

**Análise do Desempenho Energético de um  
Edifício de Serviços**

Stefano da Costa Brito

Relatório Final da Dissertação apresentado à

**Escola Superior de Tecnologia e Gestão**

**Instituto Politécnico de Bragança**

Para obtenção do grau de Mestre em

**Energias Renováveis e Eficiência Energética**

Orientado

por:

Professor Doutor Orlando Manuel de Castro Ferreira Soares

Professor Doutor José Luís Calvo-Rolle

2016/2017



## **Agradecimentos**

Aos meus orientadores, Professor Doutor Orlando Soares e ao Professor Doutor José Luís Calvo-Rolle, um sincero agradecimento por todo o apoio e orientação que tiveram ao longo da execução deste trabalho.

À *Universidad da Coruña* e ao Instituto Politécnico de Bragança pelo acordo formado entre as duas instituições que tornaram este trabalho possível.

À direção da *Escuela Universitaria Politécnica* da UDC, pela autorização da realização deste trabalho e pela disponibilidade de toda a informação necessária.

À minha família, que tiveram um papel fundamental em todo o meu percurso académico.

Ao César, pela amizade, acolhimento e ajuda dada a um aluno estrangeiro que se encontrava sozinho um mundo diferente do seu, sem dúvida que tornou a minha estadia muito mais fácil.

Por ultimo, mas não menos importante, aos meus amigos pelo incentivo, paciência e carinho demonstrado durante toda esta etapa.

Um sincero obrigado a todos!

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus avós Domingos e Arlinda, aos meus tios António e Antónia, ao meu padrinho Litos e a minha segunda mãe Piedade, por todo o carinho e apoio dado durante toda a minha vida.

Dedico também aos meus pais e irmã Sandra por todos os sacrifícios que fizeram por mim e por todo o apoio que me deram.

## Resumo

A Diretiva 2002/91/CE estabeleceu um conjunto de medidas e metas específicas a adotar por cada um dos estados membros da União Europeia.

Os Decretos-Lei produzidos possuem diversos objetivos dos quais se destacam a metodologia de cálculo do desempenho energético, aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético de edifícios novos e existentes e a sua certificação energética.

Relativamente aos grandes edifícios de comércio e serviços as metodologias de determinação do seu desempenho energético existentes são através do consumo efetivo ou através da simulação dinâmica multizona. A metodologia com base na simulação dinâmica multizona é efetuada através de um programa acreditado pela norma ASHRAE 140.

O edifício em estudo é a *Escuela Universitaria Politécnica da Universidade da Coruña*.

A análise energética foi efetuada com recurso ao software DesignBuilder, obtendo-se a classificação energética para o edifício de **B**. Efetuou-se um levantamento exigente de todas as características do edifício, desde a ocupação, cerca de 470 utilizadores, os equipamentos e iluminação, e a climatização no edifício em estudo.

No total encontram-se 376 equipamentos presentes no edifício totalizando uma potencia total instalada de 120.78 kW. Os sistemas de iluminação presentes são compostos por lâmpadas fluorescentes de diferentes potências e num total encontra-se 2 389 lâmpadas instaladas. A potência total de iluminação instalada é de 82.41 kW. A climatização é efetuada através de duas caldeiras de chão da marca ROCA com uma potência unitária de 348.8 kW.

Relativamente aos consumos energéticos, o edifício apresenta dois tipos de consumos:

- energia elétrica para a iluminação e os equipamentos,
- gasóleo para o aquecimento.

No ano de 2015 os consumos eram de 259 072 kWh de energia elétrica e 5 231 kWh de gasóleo. Com estes consumos o edifício apresenta uma emissão de dióxido de carbono equivalente de 94.66 tonCO<sub>2e</sub>.

**Palavras Chave:** Eficiência Energética, Certificação Energética, *DesignBuilder*, Simulação Dinâmica

## **Abstract**

The Directive 2002/91/CE established a set of goals and specific measures to be adopted by each member state of the European Union.

The Ordinance-Law produced possesses several aims, of which stand out the methodology of calculation of energy performance, application of minimum requirements for the energy performance of new and existing buildings and their energy certification.

For large commercial and service buildings, the methodologies used to determine their energy performance are either through actual consumption or through dynamic multi-zone simulation. The methodology based on dynamic multizone simulation is performed through a program accredited by the ASHRAE 140 standard.

The building under study is the Escuela Universitaria Politécnica (University Polytechnic School) of the Universidade da Coruña (University of Coruña).

The energy analysis was carried out with the use of the DesignBuilder software, obtaining the energy classification of B-. A careful survey of all the characteristics since the occupation, about 470 users, the lighting and air conditioning systems in the building being studied was carried out.

In total there are 376 equipment present in the building totaling a total installed power of 120.78 kW. The present lighting systems are composed by fluorescent lamps of different powers and in total there are 2 389 lamps installed. The total installed lighting power is 82.41 kW. The heating system is carried out through two floor boilers of the brand ROCA with a unit power of 348.8 kW.

Regarding energy consumption, the building has two types of consumption:

- electrical energy for lighting and equipment,
- Gas oil for heating.

In the year 2015, the consumption was 259 072 kWh of electricity and 5 231 kWh of diesel. With these consumptions the building has an emission of carbon dioxide equivalent of 94.66 tonCO<sub>2e</sub>.

**Keywords:** Energy Efficiency, Energy Certification, DesignBuilder, Dynamic Simulation

# Índice

Índice de Figuras .....	VII
Índice de Tabelas .....	VIII
Lista de Abreviaturas.....	IX
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento .....	1
1.2. Objetivos .....	3
1.3. Estrutura.....	3
2. Legislação do Desempenho Energético dos Edifícios .....	5
2.1. Enquadramento .....	5
2.2. Legislação Portuguesa .....	6
2.3. Legislação Espanhola .....	8
3. Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Serviços e Comércio .....	9
3.1. Em Portugal .....	9
3.2. Em Espanha .....	14
4. Auditoria Energética .....	16
4.1. Breve Introdução.....	16
4.2. Caso de Estudo – <i>Escuela Universitaria Politécnica</i> .....	17
4.3. Ocupação .....	18
4.4. Iluminação .....	18
4.5. Equipamentos.....	20
4.6. Aquecimento .....	21
4.7. Infraestruturas Energéticas.....	22
4.8. Custos e Consumos .....	22
4.8.1. Energia Elétrica .....	22
4.8.2. Gasóleo.....	23
4.9. Emissões de Dióxido de Carbono associadas .....	24

4.10.	Indicador de eficiência energética.....	25
5.	Simulação Dinâmica Multizona – <i>DesignBuilder</i> .....	26
5.1.	Construção do modelo computacional.....	26
5.2.	Calibração do modelo .....	27
5.3.	Necessidades de aquecimento.....	28
5.4.	Consumos de energia elétrica e de Gasóleo.....	29
5.4.1.	Emissões estimadas de dióxido de carbono .....	30
5.5.	Classe energética.....	31
6.	Trabalhos Futuros.....	32
7.	Conclusão .....	33
	Referências .....	34
	Anexos.....	i
	Anexo A – Plantas da UDC .....	i
	Anexo B – Iluminação .....	vii
	Anexo C – Equipamentos .....	xv

## Índice de Figuras

Figura 1.1 – Evolução da Dependência Energética de Portugal, Espanha e União Europeia (adaptado de (3)).....	2
Figura 1.2 - Evolução da Dependência Energética de Portugal (%) (4).....	2
Figura 4.1 - Edifício da EUP (16).....	17
Figura 4.2 - Tipologia das lâmpadas utilizadas .....	18
Figura 4.3 - Número de lâmpadas por piso .....	19
Figura 4.4 - Esquema de princípio da instalação térmica da EUP .....	21
Figura 4.5- Problemas de isolamento .....	22
Figura 4.6 - Variação da faturação 2014-2015 .....	23
Figura 5.1 - Modelo Geométrico 3D .....	26
Figura 5.2 - Zoneamento do piso 3.....	27

## Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Consumos de Energia a considerar no IEE <sub>S</sub> e no IEE <sub>T</sub> (13) .....	11
Tabela 3.2 - Métodos aceites para determinação do IEE de um edifício de comércio e serviços de acordo com o tipo e situação do edifício (13).....	12
Tabela 3.3 - Fórmula de cálculo do IEE, para efeitos de classificação energética de pequenos e grandes edifícios de comércio e serviços (14).....	13
Tabela 3.4 - Intervalos de valor de R <sub>IEE</sub> para a determinação da classe energética em edifícios de comércio e serviços (14) .....	13
Tabela 3.5 - Intervalos de valor de IEE para a determinação da classe energética em edifícios terciários.....	15
Tabela 4.1- Áreas dos diferentes pisos da EUP.....	17
Tabela 4.2 - Densidade luminosa do piso -1 .....	19
Tabela 4.3 - Densidade de equipamento do piso 3 .....	20
Tabela 4.4 - Principais características da caldeira e do queimador .....	21
Tabela 4.5 - Variação da energia ativa 2014-2015 .....	23
Tabela 4.6- Consumo de Gasóleo 2011-2015 .....	24
Tabela 4.7 - Fatores de Conversão das emissões de CO <sub>2</sub> (17).....	24
Tabela 4.8 - Emissões de dióxido de carbono 2014 e 2015 .....	25
Tabela 4.9 - Indicador de eficiência energética .....	25
Tabela 5.1 - Consumos Globais faturados e previstos pela simulação.....	28
Tabela 5.2 - Temperaturas obtidas da simulação (necessidades de aquecimento).....	29
Tabela 5.3 - Necessidades de aquecimento por piso .....	29
Tabela 5.4 - Consumos energéticos estimados .....	30
Tabela 5.5 - Emissões estimadas de dióxido de carbono .....	30
Tabela 5.6 - Classificação Energética .....	31

## **Lista de Abreviaturas**

EU – União Europeia

ER – Energias Renováveis

EE – Eficiência Energética

EUP – Escuela Universitaria Politécnica

UDC – Universidade da Coruña

SCE – Sistema de Certificação Energética

QAI – Qualidade do Ar Interior

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

REH – Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

CEE – Certificação de Eficiência Energética

IEE – Indicador de Eficiência Energética

CTE – Código Técnico de la Edificación

PECS – Pequeno Edifício de Comércio ou Serviço

GECS – Grande Edifício de Comércio ou Serviço

$R_{IEE}$  – Rácio da Classe Energética de um Edifício

## **1. Introdução**

### **1.1. Enquadramento**

Com o contínuo desenvolvimento da sociedade, esta encontra-se cada vez mais dependente do desenvolvimento tecnológico, económico e energético, o que leva a um aumento das necessidades energéticas. Como consequência das crises petrolíferas da década de 70, surgiram as primeiras preocupações com o controlo dos consumos energéticos e as preocupações ambientais. No entanto, a maioria dos países é dependente energeticamente de terceiros, pois a maior parte da energia que consomem é de combustíveis fósseis, nomeadamente os países europeus e em especial Portugal.

Adicionalmente, a União Europeia (EU) considera que para o cumprimento do Protocolo de Quioto é necessário adotar várias medidas fundamentais, das quais estão as apostas nas Energias Renováveis (ER) e na Eficiência Energética (EE).

Tendo em vista o objetivo deste trabalho, é necessário que fique explícito o que se entende por EE, sendo esta uma otimização do consumo de energia, isto é, para se produzir uma unidade de trabalho ou serviço deve gastar-se menos energia possível de forma a tornar os países mais competitivos. (1) (2)

Apesar de ao longo dos anos, verificarmos que a EU tem vindo a aplicar medidas para a impulsão quer das ER quer da EE, esta continua dependente de terceiros para a sua obtenção, verificando-se assim aumento da sua dependência energética. Podemos confirmar isso mesmo através da análise da Figura 1.1, onde se observa que entre os anos de 1990 e 2014, a dependência energética aumentou de 44.2 % para 53.4%. O valor mais elevado de dependência energética verificou-se em 2004 com 54.5%. (3)

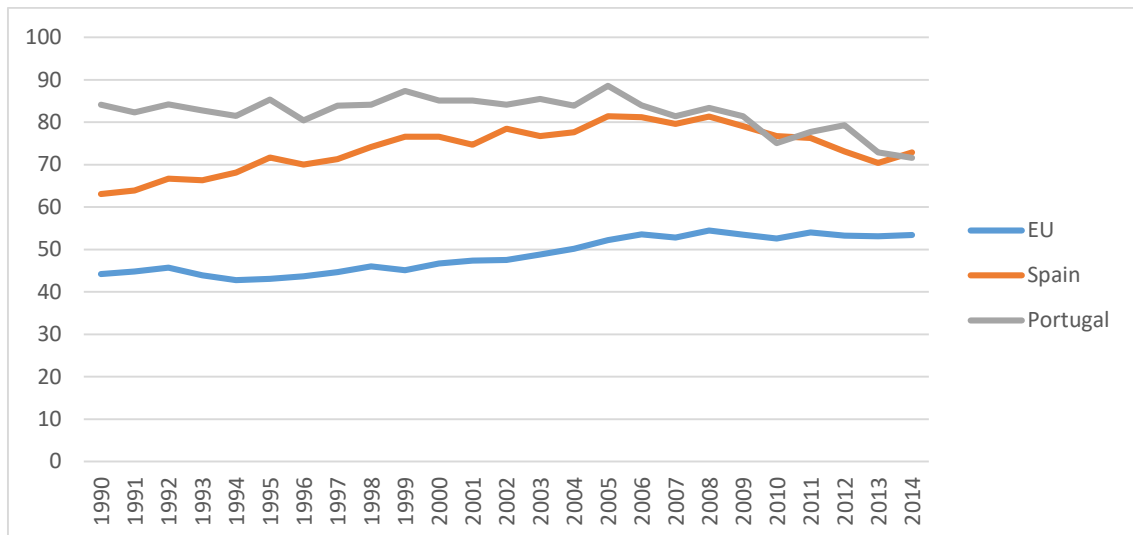


Figura 1.1 – Evolução da Dependência Energética de Portugal, Espanha e União Europeia (adaptado de (3))

É neste contexto que surge a Diretiva nº 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2002, com o objetivo de promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios tendo em conta as condições climáticas externas e as condições locais, e que posteriormente foi atualizada para a Diretiva nº 2010/31/EU, de 19 de maio de 2010.

No caso de Portugal, este apresenta historicamente uma dependência energética muito elevada, entre 80% a 90%, fruto da inexistência de produção nacional de fontes de energia fósil. Atualmente e com as apostas nas ER e na EE Portugal tem conseguido baixar esta tendência para valores abaixo de 80%.

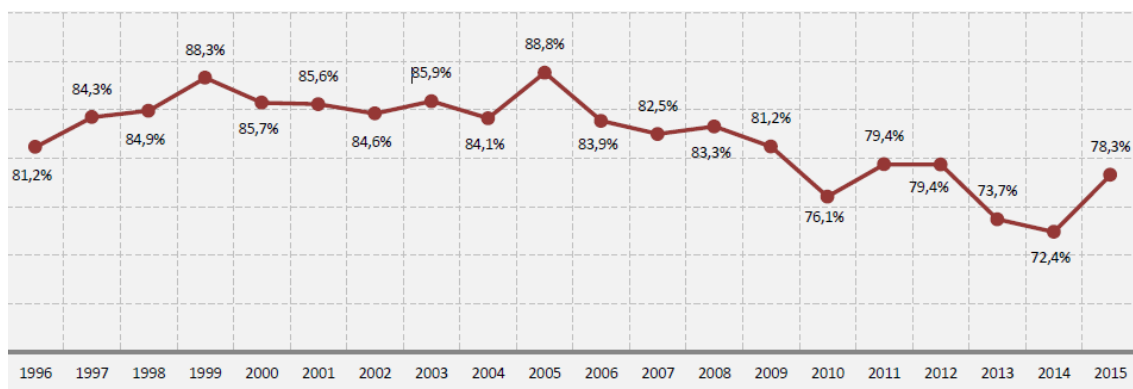


Figura 1.2 - Evolução da Dependência Energética de Portugal (%) (4)

No entanto, a variabilidade do regime hidrológico, associado a uma grande componente hídrica no sistema electroprodutor nacional, influencia negativamente a dependência energética em anos secos, como foi o caso do ano 2005 ou 2008. Em 2015 a dependência

energética situou-se nos 78.3% (Figura 1.2). O valor mais baixo de dependência foi verificado no ano de 2014 com 72.4%. (4)

No caso de Espanha, a dependência energética não é tão elevada como a de Portugal. Contudo a dependência energética espanhola segue em certa parte o contexto europeu, que nos últimos anos tem vindo a reduzir. No entanto, entre os anos de 1990 e 2014 a dependência energética aumentou de 63.1% para 72.9%.

Na Figura 1.1 podemos ainda visualizar comparativamente a evolução da dependência energética espanhola, com a portuguesa e a da EU.

### 1.2. Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é efetuar uma análise energética detalhada de um edifício de serviços, neste caso, a *Escuela Universitaria Politécnica* (EUP) da *Universidad da Coruña* (UDC). Na parte inicial deste trabalho efetuou-se um estudo dos aspetos regulamentares do sistema de certificação energética de edifícios em Portugal e Espanha aplicáveis aos edifícios de serviços. De seguida efetuou-se uma auditoria energética ao edifício em estudo. Após compilar toda a informação, realizou-se a análise energética no *software DesignBuilder*, através da criação de um modelo computacional que represente todas as características e todos os consumos energéticos do edifício em estudo. Através dos resultados obtidos pela simulação dinâmica multizona é possível obter a classificação energética do edifício. Por fim são apresentadas possíveis medidas de melhoramento energético para o edifício em estudo.

### 1.3. Estrutura

A estrutura do presente documento é dividida em vários capítulos de modo a permitir a melhor compreensão dos conceitos teóricos sobre a legislação europeia, portuguesa e espanhola, sobre eficiência energética em edifícios e a auditoria efetuada ao caso de estudo e simulação do edifício em *DesignBuilder*. Assim este trabalho possui a seguinte estrutura:

- Capítulo 1: enquadramento da dissertação e definição dos objetivos da mesma;
- Capítulo 2: descrição da legislação mais importante aplicada na Comunidade Europeia e a sua transposição para Portugal e Espanha, no âmbito da eficiência

energética nos edifícios. Apresentação da metodologia atual para calcular o indicador de eficiência energética;

- Capítulo 3: descrição do Regulamento de Desempenho Energético de Edifício de Comercio e Serviços;
- Capítulo 4: fundamentação teórica da execução de uma auditoria energética e apresentação do edifício em estudo, com a apresentação da ocupação, da iluminação, dos equipamentos, do aquecimento e a caracterização das infraestruturas energéticas. São apresentadas também os consumos energéticos anuais do edifício bem como os seus custos;
- Capítulo 5: apresentação do modelo computacional criado para a simulação dinâmica, bem como a análise dos resultados obtidos;
- Capítulo 6: apresentação de possíveis trabalhos futuros de forma a melhor do desempenho energético do edifício em estudo;
- Capítulo 7: apresentação das principais conclusões.

## **2. Legislação do Desempenho Energético dos Edifícios**

### **2.1. Enquadramento**

A EU considera que para o cumprimento do Protocolo de Quioto é necessário optar por várias medidas fundamentais, dentro delas estão a aposta nas ER e na EE. Assim, a 16 de dezembro de 2002, foi criada a primeira diretiva relativa ao desempenho energético dos edifícios, a Diretiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho.

De acordo com o artigo 1º da referida diretiva, os seus objetivos seriam promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios na Comunidade, tendo em conta as condições climáticas externas e as condições locais, bem como as exigências em matéria de clima interior e a rentabilidade económica. A diretiva estabelecia também requisitos em matéria de:

- Metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios;
- Aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos novos edifícios;
- Aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos grandes edifícios existentes que sejam sujeitos a importantes obras de renovação;
- Certificação energética dos edifícios;
- Inspeção regular de caldeiras, instalações de ar condicionado nos edifícios e avaliação da instalação de aquecimento quando as caldeiras tenham mais de 15 anos. (5)

Contudo, com o passar do tempo houve a necessidade de alterar a Diretiva 2002/91/CE e introduzir novas alterações substanciais relativas ao desempenho energético de edifícios.

Assim, a 19 de maio de 2010, a Diretiva 2002/91/CE foi reformulada e criada a Diretiva 2010/31/EU do Parlamento do Europeu e do Conselho.

Segundo o artigo 1º da Diretiva 2010/31/EU, continua-se a promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios na União, tendo em conta as condições climáticas externas e as condições locais, bem como exigências em matéria de clima interior e de rentabilidade. A diretiva estabelece também requisitos no que se refere:

- Metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios e das frações autónomas;

## 2. Legislação do Desempenho Energético dos Edifícios

- Aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos edifícios e das frações autónomas novas;
- Aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético das existentes, frações autónomas e componentes de edifícios sujeitos a grandes renovações,
- Aplicação de requisitos mínimos para elementos construtivos da envolvente dos edifícios e sistemas técnicos dos edifícios quando for instalado um novo sistema ou melhorado;
- Aos planos nacionais para aumentar o número de edifícios com necessidades quase nulas de energia;
- À certificação energética dos edifícios ou das frações autónomas;
- Inspeção regular das instalações de aquecimento e de ar condicionado nos edifícios. (6)

De acordo com a Diretiva 2010/31/EU, entende-se como edifício com necessidades quase nulas de energia, um edifício com um desempenho energético muito elevado e que as necessidades de energia quase nulas ou muito pequenas deverão ser cobertas em grande medida por energia proveniente de fontes renováveis, incluindo energia proveniente de fontes renováveis produzida no local ou nas proximidades. (6)

### 2.2. Legislação Portuguesa

A Diretiva 2002/91/CE foi transposta para o regulamento jurídico português através de três decretos de lei:

- Decreto-Lei nº78/2006 (7), de 4 de abril de 2006, que aprovou o Sistema Nacional de Certificação Energética (SCE) e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios(QAI);
- Decreto-Lei nº 79/2006 (8), de 4 de abril de 2006, que aprovou o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE);
- Decreto-Lei nº 80/2006 (9), de 4 de abril de 2006, que aprovou o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

O SCE tinha como principais objetivos assegurar a aplicação regulamentar das condições de eficiência energética, a utilização de sistemas de energias renováveis e as condições de garantia da qualidade do ar interior, de acordo com as exigências e disposições contidas no RCCTE e no RSECE. Pretendia também certificar o desempenho energético e a

## 2. Legislação do Desempenho Energético dos Edifícios

qualidade do ar interior nos edifícios, bem como identificar as medidas corretivas ou de melhoria de desempenho aplicáveis aos edifícios e respetivos sistemas energéticos, nomeadamente caldeiras e equipamentos de ar condicionado. (7)

O RCCTE definia os requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e pequenos edifícios de comércio e serviços nas características construtivas de modo a limitar as perdas térmicas. (9)

O RSECE abrangia os grandes edifícios de comércio e serviços e de habitação com sistemas de climatização, com especial enfoque na eficiência e manutenção dos sistemas de climatização dos edifícios e a qualidade do ar interior. (8)

A transposição da Diretiva 2010/31/EU para o regime jurídico português foi efetuada pelo Decreto-Lei nº 188/2013 de 20 de agosto de 2013. Esta transposição permitiu uma revisão da legislação portuguesa de forma a melhorar o nível da sistematização e âmbito de aplicação num único diploma. O diploma único inclui o SCE, o Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).

Com a separação clara do âmbito de aplicação do REH e do RECS, passando o primeiro a incidir exclusivamente sobre os edifícios de habitação, tendo como principal destaque o comportamento térmico e a eficiência dos sistemas. Relativamente ao RECS, a incidência era sobre os edifícios de comércio e serviços, com destaque para o comportamento térmico, eficiência dos sistemas e instalação, condução e manutenção de sistemas técnicos.

Para além da revisão dos requisitos de qualidade térmica são implementados requisitos de eficiência energética para os principais tipos de sistemas técnicos dos edifícios, introduzindo assim padrões mínimos de eficiência energética para os sistemas de climatização, de preparação de água quente sanitária, de iluminação, de aproveitamento de energias renováveis e de gestão de energia. (10)

## 2. Legislação do Desempenho Energético dos Edifícios

### 2.3. Legislação Espanhola

A Diretiva 2002/91/CE foi transposta para o regulamento jurídico espanhol pelo Real Decreto 47/2007 de 31 de janeiro de 2007. O Real Decreto 47/2007 aprovou o procedimento básico para o SCE para novos edifícios.

De acordo com o artigo 1º do referido Real Decreto, o seu objetivo é determinar a metodologia de cálculo para a classificação de EE, com o qual se inicia o processo de certificação, estabelecer as condições técnicas e administrativas para a Certificação de Eficiência Energética (CEE) em edifícios terminados e aprovar a Etiqueta de EE. (11)

A Diretiva 2010/31/EU foi transposta para o regulamento jurídico espanhol pelo Real Decreto 235/2013 de 13 de abril de 2013. O Real Decreto 235/2013 modifica o Real Decreto 47/2007 de forma a aprovar o procedimento básico para SCE de edifícios novos e existentes.

Segundo o artigo 1º do referido Decreto Real, o seu objetivo é estabelecer as condições técnicas e administrativas para a realização de CEE em edifícios e a metodologia de cálculo para a classificação de EE, assim como a aprovação da etiqueta de EE. (12)

### 3. Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Serviços e Comércio

## **3. Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Serviços e Comércio**

### **3.1. Em Portugal**

Em Portugal para calcular o desempenho energético para edifícios de serviços e comércio aplica-se o RECS do Decreto-Lei nº118/2013.

O RECS estabelece as regras a observar no projeto de construção, alteração, operação e manutenção de edifícios de comércio e serviços e seus sistemas técnicos, bem como requisitos para a caracterização do seu desempenho no sentido de promover a eficiência energética e qualidade do ar interior.

O RECS estabelece requisitos de qualidade térmica da envolvente nos edifícios novos e nas intervenções em edifícios existentes, expressa em termos de coeficiente de transmissão térmica da envolvente e de fator solar dos vãos envidraçados.

Os sistemas técnicos devem ser avaliados e sujeitos a requisitos, tendo como objetivo promover a eficiência energética e a utilização racional de energia, incidindo para esse efeito, nas componentes de climatização, de preparação de água quente sanitária, de iluminação, de sistemas de gestão de energia, de energia renováveis, de elevadores e de escadas rolantes, assim a legislação nacional impõe requisitos:

- De conceção e de instalação dos sistemas técnicos nos edifícios novos e de sistemas novos nos edifícios existentes sujeitos a grande intervenção;
- Um Indicador de Eficiência Energética (IEE), para caracterização do desempenho energético dos edifícios e dos respetivos limites máximos no caso de edifícios novos, de edifícios existentes e de grandes intervenções em edifícios existentes;
- A obrigatoriedade de fazer uma avaliação energética periódica dos consumos energéticos dos edifícios existentes, verificando a necessidade de elaborar um plano de racionalização de energia com identificação e implementação de medidas de eficiência energética com viabilidade económica.

Com vista assegurar as condições de bem-estar dos ocupantes são estabelecidos por portaria os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço em função da ocupação, das características do próprio edifício e dos sistemas de climatização, tal como os limiares de proteção para as concentrações de poluentes de ar interior. (10)

### 3. Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Serviços e Comércio

O desempenho energético de um edifício de comércio e serviços é então aferido pelo seu IEE, que de acordo com a Portaria nº 349-D/20013 de 2 de dezembro, é determinado com base no somatório dos diferentes consumos anuais de energia, agrupados em indicadores parciais e convertidos para energia primária por unidades de área útil de pavimento, tendo por base a seguinte equação [2]:

$$[1] IEE = IEE_S + IEE_T - IEE_{ren} \quad [2]$$

Em que:

- $IEE_S$ , representa os consumos de energia que são considerados para efeitos de cálculo da classificação energética do edifício, sendo determinado pela equação [3] e considerando os consumos anuais de energia por fontes  $i$ ,  $E_{S,i}$ , para as funções indicadas na Tabela 3.1:

$$IEE_S = \frac{1}{Ap} \sum_i (E_{S,i} * F_{pu,i}) \quad [3]$$

Onde:

- $E_{S,i}$  que representa o consumo de energia por fonte de energia  $i$  para os usos de tipo S [kWh/ano];
  - $Ap$ , representa a área útil de pavimento [ $m^2$ ];
  - $F_{pu,i}$ , que representa o fator de conversão de energia útil para energia primária [kWh<sub>EP</sub>/kWh]. (13)
- $IEE_T$ , representa os consumos de energia que não são considerados para efeitos de classificação energética, sendo determinado pela equação [4] e considerando os consumos anuais de energia por fontes  $i$ ,  $E_{T,i}$ , para as funções indicadas na Tabela 3.1:

$$IEE_T = \frac{1}{Ap} \sum_i (E_{T,i} * F_{pu,i}) \quad [4]$$

Onde:

- $E_{S,i}$  que representa o consumo de energia por fonte de energia  $i$  para os usos de tipo T [kWh/ano];
- $Ap$ , representa a área útil de pavimento [ $m^2$ ];

### 3. Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Serviços e Comércio

➤  $F_{pu,i}$ , que representa o fator de conversão de energia útil para energia primária [kWh<sub>EP</sub>/kWh]. (13)

- $IEE_{ren}$ , que é obtido com base na produção de energia elétrica e térmica com base em energias renováveis, sendo apenas tida em consideração a energia elétrica produzida e destinada a autoconsumo e a energia térmica efetivamente utilizada (equação [5]).

$$IEE_{ren} = \frac{1}{Ap} \sum_i (E_{ren,i} * F_{pu,i}) \quad [5]$$

Onde:

- $E_{ren,i}$  que representa a produção de energia por fonte de energia  $i$  a partir de fontes de origem renovável para consumo [kWh/ano];
- $Ap$ , representa a área útil de pavimento [m<sup>2</sup>];
- $F_{pu,i}$ , que representa o fator de conversão de energia útil para energia primária [kWh<sub>EP</sub>/kWh]. (13)

Tabela 3.1 - Consumos de Energia a considerar no IEEs e no IEE<sub>T</sub> (13)

Consumos IEEs	Consumos IEE <sub>T</sub>
Aquecimento e arrefecimento ambiente	Ventilação e bombagem não associada ao controlo de cargas térmicas
Ventilação e bombagem em sistemas de climatização	Equipamentos de frio
Aquecimento de águas quentes sanitárias e de piscina	Iluminação de utilização pontual
Iluminação interior	Elevadores, escadas, tapetes rolantes e iluminação exterior (até ao fim de 2015)
Elevadores, escadas, tapetes rolantes e iluminação exterior (a partir de 2016)	Restantes equipamentos não incluídos em IEE <sub>s</sub>

A Portaria nº349-D/2013 distingue, tendo em consideração a aplicação nos edifícios de comércio e serviços, os seguintes tipos de IEE:

### 3. Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Serviços e Comércio

- IEE previsto ( $IEE_{pr}$ ), que procura traduzir o consumo anual de energia do edifício tendo em consideração a localização do edifício, as características da envolvente, a eficiência dos sistemas técnicos bem como dos perfis de utilização previstos;
- IEE efetivo ( $IEE_{ef}$ ), que procura traduzir o consumo anual de energia do edifício tendo em consideração o histórico de faturas de energia, e/ou a avaliação energética realizada num período de um ano;
- IEE referência ( $IEE_{ref}$ ), que procura traduzir o consumo anual de energia do edifício, caso este fosse equipado de soluções de referência para alguns elementos da envolvente e para alguns dos seus sistemas técnicos, mantendo inalteradas as demais características do edifício. (13)

Para a determinação dos diferentes IEE de um edifício de comércio e serviços utilizam-se diferentes métodos, tais como, simulação dinâmica multizona, cálculo dinâmico simplificado e consumo efetivo, tal como está explicitado na Tabela 3.2.

*Tabela 3.2 - Métodos aceites para determinação do IEE de um edifício de comércio e serviços de acordo com o tipo e situação do edifício (13)*

<b>Tipo de Edifício</b>	<b>Método</b>	<b>Novo</b>	<b>Existente</b>	<b>Grande Intervenção</b>	
<b>Pequeno edifício de comércio ou serviço (PECS)</b>	Base	Simulação		Simulação	
		Dinâmica Multizona	Consumo Efetivo	Dinâmica Multizona	
	Alternativo		Simulação		
		Cálculo Dinâmico Simplificado	Dinâmica Multizona ou Cálculo Dinâmico Simplificado	Cálculo Dinâmico Simplificado	
<b>Grande edifício de comércio ou serviço (GECS)</b>	Base	Simulação		Simulação	
		Dinâmica Multizona	Consumo Efetivo	Dinâmica Multizona	
	Alternativo	Não Aplicável	Simulação		Não Aplicável
			Dinâmica Multizona		

### 3. Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Serviços e Comércio

Após a determinação do IEE aplicável ao caso em estudo e de acordo com os métodos mencionados é possível calcular a classe energética de um edifício. Para tal o Despacho nº 15793-J/2013 apresenta a fórmula a utilizar para a determinação da classe energética de um edifício de comércio e serviços (equação [6]):

$$R_{IEE} = \frac{IEE_S - IEE_{ren}}{IEE_{ref,S}} \quad [6]$$

Em que:

- $R_{IEE}$ , representa o rácio de classe energética do edifício;
- $IEE_S$ , representa o indicador de eficiência energética obtido mediante as informações da Tabela 3.3;
- $IEE_{ren}$ , representa o indicador de eficiência energética renovável associado à produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis de energia;
- $IEE_{ref,S}$ , que representa o indicador de eficiência energética de referência associado aos consumos anuais de energia do tipo S. (14)

Tabela 3.3 - Fórmula de cálculo do IEE, para efeitos de classificação energética de pequenos e grandes edifícios de comércio e serviços (14)

Tipo de Edifício	Forma de Cálculo do IEEs		
	Novo	Existente	Grande Intervenção
PECS	$IEE_{pr,S}$	$IEE_{ef,S}$ ou $IEE_{pr,S}$	$IEE_{pr,S}$
GECS	$IEE_{pr,S}$	$IEE_{ef,S}$ ou $IEE_{pr,S}$	$IEE_{pr,S}$

Obtido o  $R_{IEE}$  mediante a conjugação das variáveis mencionadas, a determinação da classe energética do edifício de comércio ou serviço deve ser feita com recurso à tabela seguinte, sendo a classe a atribuir aquela que corresponde à condição verificada numa escala de oito classes possíveis.

Tabela 3.4 - Intervalos de valor de  $R_{IEE}$  para a determinação da classe energética em edifícios de comércio e serviços (14)

Classe energética	Valor de $R_{IEE}$
A <sup>+</sup>	$R_{IEE} \leq 0.25$
A	$0.26 \leq R_{IEE} \leq 0.50$
B	$0.51 \leq R_{IEE} \leq 0.75$
B <sup>-</sup>	$0.76 \leq R_{IEE} \leq 1.00$

### 3. Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Serviços e Comércio

<b>Classe energética</b>	<b>Valor de <math>R_{IEE}</math></b>
<b>C</b>	$1.01 \leq R_{IEE} \leq 1.50$
<b>D</b>	$1.51 \leq R_{IEE} \leq 2.00$
<b>E</b>	$2.01 \leq R_{IEE} \leq 2.50$
<b>F</b>	$R_{IEE} \geq 2.51$

#### 3.2. Em Espanha

Em Espanha para calcular o desempenho energético para edifícios de serviços e comércio aplica-se o Real Decreto 47/200 e estes são designados de edifícios terciários.

O Real Decreto 47/2007 estabelece o procedimento de cálculo para a obtenção do CEE em edifícios pequenos e médios terciários.

De acordo com o mesmo Real Decreto, o edifício a certificar pode ser certificado comparando com um edifício de referência. O edifício de referência terá, no entanto, de ter as seguintes características:

- Ter a mesma forma e tamanho do edifício a certificar;
- Ter o mesmo zoneamento e a mesma utilização de cada zona do edifício a certificar;
- Ter os mesmos obstáculos remotos do edifício a ser certificado;
- Ter as mesmas qualidades construtivas, como as fachadas, o pavimento, a cobertura e os sombreamentos e garantir o cumprimento dos requisitos mínimos de EE da secção HE1 – Limitación de Demanda Energética, do Código Técnico de la Edificación (CTE);
- Ter o mesmo nível de iluminação do edifício a certificar e um sistema de iluminação que cumpra os requisitos mínimos da secção HE3 – Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación, do CTE;
- Ter as instalações térmicas de referência em função do uso do edifício a certificar que cumpram os requisitos mínimos da secção HE2 – Rendimiento de las Instalaciones Térmicas, do Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios e na secção HE 4 – Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria, do CTE;

### 3. Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Serviços e Comércio

- E nos casos em que assim o exigir ter em consideração a secção HE 5 - Contribución Solar Fotovoltaica mínima de Energía Eléctrica, do CTE. (11)

Assim, o CEE de um edifício terciário é nos dado através da seguinte Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Intervalos de valor de IEE para a determinação da classe energética em edifícios terciários

<b>Classificação de Eficiência Energética do Edifício</b>	<b>Indicie de Classificação Energética</b>
<b>A</b>	$C < 0.40$
<b>B</b>	$0.40 \leq C < 0.65$
<b>C</b>	$0.65 \leq C < 1$
<b>D</b>	$1 \leq C < 1.3$
<b>E</b>	$1.3 \leq C < 1.6$
<b>F</b>	$1.6 \leq C < 2$
<b>G</b>	$2 \leq C$

Onde C é calculado pela equação [7]:

$$C = \frac{I_0}{I_r} \quad [7]$$

Em que:

- $I_0$ , representa as emissões de CO<sub>2</sub> do edifício em estudo;
- $I_r$ , representa as emissões de CO<sub>2</sub> do edifício de referência.

## **4. Auditoria Energética**

### **4.1. Breve Introdução**

Uma auditoria energética é um estudo detalhado das condições de como a energia é utilizada numa determinada instalação. O principal objetivo de uma auditoria energética é identificar e quantificar os fluxos de energia utilizados (eletricidade, tipos de combustíveis, etc.), caracterizar os sistemas existentes para conversão de energia em energia útil e avaliar as necessidades energéticas específicas de cada utilização e/ou setor do edifício.

Para uma realização eficiente de uma auditoria é fundamental efetuar um planeamento prévio, pois é durante este onde geralmente se realiza a recolha e análise dos dados referentes à organização funcional do edifício (plantas), as características construtivas, os setores e serviços existentes, a distribuição e utilização dos diversos tipos de energia (elétrica e térmica), as características dos principais consumidores (equipamentos/serviços), o contrato de fornecimento de energia (faturas), entre outras.

De seguida, é elaborado o plano de intervenção de campo, que corresponde à recolha de toda a informação possível e útil para a elaboração do relatório recorrendo a todas as medições possíveis e necessárias para se identificar as possibilidades reais de redução de consumo de energia, analisando as operações e /ou equipamentos com elevado consumo de energia. Na intervenção de campo o auditor deve ter uma atenção permanente, de modo a que lhe seja possível detetar todas as situações possíveis de corrigir.

Após o término da intervenção de campo, é preciso efetuar uma análise e organização da informação obtida, devendo-se privilegiar o tratamento da informação de forma a apresentar como resultados um conjunto de indicadores de natureza quantitativa que permitam uma avaliação rigorosa do desempenho energético. Após a identificação de situações que representem uma incorreta utilização da energia, o auditor deve estudar e apresentar possíveis soluções a implementar para corrigir essa anomalia. Deve-se realizar também um estudo técnico-económico de todas as soluções que se possam implementar e quantificar as poupanças a elas associadas.

Por fim, é necessário criar um relatório onde conste toda a informação recolhida, a análise energética, as situações encontradas, a identificação das anomalias e as medidas propostas para anular ou minimizar essas anomalias. (1) (15)

#### 4.2. Caso de Estudo – *Escuela Universitaria Politécnica*

O caso de estudo é a *Escuela Universitaria Politécnica* (EUP) da UDC. Trata-se de um edifício de serviços, localizado na *Avenida del 19 de Febrero* na cidade de Ferrol, Espanha. A data de construção ronda o ano de 1972. No entanto no final dos anos 90 ocorreu um aumento das instalações e restauração do edifício existente. Na Figura 4.1 é apresentada uma imagem da fachada principal do edifício.



Figura 4.1 - Edifício da EUP (16)

De acordo com o Decreto-Lei nº 118/2013, define-se GECS cuja área interior útil de pavimento, descontando os espaços complementares, igual ou ultrapasse 1 000 m<sup>2</sup>, ou 500 m<sup>2</sup> no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas. A EUP insere-se na categoria de GECS, pois possui uma área útil de 9 862.57 m<sup>2</sup>, com a distribuição por piso presente na Tabela 4.1.

Tabela 4.1- Áreas dos diferentes pisos da EUP

<b>Piso</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>
<b>-1</b>	633.56
<b>0</b>	4 110.33
<b>1</b>	2 106.24
<b>2</b>	2 040.86
<b>3</b>	971.58
<b>Total</b>	<b>9 862.57</b>

### 4.3. Ocupação

A EUP tem um período de funcionamento de segunda-feira a sexta-feira, das 8h até as 21h. Apresenta uma taxa de utilização aproximada de 70% das 8h às 14h e 30% das 14h às 21h. Atualmente a EUP tem um número médio de 470 utilizadores durante todo o horário de funcionamento, traduzindo-se numa densidade média ocupacional de 0.05 pessoa/m<sup>2</sup>.

No anexo A é possível visualizar as plantas do edifício.

### 4.4. Iluminação

A iluminação do edifício é garantida quase na sua totalidade por lâmpadas fluorescentes tubulares de 36W e com recurso a balastros ferromagnéticos.

Para se obter estes valores foi efetuado o levantamento exaustivo, visto que não haviam dados sobre a iluminação do edifício.

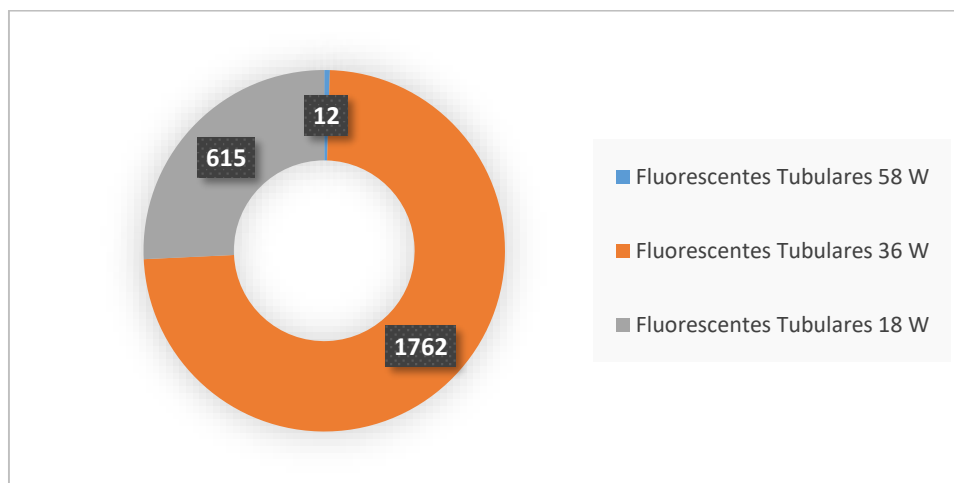


Figura 4.2 - Tipologia das lâmpadas utilizadas

No edifício encontram-se 2 389 lâmpadas instaladas, com uma potência instalada de 82.41 kW. Em termos estatísticos verifica-se que as lâmpadas fluorescentes tubulares de 36 W são responsáveis por 74% de toda a potência instalada referente à iluminação (Figura 4.2).

Na Figura 4.3 é possível verificar que o pisos 0 e o piso 1 são responsáveis por mais de metade da potência instalada, sendo que o piso -1 é aquele com menor influência na potência instalada.

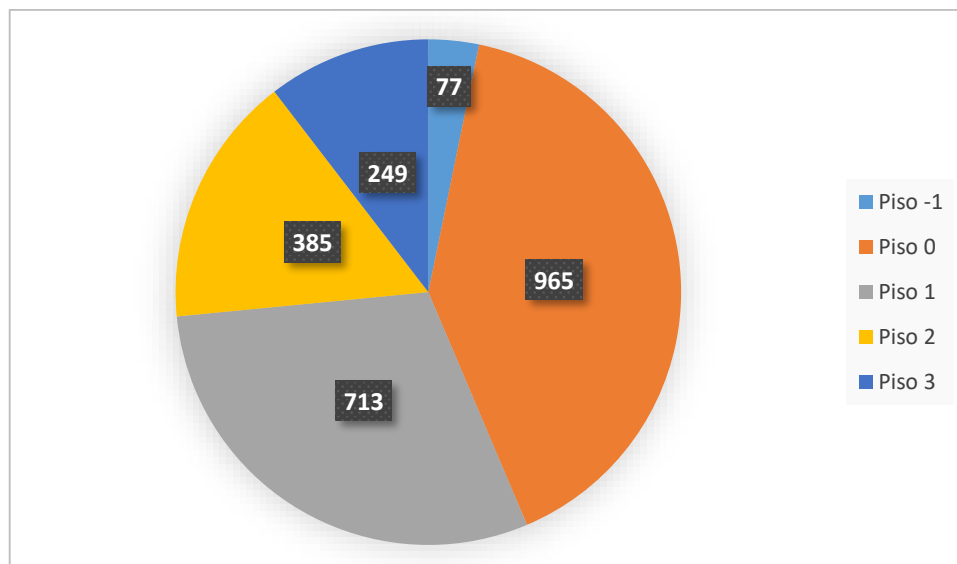


Figura 4.3 - Número de lâmpadas por piso

Relativamente à densidade luminosa, na Tabela 4.2 estão apresentados os valores obtidos para o piso -1. Os restantes valores podem ser encontrados no Anexo B, assim como toda a informação detalhada sobre o levantamento dos sistemas de iluminação.

Tabela 4.2 - Densidade luminosa do piso -1

Local	(W/m <sup>2</sup> )
Sala de Bombas	1,70
Armazém de Dados	6,21
Armazém 1	5,25
Armazém 2	10,79
Armazém 3	3,37
Armazém 4	6,57
Armazém 5	19,91
Gabinete 001	5,96
Gabinete 002	5,75
Gabinete 003	5,63
Gabinete 004	5,39
Gabinete Industrial	12,09
Gabinete 005	7,14
Gabinete diretor industrial	7,31
Sala 3D	6,51
Sala audiovisual	0,00
Hall	5,60
Reprografia	7,32
WC F	5,18
WC M	3,40

#### 4.5. Equipamentos

Apesar das cargas referentes à iluminação terem uma forte influência nos consumos energéticos, estes não constituem a totalidade dos consumos energéticos do edifício. Equipamentos como computadores, impressoras e projetores são essenciais para o funcionamento da EUP. Assim, foi fundamental efetuar um levantamento dos principais equipamentos elétricos. Neste levantamento não foram incluídos os equipamentos específicos de cada laboratório dada a especificidade dos mesmos, e cujas potências e tempos de utilização não serem significativos.

Relativamente à tipologia dos equipamentos verificou-se que os computadores representam quase a totalidade dos equipamentos existentes, com cerca de 89% da potência. Em termos absolutos, o edifício possui um total de 376 equipamentos, entre computadores e projetores, totalizando uma potência de 120.78 kW. Apesar do valor da potência dos equipamentos ser superior ao da iluminação, o período de utilização de cada equipamento é inferior ao da iluminação.

Na Tabela 4.3 estão apresentadas as densidades de equipamentos do piso 3, os restantes valores podem ser encontrados no Anexo C, assim como toda a informação detalhada sobre o levantamento dos equipamentos.

*Tabela 4.3 - Densidade de equipamento do piso 3*

<b>Local</b>	<b>Equipamento</b>	<b>(W/m<sup>2</sup>)</b>
Sala desenho	Computador	0.72
Sala desenho	Projetor	0.87
Sala CAD1	Computador	49.73
Sala CAD1	Impressora	1.03
Sala CAD1	Projetor	2.06
Sala CAD2	Computador	55.10
Sala CAD2	Projetor	3.31
Sala CAD3	Computador	55.97
Sala CAD3	Projetor	3.36
Gabinete 300	Computador	36.31
Gabinete 301	Computador	13.20
Gabinete 302	Computador	31.28
Gabinete 303	Computador	20.62
Gabinete 304	Computador	21.22
Gabinete 305	Computador	27.72
WC H	Secador de mãos	450.57
WC M	Secador de mãos	366.36

#### 4.6. Aquecimento

O aquecimento do edifício é feito através de produção de água quente, usada como fluido de permuta térmica, sendo a produção de água quente efetuada por duas caldeiras. A energia térmica fornecida é encaminhada por uma rede de tubagem de água até às unidades transmissoras de calor (radiadores). Na Figura 4.4 podemos visualizar o esquema de principio da instalação térmica da EUP.

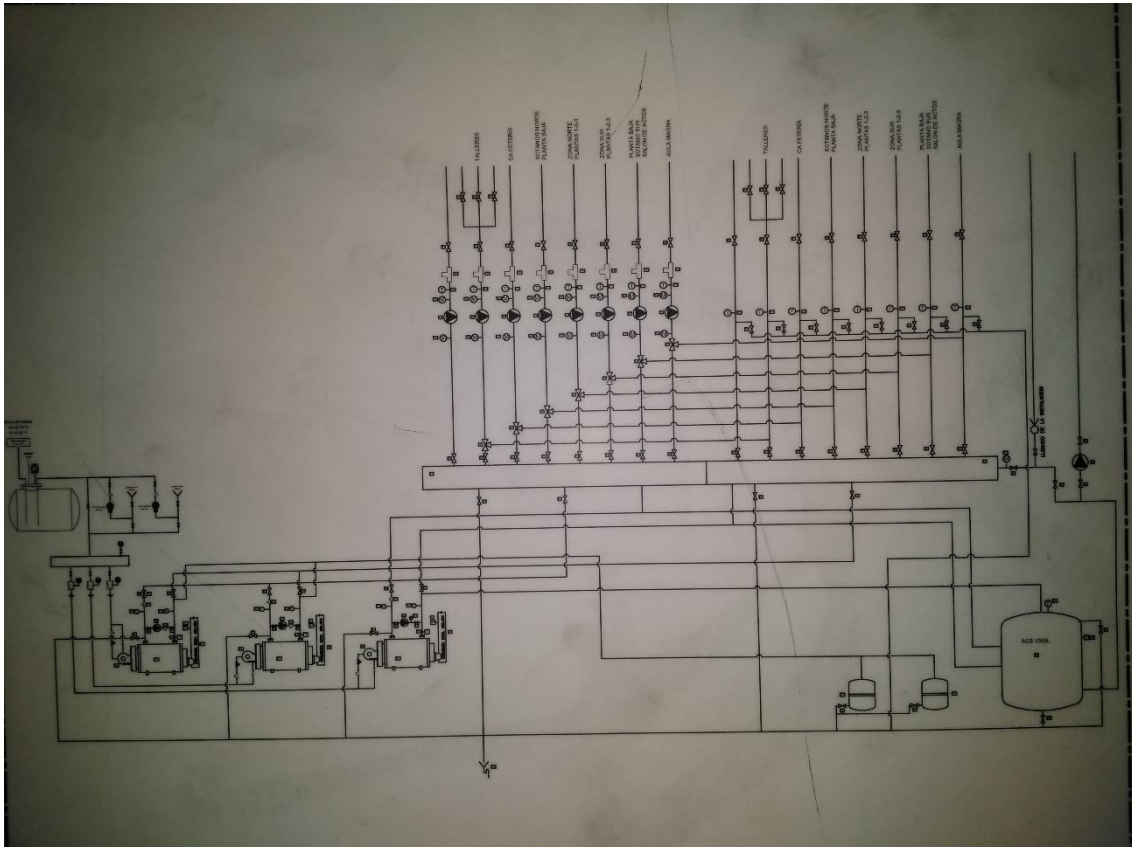


Figura 4.4 - Esquema de principio da instalação térmica da EUP

O aquecimento funciona entre os meses de novembro e março. As caldeiras responsáveis pelo aquecimento são caldeiras de chão da marca ROCA e cujas principais características das caldeiras e dos queimadores encontram-se na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Principais características da caldeira e do queimador

Características	Caldeira	Queimador
Marca	ROCA	Lamborghini
Modelo	NTD 300	PG630
Potência (kW)	348.8	
Combustível		Gasóleo

De referir que foram verificados alguns problemas de isolamento das tubagens e problemas de condensação junto as caldeiras como se pode verificar na Figura 4.5.



*Figura 4.5- Problemas de isolamento*

### **4.7. Infraestruturas Energéticas**

O edifício consome dois tipos de energia para satisfazer as suas necessidades, a energia elétrica para a iluminação e equipamentos, e gasóleo para o aquecimento. Assim, torna-se importante para o estudo do edifício conhecer quais as infraestruturas que garantem o abastecimento dessas tipologias de energia.

O gasóleo é armazenado em dois depósitos no exterior do edifício, sendo um deles de 9000 L e o outro de 5000 L. A energia elétrica é fornecida ao edifício através de um posto de transformação de 315 kVA, da marca CIESA do ano de 1993 colocado num edifício anexo ao edifício em estudo. Existe também uma bateria de condensadores de 75 kVA.

### **4.8. Custos e Consumos**

#### **4.8.1. Energia Elétrica**

A informação do consumo de eletricidade disponível data de janeiro de 2014 a dezembro de 2015. Na Tabela 4.5 podemos visualizar os consumos de energia ativa para os anos de 2014 e 2015.

Tabela 4.5 - Variação da energia ativa 2014-2015

<b>Energia Ativa (kWh)</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Janeiro	29 698	25 371
Fevereiro	29 421	27 700
Março	25 710	31 334
Abril	25 259	15 700
Maio	24 053	21 544
Junho	18 496	17 851
Julho	21 737	17 226
Agosto	13 636	12 728
Setembro	24 686	24 119
Outubro	29 046	20 087
Novembro	22 488	22 190
Dezembro	24 223	23 222
<b>Total</b>	<b>288 453</b>	<b>259 072</b>

Pela análise da tabela anterior apenas podemos concluir que o consumo de modo geral diminuiu de um ano para o outro.

Consequentemente, a faturação (Figura 4.6) verificou a mesma diminuição.

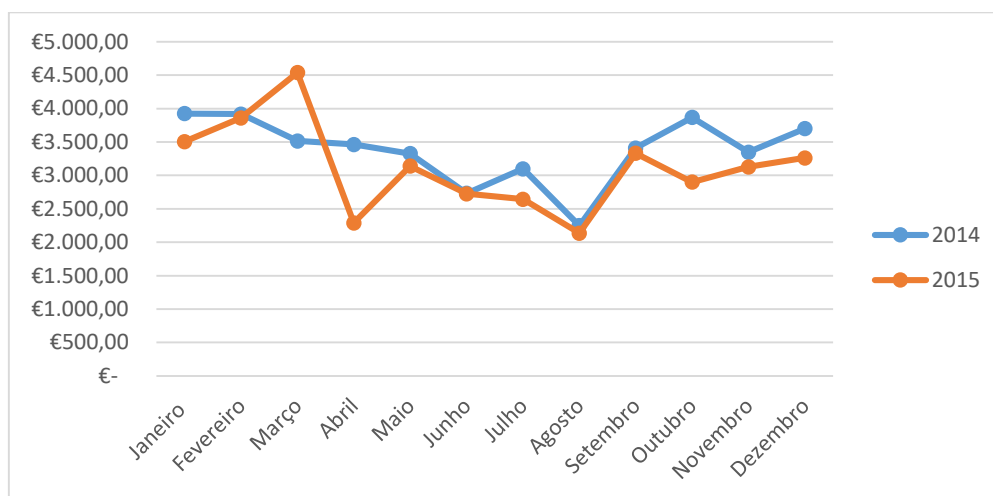


Figura 4.6 - Variação da faturação 2014-2015

#### 4.8.2. Gasóleo

Sobre o consumo de gasóleo não foi possível obter toda a informação desejada uma vez que o abastecimento não é periódico nem constante. Na Tabela 4.6 é possível visualizar o consumo de gasóleo desde 2011 até 2015.

Tabela 4.6- Consumo de Gasóleo 2011-2015

<b>Ano</b>	<b>Consumo anual (L)</b>
<b>2011</b>	47 971
<b>2012</b>	37 004
<b>2013</b>	66 000
<b>2014</b>	70 487
<b>2015</b>	44 824

Desse modo, realizou-se uma estimativa do consumo anual fazendo a média do consumo dos anos desde 2011 a 2015. O valor obtido foi de 53 257.2 Litros.

#### **4.9. Emissões de Dióxido de Carbono associadas**

Com o conhecimento do consumo da energia elétrica e de gasóleo é possível determinar as emissões de dióxido de carbono equivalentes do edifício. Para isso é necessário efetuar a conversão da energia final comprada (energia elétrica e gasóleo) em energia primária, utilizando os fatores de conversão presentes na legislação portuguesa.

Os fatores de conversão entre energia final e energia primária, de acordo com a legislação nacional (despacho 15793-D/2013), são de 2.5 kWh<sub>EP</sub>/kWh, para eletricidade independente da origem, e de 1 kWh<sub>EP</sub>/kWh para todos os combustíveis sólidos, líquidos e gasosos não renováveis.

Terminada a conversão de energia final para energia primária é possível determinar as emissões de dióxido de carbono referentes ao consumo de energia, através dos fatores de conversão apresentados na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Fatores de Conversão das emissões de CO<sub>2</sub> (17)

<b>Fonte de Energia</b>	<b>Fator de conversão (kgCO<sub>2e</sub>/kWh<sub>EP</sub>)</b>
<b>Eletricidade</b>	0.144
<b>Gasóleo</b>	0.267
<b>Gás Natural</b>	0.202
<b>GPL Canalizado (propano)</b>	0.170
<b>GPL Garrafas</b>	0.170
<b>Renovável</b>	0.0

Ao fazer uma análise anual correspondente às emissões de dióxido de carbono verifica-se que nos anos de 2014 e 2015 há um decréscimo de 105.27 tonCO<sub>2e</sub> para 94.69 tonCO<sub>2e</sub>,

como resposta à diminuição do consumo de energia, como se pode verificar na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Emissões de dióxido de carbono 2014 e 2015

<b>Energia Primária</b>				
<b>Ano</b>	<b>Eletricidade (kWh<sub>EP</sub>)</b>	<b>Gasóleo (kWh<sub>EP</sub>)</b>	<b>Total (kWh<sub>EP</sub>)</b>	<b>Emissões de dióxido de carbono (tonCO<sub>2e</sub>)</b>
<b>2014</b>	721 132.5	5 231.55	726 364.05	105.24
<b>2015</b>	647 680.0	5 231.55	652 911.55	94.66

#### 4.10. Indicador de eficiência energética

A determinação do IEE<sub>ef</sub> é feita através da análise da fatura energética do ano 2015, tendo sido seguido o método indicado no capítulo 3, obtendo-se um valor de 66.20 kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>ano (Tabela 4.9). Após a obtenção deste valor e comparando com os valores obtidos da simulação dinâmica multizona do edifício, através do *software DesignBuilder*, é possível determinar o R<sub>IEE</sub> e assim definir a classe energética.

Tabela 4.9 - Indicador de eficiência energética

<b>Indicador de Eficiência Energética</b>	
<b>Área Ocupada (m<sup>2</sup>)</b>	9 862.57
<b>Consumo Eletricidade (kWh)</b>	259 072.00
<b>Consumo Gasóleo (kWh)</b>	5 231.55
<b>Consumo Eletricidade (kWh<sub>EP</sub>)</b>	647 680.00
<b>Consumo Gasóleo (kWh<sub>EP</sub>)</b>	5 231.55
<b>IEE (kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>.ano)</b>	66.20

## 5. Simulação Dinâmica Multizona – *DesignBuilder*

### 5.1. Construção do modelo computacional

Finalizado a recolha dos dados característicos e energéticos do edifício, apresentado no capítulo anterior, é possível criar um modelo que represente o comportamento do edifício durante um ano completo.

Para tal recorreu-se ao *software DesignBuilder*, visto ser a primeira interface detalhada para o programa de simulação térmica *EnergyPlus*. Este caracteriza-se por possuir uma capacidade de modelação tridimensional de fácil manipulação, não possuindo qualquer limitação geométrica e disponibilizando vários elementos realísticos, o que permite fornecer detalhes tais como a tipologia de paredes e a sua espessura.

Como ponto de partida, é necessário escolher a localização que influencia desde logo os resultados obtidos, visto que o programa associa a cada cidade um conjunto de dados climáticos da sua base de dados, permitindo assim obter resultados muito mais reais, uma vez que o clima de um local influencia consideravelmente as necessidades de aquecimento e de arrefecimento.

Todas as características da iluminação, ocupação, equipamentos e sistemas de climatização descritos no capítulo anterior foram utilizados para construir o modelo geométrico e caracterizar o edifício, com o propósito de obter um modelo o mais realístico possível. O modelo geométrico em 3D é apresentado na Figura 5.1.

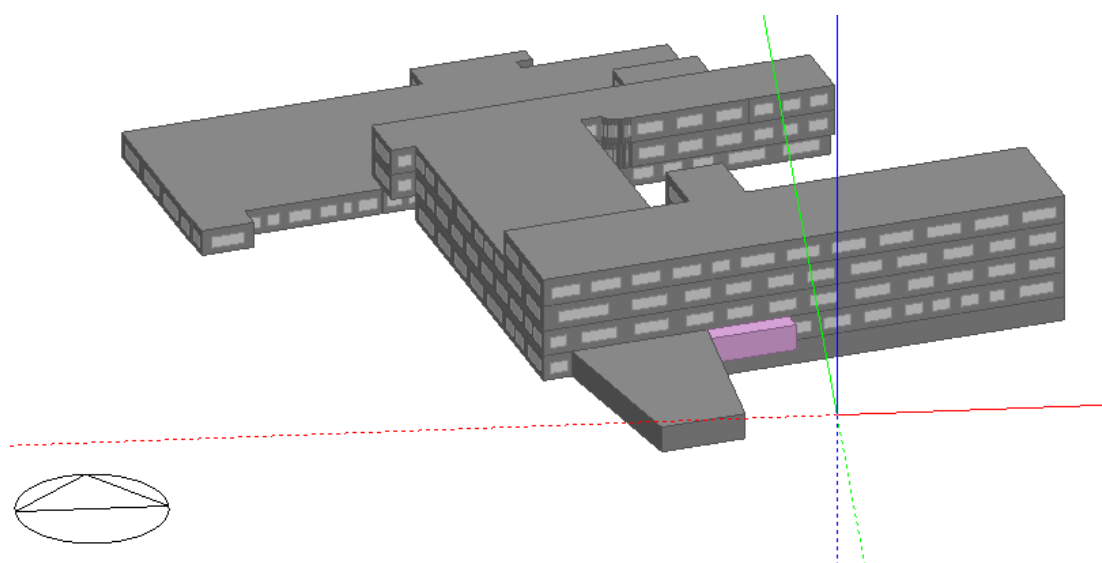


Figura 5.1 - Modelo Geométrico 3D

Durante a construção do modelo, foi efetuado o zoneamento térmico das diversas divisões tendo em consideração a tipologia do espaço e a sua utilização, seguindo as especificações descritas no Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto. Este tipo de zoneamento permite tornar a simulação mais leve, permitindo que a simulação seja efetuada mais rapidamente sem comprometer os resultados. Na Figura 5.2 é apresentado o zoneamento efetuado para o piso 3 do edifício.

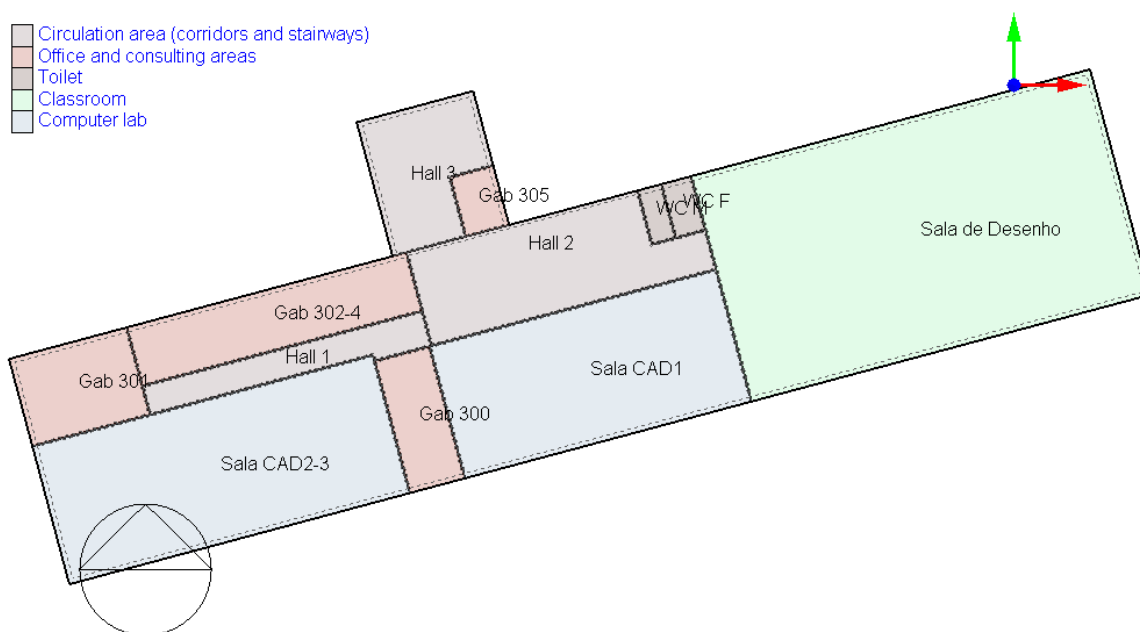


Figura 5.2 - Zoneamento do piso 3

## 5.2. Calibração do modelo

De modo a obter resultados mais aproximados possíveis da realidade torna-se necessário efetuar a calibração de alguns parâmetros de funcionamento do modelo.

Como não existe medições diretas de parâmetros como as temperaturas das zonas e consumos, as grandezas avaliadas na calibração do modelo são os consumos globais de energia elétrica e gásóleo. Para tal é feita uma comparação os registos dos consumos com os consumos previstos pela simulação.

É difícil atingir uma concordância total entre os consumos reais do edifício e os valores obtidos na simulação pois os dados de faturação correspondem a um período anterior, ou seja, pode ter existido alterações na utilização dos edifícios, como por exemplo o número de utilizadores. Também é importante referir que os dados climáticos utilizados na simulação são representativos de um ano climático típico, no entanto o período sobre qual

incide a simulação pode corresponder a um ano atípico e um modelo é por definição uma representação da realidade e apresenta limitações.

Considera-se este modelo de calibrado se os resultados anuais obtidos com a simulação dinâmica diferirem no máximo de 10% dos consumos reais. Os resultados obtidos nas primeiras simulações não respeitavam a condição dos 10% sendo necessário efetuar ajustes no modelo.

Após esses ajustes os resultados obtidos em relação ao consumo anual de energia elétrica e gasóleo são apresentados na Tabela 5.1.

*Tabela 5.1 - Consumos Globais faturados e previstos pela simulação*

	<b>Faturação (kWh)</b>	<b>Simulação (kWh)</b>	<b>Diferença (kWh)</b>	<b>Diferença (%)</b>
<b>Energia Elétrica</b>	259 072.00	277 764.82	- 18 692.82	7%
<b>Gasóleo</b>	5 231.55	4 828.42	403.13	8%
<b>Total</b>	276 317.01	282 593.24	- 6 276.23	2%

Comparando os valores obtidos da simulação para a energia elétrica com as faturas de energia elétrica de 2015 obteve-se uma diferença de 7%. A diferença em relação ao gasóleo é de 8%, mas é importante lembrar que o valor utilizado parte de uma estimativa média de consumos uma vez que abastecimento não é periódico nem constante.

### **5.3. Necessidades de aquecimento**

O *DesignBuilder* possuiu a capacidade de dimensionar a potência ideal a instalar no edifício, de modo a suprir as necessidades de aquecimento existentes de acordo com os *set-points* estabelecidos para as condições de funcionamento normal do edifício.

No dimensionamento das necessidades energéticas de aquecimento, o *software* assume que a temperatura externa no período do Inverno é constante, a velocidade e direção do vento são estimadas e não considera os ganhos solares, assim como os ganhos internos. O resultado atingido permite verificar quais os valores de temperatura interna do ar, a temperatura radiante, a temperatura operativa e a temperatura externa de bolbo seco em estado estacionário (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 - Temperaturas obtidas da simulação (necessidades de aquecimento)

	<b>Resultados obtido</b>
<b>Temperatura interna do ar</b>	17.13 °C
<b>Temperatura radiante</b>	15.99 °C
<b>Temperatura operativa</b>	16.56 °C
<b>Temperatura externa do bolbo seco</b>	4,4 °C

A temperatura interna do ar consiste na temperatura registada no interior do edifício e a temperatura radiante consiste na temperatura de uma superfície uniforme de um ambiente imaginário, onde a troca de calor por radiação é igual à que se verifica num ambiente real não uniforme. Por sua vez, a temperatura operativa consiste na temperatura uniforme de um ambiente imaginário no qual o ocupante troca a mesma quantidade de calor por radiação e convecção como em ambiente real não uniforme. A temperatura externa de bolbo seco representa a temperatura exterior sem influência da humidade.

A simulação no estado estacionário é efetuada de modo interrupto até se verificar a convergência dos fluxos de temperatura de cada zona, obtendo-se assim o aquecimento necessário para garantir a manutenção dos pontos de ajuste de temperatura.

Tabela 5.3 - Necessidades de aquecimento por piso

<b>Piso</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Capacidade total de aquecimento (kW)</b>	<b>kW/m<sup>2</sup></b>
<b>-1</b>	633.56	2.2	0.0035
<b>0</b>	4 110.33	57.1	0.0139
<b>1</b>	2 106.24	37.4	0.0177
<b>2</b>	2 040.86	42.5	0.0208
<b>3</b>	971.58	24.4	0.0251
<b>Total</b>	<b>9 862.57</b>	<b>163.6</b>	<b>0.01642</b>

Conforme apresentado na Tabela 5.3, o piso 0 é o que apresenta as maiores necessidades de aquecimento devido ao facto de ser o piso com maior área.

#### **5.4. Consumos de energia elétrica e de Gasóleo**

O grande consumo do edifício é energia elétrica, uma vez que o gasóleo apenas é utilizado para o aquecimento. Em termos unitários o edifício possui um consumo anual de cerca de

277 765 kWh de energia elétrica e 5 450 kWh de gásóleo. Na Tabela 5.4 é possível visualizar os consumos mensais estimados.

*Tabela 5.4 - Consumos energéticos estimados*

<b>Estimado</b>	<b>Eletricidade (kWh)</b>	<b>Gasóleo (kWh)</b>
<b>Janeiro</b>	28 052.61	2 171.21
<b>Fevereiro</b>	25 497.49	1 134.69
<b>Março</b>	26 837.37	458.60
<b>Abril</b>	25 573.24	0.00
<b>Mai</b>	26 831.86	0.00
<b>Junho</b>	24 358.00	0.00
<b>Julho</b>	15 834.13	0.00
<b>Agosto</b>	1 190.67	0.00
<b>Setembro</b>	26 793.99	0.00
<b>Outubro</b>	28 052.61	0.00
<b>Novembro</b>	26 799.49	424.08
<b>Dezembro</b>	21 943.37	1 261.11
<b>Total</b>	<b>277 764.83</b>	<b>5 449.68</b>

#### **5.4.1. Emissões estimadas de dióxido de carbono**

O *DesignBuilder* apresenta também estimativa das emissões de dióxido de carbono, contudo os fatores de conversão que utiliza não correspondem aos fatores da legislação portuguesa, assim utilizando os valores da energia estimados pelo *DesignBuilder* e aplicando os fatores de conversão da legislação obteve-se uma estimativa das emissões de dióxido de carbono correspondentes. Esses resultados estão apresentados na Tabela 5.5.

*Tabela 5.5 - Emissões estimadas de dióxido de carbono*

<b>Eletricidade (kWh)</b>	277 764.83
<b>Gasóleo (kWh)</b>	5 449.68
<b>Eletricidade (kWh<sub>EP</sub>)</b>	694 412.08
<b>Gasóleo (kWh<sub>EP</sub>)</b>	5 449.68
<b>Total (kWh<sub>EP</sub>)</b>	699 861.76
<b>Emissões de dióxido de carbono (ton CO<sub>2e</sub>)</b>	101.45

### 5.5. Classe energética

Dados os consumos energéticos do ano de 2015, e com os dados obtidos com a simulação é possível determinar a classe energética do edifício. Utilizando a equação 6, apresentada no capítulo 3, obteve-se uma classificação energética. Mediante a informação da Tabela 5.6 obteve-se uma classificação energética de **B**.

*Tabela 5.6 - Classificação Energética*

<b>Classificação Energética</b>	
<b>Área Ocupada (m<sup>2</sup>)</b>	9 862.57
<b>IEE<sub>s</sub></b>	66.20
<b>IEE<sub>ref,s</sub></b>	70.96
<b>R<sub>IEE</sub></b>	0.93
<b>Classificação</b>	<b>B</b>

## **6. Trabalhos Futuros**

Dado a análise efetuada ao edifício é possível identificar algumas oportunidades de racionalização de energia de modo a melhorar o desempenho energético do edifício. Desse modo propõem-se como trabalhos futuros que se efetue um estudo sobre as possíveis melhorias a aplicar ao edifício.

Um possível estudo a efetuar será sobre o controlo do aquecimento da EUP, pois acredita-se que com um controlo mais eficiente será possível melhorar reduzir os consumos de gasóleo e aumentar o conforto dos utilizadores no edifício.

Outro estudo que poderá melhorar a classificação energética do edifício será um estudo sobre a iluminação existente. Neste estudo poderá mostrar se a alteração do tipo de iluminação existente irá trazer benefícios no desempenho do edifício e se essa alteração traz vantagens em termos económicos.

## 7. Conclusão

O certificado energético de um edifício é uma importante ferramenta de análise do comportamento térmico e dos consumos energéticos do edifício ao longo do ano, permitindo detetar durante a sua elaboração problemas existentes e que sejam responsáveis por consumos energéticos excessivos.

O objetivo principal desta dissertação foi concluído, tendo-se efetuada uma análise energética detalhada e determinado a classificação energética do edifício, tendo como base a simulação dinâmica multizona de modelo computacional, devidamente calibrado, representativo do edifício no *software DesignBuilder*. Obtendo-se a classe energética B<sup>-</sup>.

Realizada a simulação comparou-se os valores anuais obtidos com as faturas energéticas para verificar que o modelo era válido e não era ultrapassado os 10% desvio, neste ponto não foram sentidas dificuldades uma vez que o objetivo da calibração do modelo foi totalmente atingindo. A diferença em relação ao gasóleo foi de 8%, mas é importante lembrar que o valor utilizado parte de uma estimativa média de consumos uma vez que abastecimento não é periódico nem constante. A diferença em relação à energia elétrica foi de 7%.

Por último referem-se possíveis trabalhos futuros de forma a complementar este trabalho.

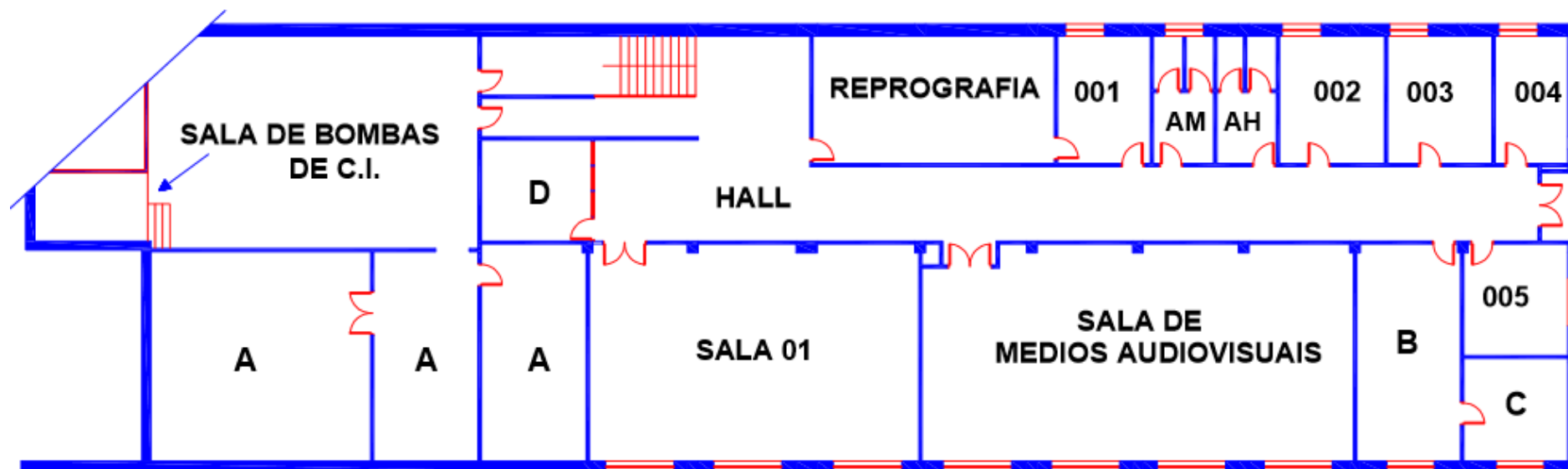
## Referências

1. **Alves, Tomás Miguel Pacheco.** *Análise e Certificação Energética de um Edifício de Comércio e Serviços.* Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança. Bragança : s.n., 2015. Tese de Mestrado.
2. **Cota, Sandra Maria Azevedo.** *Análise Energética de um Edifício Público.* Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança. Bragança : s.n., 2014. Tese de Mestrado.
3. **Eurostat.** *Energy dependency in the EU.* 2016.
4. **Direção-Geral de Energia e Geologia .** *ENERGIA em Portugal (ano 2015).* 2017.
5. *Directiva 2002/91/CE de 16 de dezembro. Parlamento Europeu e do Conselho.* Bruxelas : s.n., 4 de janeiro de 2003, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, pp. L1/65 - L1/71.
6. *Directiva 2010/31/CE de 19 de maio. Parlamento Europeu e do Conselho.* Bruxelas : s.n., 18 de junho de 2010, Jornal Oficial da União Europeia, pp. L153/13 - L153/35.
7. *Decreto-Lei nº 78/2006 de 04 de abril. Ministério da Economia e do Emprego.* Lisboa : s.n., 4 de abril de 2006, Diário da República nº67, Vol. I Série A, pp. 2411 - 2415.
8. *Decreto-Lei nº 79/2006 de 04 de abril. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.* Lisboa : s.n., 4 de abril de 2006, Diário da República nº67, Vol. I Série A, pp. 2416 - 2468.
9. *Decreto-Lei nº 80/2006 de 04 de abril. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações.* Lisboa : s.n., 4 de abril de 2006, Diário da República nº67, Vol. I Série A, pp. 2468 - 2513.
10. *Decreto-Lei nº 188/2013 de 20 de agosto. Ministério da Economia e do Emprego.* Lisboa : s.n., 20 de agosto de 2013, Diário da República nº159, Vol. 1ª Série, pp. 4988 - 5005.
11. *Real Decreto 47/2007. Ministerio de la Presidencia.* Madrid : s.n., 19 de janeiro de 2007, Boletín Oficial del Estado nº27, pp. 4499 - 4507.

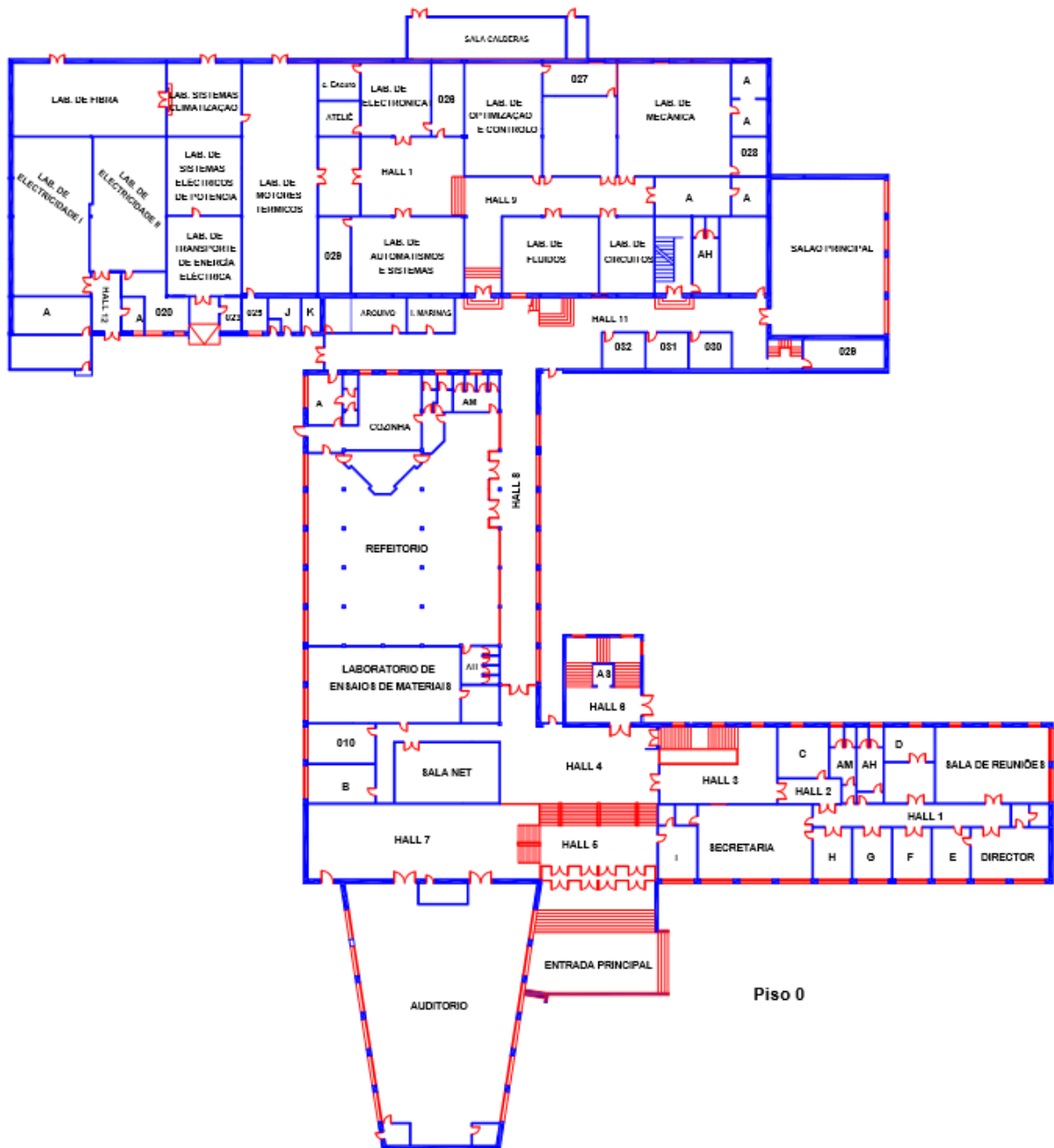
12. *Real Decreto 235/2013*. **Ministerio de la Presidencia**. Madrid : s.n., 13 de abril de 2013, Boletín Oficial del Estado nº89, pp. 27548 - 27562.
13. *Portaria n.º 349-D/2013*. **Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social**. Lisboa : s.n., 2 de dezembro de 2013, Diário da República, Vols. Nº 233, 1ª série, pp. 6628 (40) - 6628 (70).
14. *Despacho (extrato) n.º 15793-J/2013*. **Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia e da Solidariedade, Emprego e Segurança Social**. Lisboa : s.n., 3 de dezembro de 2013, Diário da República, Vols. 2.ª série — N.º 234, pp. 35088 (55) - 35088 (57).
15. **ADENE**. Auditoria Energética. [Online] ADENE - Agência para a energia. [Citação: 1 de março de 2017.] <http://www.adene.pt/textofaqs/auditoria-energetica>.
16. **Escuela Universitaria Politécnica**. Propuestas de mejora para la UDC, Campus de Ferrol y EUP. [Online] Delegación de Alumnos. [Citação: 4 de março de 2017.] [http://www.eup.udc.es/nodos/ver\\_info\\_dele.php?reIt=24](http://www.eup.udc.es/nodos/ver_info_dele.php?reIt=24).
17. *Despacho (extrato) n.º 15793-D/2013*. **Direção-Geral de Energia e Geologia**. 3 de Dezembro de 2013, Diário da República, 2.ª série, Vol. 234, p. 35088(13).

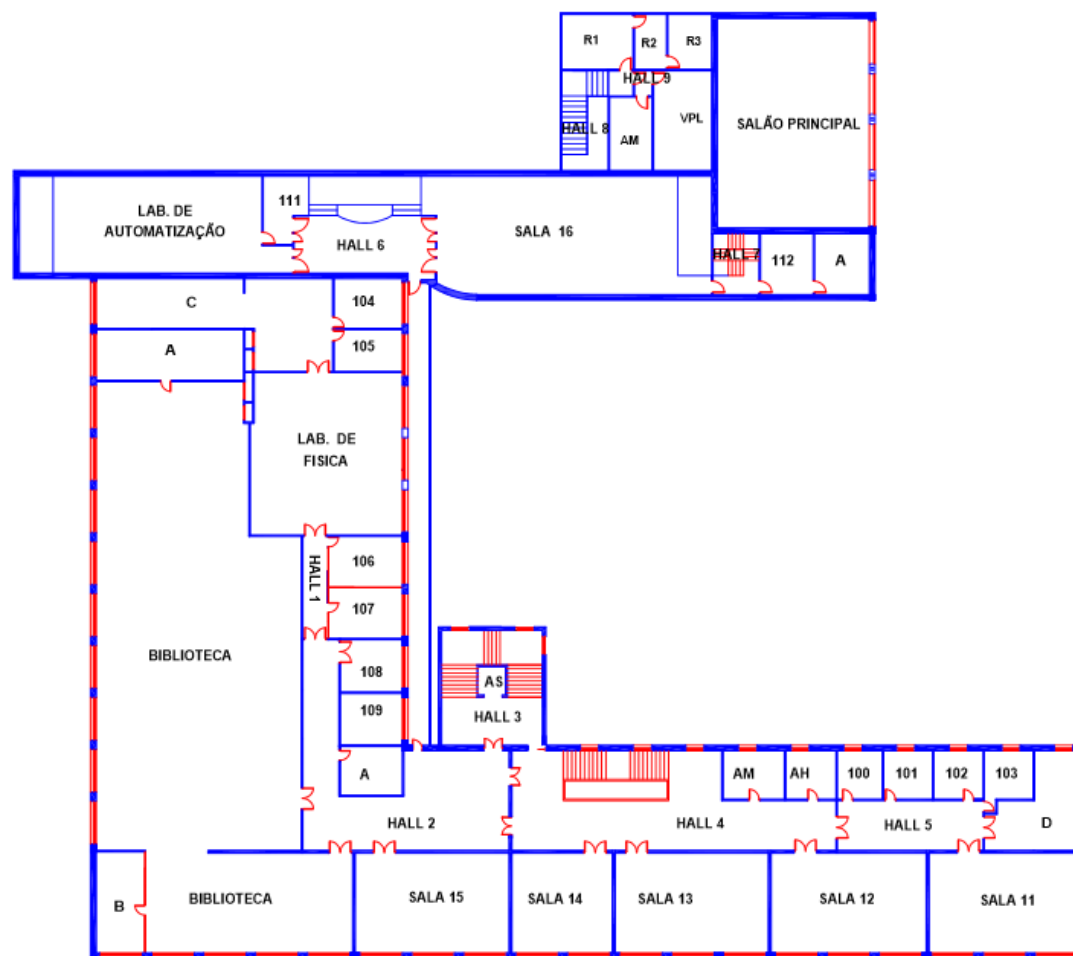
**Anexos**

**Anexo A – Plantas da UDC**

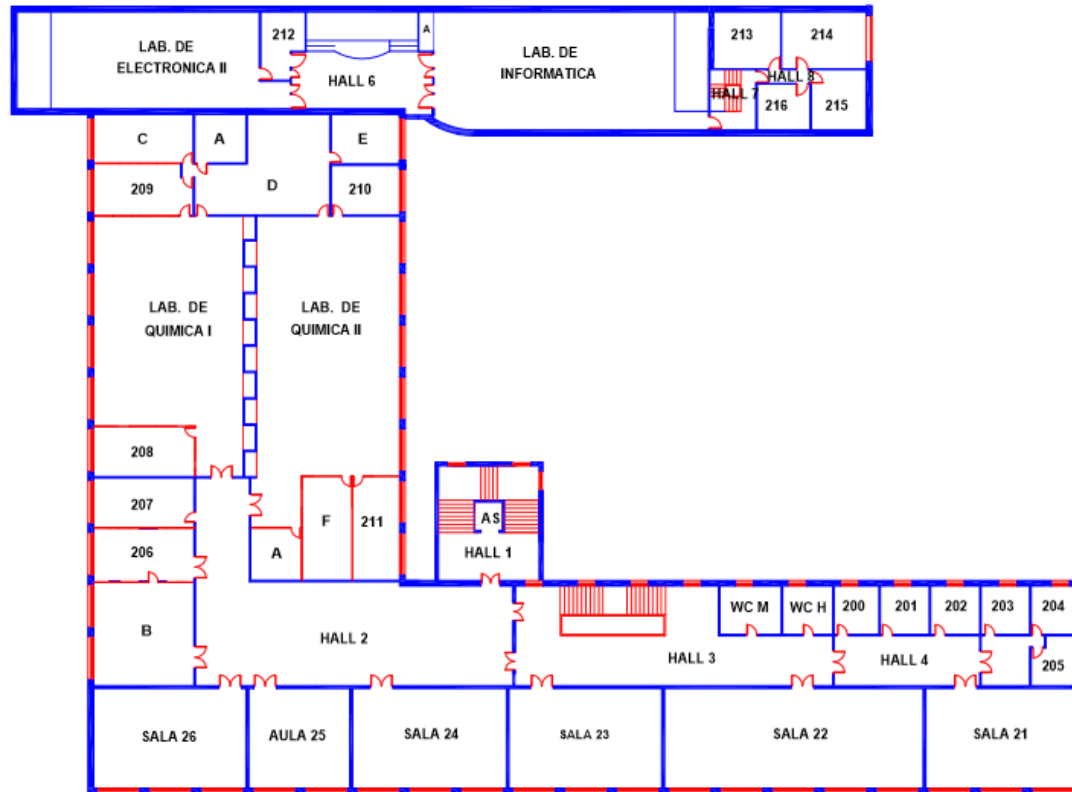


**Piso -1**

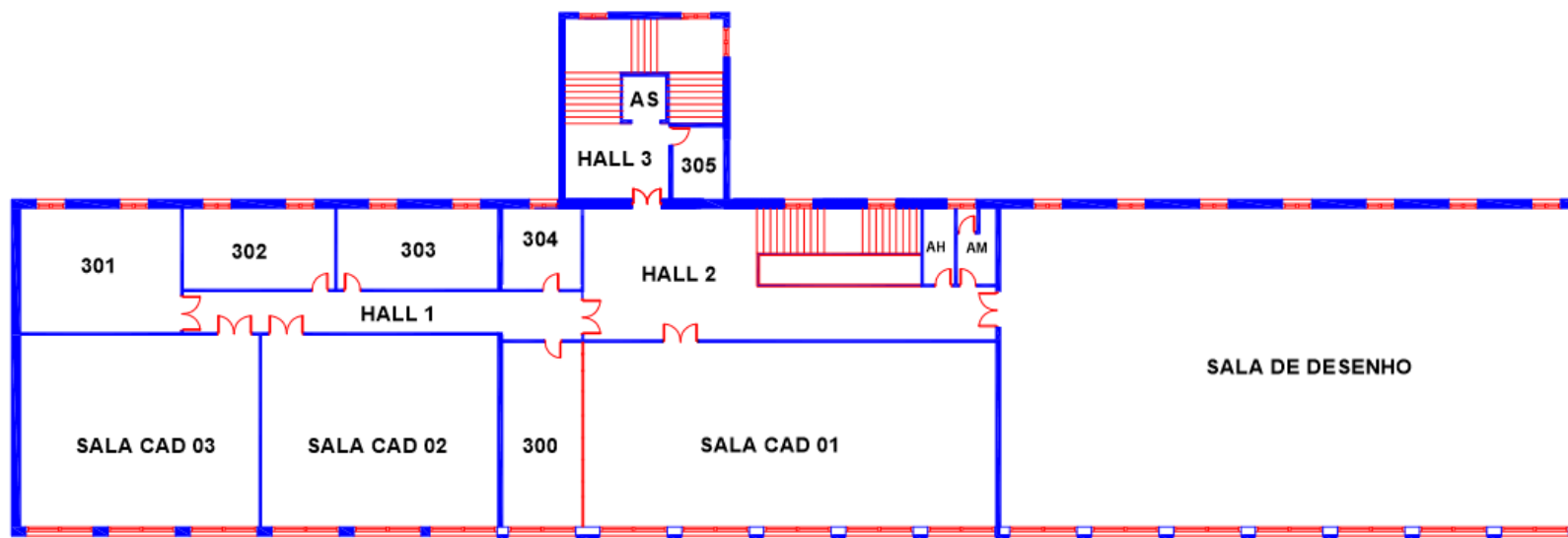




PISO 1



PISO 2



**Piso 3**

## Anexo B – Iluminação

<b>Piso 3</b>					
<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nº de Lâmpadas</b>	<b>Pot. Lâmpada (W)</b>	<b>Pot. Instalada (W)</b>	<b>Densidade Luminosa (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Sala de desenho</b>	345.28	105	36	4130	11.96
<b>Sala CAD1</b>	145.8	45	36	1770	12.14
<b>Sala CAD2</b>	90.74	27	36	1062	11.70
<b>Sala CAD3</b>	89.34	27	36	1062	11.89
<b>Gabinete 300</b>	27.54	3	36	138	5.01
<b>Gabinete 301</b>	37.89	2	36	92	2.43
<b>Gabinete 302</b>	23.98	2	36	92	3.84
<b>Gabinete 303</b>	24.25	2	36	92	3.79
<b>Gabinete 304</b>	11.78	1	36	46	3.90
<b>Gabinete 305</b>	9.02	1	36	46	5.10
<b>Hall 1</b>	31.59	15	36	590	18.68
<b>Hall 2</b>	80.52	12	36	462	5.74
<b>Hall 3</b>	44.15	2	36	82	1.86
<b>WC M</b>	4.35	2	18	52	11.95
<b>WC F</b>	5.35	3	18	78	14.58
<b>Total</b>	<b>971.58</b>	<b>249</b>		<b>9794</b>	<b>10.08</b>

<b>Piso 2</b>					
<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nº de Lâmpadas</b>	<b>Pot. Lâmpada (W)</b>	<b>Pot. Instalada</b>	<b>Densidade Luminosa (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Lab. De Eletrónica 2</b>	108.34	24	36	904	8.34
<b>Lab. Informática</b>	146.71	30	36	1130	7.70
<b>Lab. Química 1</b>	162.78	26	36	1066	6.55
<b>Lab. Química 2</b>	200.37	32	36	1312	6.55
<b>Lab. Radioatividade</b>	21.74	0	0	0	0.00

<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nº de Lâmpadas</b>	<b>Pot. Lâmpada (W)</b>	<b>Pot. Instalada</b>	<b>Densidade Luminosa (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Sala de Balanças</b>	26.82	4	36	164	6.11
<b>Lab. Absorção Atômica</b>	16.9	4	36	164	9.70
<b>Armazém Química 1</b>	10.39	1	36	46	4.43
<b>Armazém Química 2</b>	13.13	1	36	46	3.50
<b>Armazém Informática</b>	5.43	1	36	46	8.47
<b>Sala 21</b>	70.71	18	36	678	9.59
<b>Sala 22</b>	122.22	30	36	1130	9.25
<b>Sala 23</b>	71.72	18	36	678	9.45
<b>Sala 24</b>	70.32	18	36	678	9.64
<b>Sala 25</b>	46.44	12	36	452	9.73
<b>Sala 26</b>	66.44	18	36	678	10.20
<b>Sala Polivalente 2</b>	47.24	12	58	768	16.26
<b>WC Homens</b>	12.17	2	36	82	6.74
<b>WC Mulheres</b>	14.52	2	36	92	6.34
<b>Hall 1</b>	53.78	2	36	82	1.52
<b>Hall 2</b>	179.51	40	36	1510	8.41
<b>Hall 3</b>	108.13	12	36	462	4.27
<b>Hall 4</b>	33.92	4	36	154	4.54
<b>Hall 5</b>	12.97	1	36	46	3.55
<b>Hall 6</b>	57.59	6	36	226	3.92
<b>Hall 7</b>	16.09	2	36	82	5.10
<b>Hall 8</b>	5.37	1	36	46	8.57
<b>Gabinete 200</b>	10.74	1	36	46	4.28
<b>Gabinete 201</b>	11.56	1	36	46	3.98
<b>Gabinete 202</b>	11.63	1	36	46	3.96
<b>Gabinete 203</b>	11.87	1	36	46	3.88
<b>Gabinete 204</b>	11.59	1	36	46	3.97
<b>Gabinete 205</b>	10.35	1	36	46	4.44

Local	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Nº de Lâmpadas	Pot. Lâmpada (W)	Pot. Instalada	Densidade Luminosa (W/m <sup>2</sup> )
<b>Gabinete 207 A</b>	12.77	1	36	46	3.60
<b>Gabinete 207 B</b>	11.93	1	36	46	3.86
<b>Gabinete 208</b>	24.49	6	36	246	10.04
<b>Gabinete 209</b>	22.99	6	36	246	10.70
<b>Gabinete 210</b>	17.68	4	36	164	9.28
<b>Gabinete 211</b>	24.96	4	36	164	6.57
<b>Gabinete 212</b>	11.44	4	36	154	13.46
<b>Gabinete 213</b>	16.43	4	36	164	9.98
<b>Gabinete 214</b>	18.75	4	36	164	8.75
<b>Gabinete 215</b>	19.59	4	36	164	8.37
<b>Gabinete 216</b>	11.66	4	36	164	14.07
<b>Total</b>	2040.86	385		15376	325.96

---

**Piso 1**

Local	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Nº de Lâmpadas	Pot. Lâmpada (W)	Pot. Total (W)	Densidade Luminosa (W/m <sup>2</sup> )
<b>Lab. Automação</b>	108.34	24	36	904	8.34
<b>Lab. Polímeros</b>	80.85	22	36	902	11.16
<b>Lab. Física</b>	114.53	18	36	738	6.44
<b>Armazém Biblioteca 1</b>	34.68	6	36	246	7.09
<b>Armazém Biblioteca 2</b>	17.27	4	36	164	9.50
<b>Armazém Informática</b>	17.25	4	36	164	9.51
<b>Gabinete 100</b>	10.74	4	36	164	15.27
<b>Gabinete 101</b>	11.63	4	36	164	14.10
<b>Gabinete 102</b>	11.73	4	36	164	13.98
<b>Gabinete 103</b>	12.71	4	36	164	12.90
<b>Gabinete 104</b>	11.37	4	36	164	14.42
<b>Gabinete 105</b>	11.73	4	36	164	13.98

<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nº de Lâmpadas</b>	<b>Pot. Lâmpada (W)</b>	<b>Pot. Instalada</b>	<b>Densidade Luminosa (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Gabinete 107</b>	17.27	4	36	164	9.50
<b>Gabinete 108</b>	16.21	4	36	164	10.12
<b>Gabinete 109</b>	16.15	4	36	164	10.15
<b>Gabinete 111</b>	11.44	4	36	164	14.34
<b>Gabinete 112</b>	14.23	4	36	164	11.52
<b>Gab. Biblioteca 1</b>	10.95	4	36	164	14.98
<b>Gab. Biblioteca 2</b>	13.02	4	36	164	12.60
<b>Sala 11</b>	72.56	18	36	678	9.34
<b>Sala 12</b>	69.86	18	36	678	9.71
<b>Sala 13</b>	47.59	4	36	164	3.45
<b>Sala 14</b>	72.56	18	36	678	9.34
<b>Sala 15</b>	71.89	18	36	678	9.43
<b>Sala 16</b>	152.27	30	36	1130	7.42
<b>Sala Polivalente 1</b>	34.9	8	36	328	9.40
<b>Hall 2</b>	106.6	24	36	914	8.57
<b>Hall 3</b>	53.78	2	36	82	1.52
<b>Hall 4</b>	104.67	6	36	246	2.35
<b>Hall 5</b>	34.27	4	36	154	4.49
<b>Hall 6</b>	53.63	6	36	226	4.21
<b>Hall 7</b>	13.93	2	36	82	5.89
<b>Escadas</b>	20.65	4	36	164	7.94
<b>WC F</b>	14.62	2	36	82	5.61
<b>WC M</b>	11.97	4	36	164	13.70
<b>Radio</b>	36.42	-	-	-	0.00
<b>Vestuário</b>	35.02	-	-	-	0.00
<b>Total</b>	2106.24	713		20140	367.52

<b>Piso 0</b>					
<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nº de Lâmpadas</b>	<b>Pot. Lâmpada (W)</b>	<b>Pot. Total (W)</b>	<b>Densidade Luminosa (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Gab. Diretor</b>	39.28	14	36	644	16.40
<b>Secretaria Direção</b>	15.14	4	36	154	10.17
<b>Gab. Subdireção - Rel.Ext.</b>	17.97	4	36	154	8.57
<b>Gab. Subdireção - Infra</b>	16.55	4	36	154	9.31
<b>Secretaria Subdiretores</b>	16.74	4	36	154	9.20
<b>Gab. Subdireção - Qual</b>	31.75	4	36	164	5.17
<b>Portaria</b>	19.26	4	36	154	8.00
<b>Sala de Reuniões</b>	73.03	20	36	750	10.27
<b>Secretaria</b>	75.7	24	36	924	12.21
<b>WC M</b>	15.5	1	36	46	2.97
<b>WC F</b>	13.1	2	36	92	7.02
<b>Auditório</b>	303.05	0	0	0	0.00
<b>Cabine do Auditório</b>	15.91	1	36	46	2.89
<b>Sala Net</b>	43.89	6	36	246	5.60
<b>Sala de Professores</b>	22.13	2	36	82	3.71
<b>Salão Principal</b>	149.17	122	36 e 18	2492	16.71
<b>Ass. De Estudantes</b>	25.78	4	36	164	6.36
<b>Hall 1</b>	34.82	8	36	328	9.42
<b>Hall 2</b>	12.03	2	36	82	6.82
<b>Hall 3</b>	63.38	10	36	380	6.00
<b>Hall 4</b>	53.78	2	36	82	1.52
<b>Hall 5</b>	145.73	20	36	780	5.35
<b>Hall 6</b>	57.67	24	36	894	15.50
<b>Hall 8</b>	96.98	12	36	462	4.76
<b>Cozinha</b>	89.28	0	0	0	0.00
<b>Refeitório</b>	326.47	32	36	1312	4.02
<b>WC F</b>	12.66	3	18	78	6.16

<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nº de Lâmpadas</b>	<b>Pot. Lâmpada (W)</b>	<b>Pot. Instalada</b>	<b>Densidade Luminosa (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Gabinete 010</b>	26.11	4	36	164	6.28
<b>Lab. Fibra</b>	98.17	0	0	0	0.00
<b>Lab. Sistemas de climatização</b>	48.64	4	36	164	3.37
<b>Lab. Eletrônica 1</b>	50.8	36	36	1356	26.69
<b>Ateliê</b>	14.41	16	18	320	22.21
<b>Quarto Escuro</b>	6.82	0	0	0	0.00
<b>Lab. Automatização e Sistemas</b>	73.17	36	36	1356	18.53
<b>Lab. desenho eletrônicos</b>	20.69	2	36	92	4.45
<b>Lab. Otimização e controle</b>	77.75	14	36	574	7.38
<b>Lab eletrônica industrial</b>	52.83	12	36	492	9.31
<b>Lab. Mecânica</b>	111.81	36	36	1386	12.40
<b>Lab. Mecânica de Fluidos</b>	64.15	6	36	276	4.30
<b>Lab. Circuitos</b>	35.16	16	36	616	17.52
<b>Lab. Sistemas Transporte de energia</b>	99.33	54	36	2034	20.48
<b>Lab. Sistemas Elétricos de Potência</b>	99.33	54	36	2034	20.48
<b>Lab. Eletricidade 2</b>	85.18	72	36	2712	31.84
<b>Lab eletricidade 1</b>	97.96	45	18	930	9.49
<b>Gabinete 26</b>	22.92	4	36	164	7.16
<b>Gabinete 27</b>	21	14	36	574	27.33
<b>Gabinete 28</b>	12.63	4	36	164	12.98
<b>Gabinete 29</b>	21.27	4	36	164	7.71
<b>Gabinete 30</b>	14	4	36	164	11.71
<b>Gabinete 31</b>	12.16	4	36	164	13.49
<b>Gabinete 32</b>	12.76	4	36	164	12.85
<b>Gab. Invenções Marinhas</b>	19.66	4	36	164	8.34
<b>Gab Desenho</b>	5.88	0	0	0	0.00
<b>Gabinete 24</b>	11.92	4	36	164	13.76
<b>Gabinete 23</b>	5.96	4	36	164	27.52

Local	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Nº de Lâmpadas	Pot. Lâmpada (W)	Pot. Instalada	Densidade Luminosa (W/m <sup>2</sup> )
Hall 10	82.8	6	36	246	2.97
Escadas	13.94	3	36	138	9.90
WC M	18.31	3	18	78	4.26
???	36.48	0	0	0	0.00
Hall 11	198.61	38	36	1468	7.39
Quarto limpeza	5.74	0	0	0	0.00
Hall 13	12.55	4	36	164	13.07
Hall 12	10.2	3	36	118	11.57
Armazém	24.06	6	36	246	10.22
Armazém Magna	22.65	4	36	164	7.24
Armazém	11.89	4	36	164	13.79
Arquivo	10.15	2	36	82	8.08
Transformador	47.1	4	36	164	3.48
Sala de Caldeiras	56.36	6	36	246	4.36
<b>Total</b>	<b>4110.33</b>	<b>965</b>		<b>34046</b>	<b>693.78</b>

## Piso -1

Local	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Nº de Lâmpadas	Pot. Lâmpada (W)	Pot. Total (W)	Densidade Luminosa (W/m <sup>2</sup> )
Sala de Bombas	96.19	4	36	164	1.70
Armazém de Dados	13.21	2	36	82	6.21
Armazém 1	46.9	6	36	246	5.25
Armazém 2	21.88	6	36	236	10.79
Armazém 3	24.33	2	36	82	3.37
Armazém 4	7	1	36	46	6.57
Armazém 5	2.31	1	36	46	19.91
Gabinete 001	13.75	2	36	82	5.96
Gabinete 002	14.27	2	36	82	5.75

<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nº de Lâmpadas</b>	<b>Pot. Lâmpada (W)</b>	<b>Pot. Instalada</b>	<b>Densidade Luminosa (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Gabinete 004</b>	15.22	2	36	82	5.39
<b>Gabinete Industrial</b>	25.48	8	36	308	12.09
<b>Gabinete 005</b>	11.49	2	36	82	7.14
<b>Gabinete diretor industrial</b>	11.22	2	36	82	7.31
<b>Sala 3D</b>	75.63	12	36	492	6.51
<b>Sala audiovisual</b>	92.47	0	0	0	0.00
<b>Hall</b>	100.63	14	36	564	5.60
<b>Reprografia</b>	30.88	6	36	226	7.32
<b>WC F</b>	8.49	2	36	44	5.18
<b>WC M</b>	7.64	1	18	26	3.40
<b>Total</b>	<b>633.56</b>	<b>77</b>		<b>3054</b>	<b>131.07</b>

## Anexo C – Equipamentos

<b>Piso 3</b>						
<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Nº de equipamentos</b>	<b>Pot. equipamento (W)</b>	<b>Pot. Total (W)</b>	<b>Densidade (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Sala de desenho</b>	345.28	Computador	1	250	250	0.72
	345.28	Projeter	1	300	300	0.87
<b>Sala CAD1</b>	145.8	Computador	29	250	7250	49.73
<b>Sala CAD1</b>	145.8	Impressora	1	150	150	1.03
<b>Sala CAD1</b>	145.8	Projeter	1	300	300	2.06
<b>Sala CAD2</b>	90.74	Computador	20	250	5000	55.10
<b>Sala CAD2</b>	90.74	Projeter	1	300	300	3.31
<b>Sala CAD3</b>	89.34	Computador	20	250	5000	55.97
<b>Sala CAD3</b>	89.34	Projeter	1	300	300	3.36
<b>Gabinete 300</b>	27.54	Computador	4	250	1000	36.31
<b>Gabinete 301</b>	37.89	Computador	2	250	500	13.20
<b>Gabinete 302</b>	23.98	Computador	3	250	750	31.28
<b>Gabinete 303</b>	24.25	Computador	2	250	500	20.62
<b>Gabinete 304</b>	11.78	Computador	1	250	250	21.22
<b>Gabinete 305</b>	9.02	Computador	1	250	250	27.72
<b>Hall 1</b>	31.59	-	0	0	0	0.00
<b>Hall 2</b>	80.52	-	0	0	0	0.00
<b>Hall 3</b>	44.15	-	0	0	0	0.00
<b>WC M</b>	4.35	Secador de mãos	1	1960	1960	450.57
<b>WC F</b>	5.35	Secador de mãos	1	1960	1960	366.36
<b>Total</b>	<b>971.58</b>		<b>90</b>	<b>7770</b>	<b>26020</b>	<b>26.78</b>

<b>Piso 2</b>						
<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Nº de equipamentos</b>	<b>Pot. equipamento (W)</b>	<b>Pot. Total (W)</b>	<b>Densidade (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Lab. De Eletrónica 2</b>	108.34	Computador	16	250	4000	36.92
	108.34	Projektor	1	300	300	2.77
<b>Lab. Informática</b>	146.71	Computador	31	250	7750	52.83
	146.71	Projektor	1	300	300	2.04
<b>Lab. Química 1</b>	162.78	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Química 2</b>	200.37	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Radioatividade</b>	21.74	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Química Analítica</b>	50.06	-	-	-	0	0.00
<b>Sala de Balanças</b>	26.82	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Absorção Atómica</b>	16.9	-	-	-	0	0.00
<b>Armazém Química 1</b>	10.39	-	-	-	0	0.00
<b>Armazém Química 2</b>	13.13	-	-	-	0	0.00
<b>Armazém Informática</b>	5.43	-	-	-	0	0.00
<b>Sala 21</b>	70.71	Computador	1	250	250	3.54
	70.71	Projektor	1	300	300	4.24
<b>Sala 22</b>	122.22	Computador	1	250	250	2.05
	122.22	Projektor	1	300	300	2.45
<b>Sala 23</b>	71.72	Computador	1	250	250	3.49
	71.72	Projektor	1	300	300	4.18
<b>Sala 24</b>	70.32	Computador	1	250	250	3.56
	70.32	Projektor	1	300	300	4.27
<b>Sala 25</b>	46.44	Computador	1	250	250	5.38
	46.44	Projektor	1	300	300	6.46

<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Nº de equipamentos</b>	<b>Pot. equipamento (W)</b>	<b>Pot. Total (W)</b>	<b>Densidade (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Sala 26</b>	66.44	Computador	1	250	250	3.76
	66.44	Projeter	1	300	300	4.52
<b>Sala Polivalente 2</b>	47.24	Computador	1	250	250	5.29
	47.24	Projeter	1	300	300	6.35
<b>WC Homens</b>	12.17	Secador de mãos	1	1960	1960	161.05
<b>WC Mulheres</b>	14.52	Secador de mãos	1	1960	1960	134.99
<b>Hall 1</b>	53.78	-	-	-	0	0
<b>Hall 2</b>	179.51	-	-	-	0	0
<b>Hall 3</b>	108.13	-	-	-	0	0
<b>Hall 4</b>	33.92	-	-	-	0	0
<b>Hall 5</b>	12.97	-	-	-	0	0
<b>Hall 6</b>	57.59	-	-	-	0	0
<b>Hall 7</b>	16.09	-	-	-	0	0
<b>Hall 8</b>	5.37	-	-	-	0	0
<b>Gabinete 200</b>	10.74	Computador	1	250	250	23.28
<b>Gabinete 201</b>	11.56	Computador	1	250	250	21.63
<b>Gabinete 202</b>	11.63	Computador	2	250	500	42.99
<b>Gabinete 203</b>	11.87	Computador	1	250	250	21.06
<b>Gabinete 204</b>	11.59	Computador	1	250	250	21.57
<b>Gabinete 205</b>	10.35	Computador	1	250	250	24.15
<b>Gabinete 206</b>	28.62	Computador	3	250	750	26.21
<b>Gabinete 207 A</b>	12.77	Computador	1	250	250	19.58
<b>Gabinete 208</b>	24.49	Computador	1	250	250	10.21
<b>Gabinete 209</b>	22.99	Computador	4	250	1000	43.50
<b>Gabinete 210</b>	17.68	Computador	3	250	750	42.42
<b>Gabinete 211</b>	24.96	Computador	1	250	250	10.02

Local	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Equipamento	Nº de equipamentos	Pot. equipamento (W)	Pot. Total (W)	Densidade (W/m <sup>2</sup> )
Gabinete 212	11.44	Computador	1	250	250	21.85
Gabinete 213	16.43	Computador	4	250	1000	60.86
Gabinete 214	18.75	Computador	1	250	250	13.33
Gabinete 215	19.59	Computador	1	250	250	12.76
Gabinete 216	11.66	Computador	1	250	250	21.44
<b>Total</b>	<b>2791</b>	<b>0</b>	<b>94</b>	<b>13370</b>	<b>27370</b>	<b>907.95</b>

Piso 1						
Local	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Equipamento	Nº de equipamentos	Pot. equipamento (W)	Pot. Total (W)	Densidade (W/m <sup>2</sup> )
Lab. Automatização	108.34	Computador	12	250	3000	27.69
		Projeter	1	300	300	2.77
Lab. Física	114.53	Computador	2	250	500	4.37
Lab. Polímeros	80.85	Computador	2	250	500	6.18
Armazém Biblioteca 1	34.68	-	-	-	0	0.00
Armazém Biblioteca 2	17.27	-	-	-	0	0.00
Armazém Informática	17.25	-	-	-	0	0.00
Gabinete 100	10.74	Computador	1	250	250	23.28
Gabinete 101	11.63	Computador	1	250	250	21.50
Gabinete 102	11.73	Computador	1	250	250	21.31
Gabinete 103	12.71	Computador	1	250	250	19.67
Gabinete 104	11.37	Computador	1	250	250	21.99
Gabinete 105	11.73	Computador	1	250	250	21.31
Gabinete 106	17.27	Computador	2	250	500	28.95

<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Nº de equipamentos</b>	<b>Pot. equipamento (W)</b>	<b>Pot. Total (W)</b>	<b>Densidade (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Gabinete 107</b>	17.27	Computador	2	250	500	28.95
<b>Gabinete 108</b>	16.21	Computador	1	250	250	15.42
<b>Gabinete 109</b>	16.15	Computador	2	250	500	30.96
<b>Gabinete 111</b>	11.44	Computador	1	250	250	21.85
<b>Gabinete 112</b>	14.23	Computador	1	250	250	17.57
<b>Gab. Biblioteca 1</b>	10.95	Computador	1	250	250	22.83
<b>Gab. Biblioteca 2</b>	13.02	Computador	1	250	250	19.20
<b>Sala 11</b>	72.56	Computador	21	250	5250	72.35
		Projeter	1	300	300	4.13
<b>Sala 12</b>	69.86	Computador	1	250	250	3.58
		Projeter	1	300	300	4.29
<b>Sala 13</b>	47.59	Computador	1	250	250	5.25
		Projeter	1	300	300	6.30
<b>Sala 14</b>	72.56	Computador	1	250	250	3.45
		Projeter	1	300	300	4.13
<b>Sala 15</b>	71.89	Computador	1	250	250	3.48
		Projeter	1	300	300	4.17
<b>Sala 16</b>	152.27	Computador	1	250	250	1.64
		Projeter	1	300	300	1.97
<b>Sala Polivalente 1</b>	34.9	-	-	-	0	0.00
<b>WC F</b>	14.62	Secador de mãos	1	1960	1960	134.06
<b>WC M</b>	11.97	Secador de mãos	1	1960	1960	163.74
<b>Biblioteca</b>	513.04	Computador	5	250	1250	2.44
<b>Hall 1</b>	12.01	-	-	-	0	0.00
<b>Hall 2</b>	106.6	-	-	-	0	0.00
<b>Hall 3</b>	53.78	-	-	-	0	0.00

Local	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Equipamento	Nº de equipamentos	Pot. equipamento (W)	Pot. Total (W)	Densidade (W/m <sup>2</sup> )
Hall 4	104.67	-	-	-	0	0.00
Hall 5	34.27	-	-	-	0	0.00
Hall 6	53.63	-	-	-	0	0.00
Hall 7	13.93	-	-	-	0	0.00
Escadas	20.65	-	-	-	0	0.00
Radio	36.42	-	-	-	0	0.00
WC Staff	14.63	-	-	-	0	0.00
Vestuário	35.02	-	-	-	0	0.00
<b>Total</b>	<b>2106.24</b>	<b>0</b>	<b>73</b>	<b>12020</b>	<b>22020</b>	<b>770.81</b>

## Piso 0

Local	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Equipament o	Nº de equipamentos	Pot. equipamento (W)	Pot. Total (W)	Densidade (W/m <sup>2</sup> )
Gab. Diretor	39.28	Computador	1	250	250	6.36
Secretaria Direção	15.14	Computador	1	250	250	16.51
Gab. Subdireção - Rel.Ext.	17.97	Computador	1	250	250	13.91
Gab.Subdireção - Infra	16.55	Computador	1	250	250	15.11
Secretaria Subdiretores	16.74	Computador	1	250	250	14.93
Gab.Subdireção - Qual	31.75	Computador	1	250	250	7.87
Portaria	19.26	Computador	1	250	250	12.98
Sala de Reuniões	73.03	Projektor	1	300	300	4.11
Secretaria	75.7	Computador	4	250	1000	13.21
WC M	15.5	Secador de mãos	1	1960	1960	126.45
WC F	13.1	Secador de mãos	1	1960	1960	149.62
Auditório	303.05	-	-	-	0	0.00

<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Equipament o</b>	<b>Nº de equipamentos</b>	<b>Pot. equipamento (W)</b>	<b>Pot. Total (W)</b>	<b>Densidade (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Cabine do Auditório</b>	<b>15.91</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Sala Net</b>	<b>43.89</b>	Computador	13	250	3250	74.05
<b>Sala de Professores</b>	<b>22.13</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Salão Principal</b>	<b>149.17</b>	Computador	1	250	250	1.68
		Projeter	1	300	300	2.01
<b>Ass. De Estudantes</b>	<b>25.78</b>	Computador	2	250	500	19.39
<b>Hall 1</b>	<b>34.82</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Hall 2</b>	<b>12.03</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Hall 3</b>	<b>63.38</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Hall 4</b>	<b>53.78</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Hall 5</b>	<b>145.73</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Hall 6</b>	<b>57.67</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Hall 7</b>	<b>129.32</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Hall 8</b>	<b>96.98</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Cozinha</b>	<b>89.28</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Refeitório</b>	<b>326.47</b>	Micro-ondas	2	1200	2400	7.35
<b>WC F</b>	<b>12.66</b>	Secador de mãos	1	1960	1960	154.82
<b>WC M</b>	<b>12.42</b>	Secador de mãos	1	1960	1960	157.81
<b>Lab. Ensaio de Materiais</b>	<b>100.91</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Gabinete 010</b>	<b>26.11</b>	Computador	2	250	500	19.15
<b>Gabinete 011</b>	<b>12.28</b>	Computador	1	250	250	20.36
<b>Lab. Fibra</b>	<b>98.17</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Sistemas de climatização</b>	<b>48.64</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Motores Térmicos</b>	<b>148.13</b>	Computador	3	250	750	5.06
<b>Lab. Eletrónica 1</b>	<b>50.8</b>	-	-	-	0	0.00
<b>Ateliê - Cesar</b>	<b>14.41</b>	Computador	1	250	250	17.35

<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Equipament o</b>	<b>Nº de equipamentos</b>	<b>Pot. equipamento (W)</b>	<b>Pot. Total (W)</b>	<b>Densidade (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Quarto Escuro</b>	6.82	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Automatização e Sistemas</b>	73.17	Computador	5	250	1250	17.08
<b>Lab. desenho eletrônicos</b>	20.69	Computador	1	250	250	12.08
<b>Lab. Otimização e controlo</b>	77.75	Computador	15	250	3750	48.23
<b>Lab eletrónica industrial</b>	52.83	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Mecânica</b>	111.81	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Mecânica de Fluidos</b>	64.15	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Circuitos</b>	35.16	Computador	3	250	750	21.33
<b>Lab. Sistemas Transporte de energia</b>	99.33	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Sistemas Elétricos de Potência</b>	99.33	-	-	-	0	0.00
<b>Lab. Eletricidade 2</b>	85.18	Computador	10	250	2500	29.35
<b>Lab eletricidade 1</b>	97.96	Computador	10	250	2500	25.52
<b>Gabinete 26</b>	22.92	Computador	1	250	250	10.91
<b>Gabinete 27</b>	21	Computador	1	250	250	11.90
<b>Gabinete 28</b>	12.63	Computador	1	250	250	19.79
<b>Gabinete 29</b>	21.27	Computador	1	250	250	11.75
<b>Gabinete 30</b>	14	Computador	2	250	500	35.71
<b>Gabinete 31</b>	12.16	Computador	1	250	250	20.56
<b>Gabinete 32</b>	12.76	Computador	2	250	500	39.18
<b>Gab. Invenções Marinhas</b>	19.66	Computador	1	250	250	12.72
<b>Gab Desenho</b>	5.88	Computador	1	250	250	42.52
<b>Gabinete 24</b>	11.92	Computador	1	250	250	20.97
<b>Gabinete 23</b>	5.96	Computador	1	250	250	41.95
<b>Gabinete 25</b>	26.93	Computador	1	250	250	9.28
<b>Hall 9</b>	95.22	-	-	-	0	0.00

Local	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Equipament o	Nº de equipamentos	Pot. equipamento (W)	Pot. Total (W)	Densidade (W/m <sup>2</sup> )
Hall 10	82.8	-	-	-	0	0.00
Escadas	13.94	-	-	-	0	0.00
WC M	18.31	Secador de mãos	1	1960	1960	107.05
???	36.48	-	-	-	0	0.00
Hall 11	198.61	-	-	-	0	0.00
Quarto limpeza	5.74	-	-	-	0	0.00
Hall 13	12.55	-	-	-	0	0.00
Hall 12	10.2	-	-	-	0	0.00
Armazém	24.06	-	-	-	0	0.00
Armazém Magna	22.65	-	-	-	0	0.00
Armazém	11.89	-	-	-	0	0.00
Arquivo	16.06	-	-	-	0	0.00
Arquivo	10.15	-	-	-	0	0.00
Armazém	9	-	-	-	0	0.00
Transformador	47.1	-	-	-	0	0.00
Sala de Caldeiras	56.36	-	-	-	0	0.00
<b>Total</b>	<b>4110.33</b>		<b>101</b>	<b>19850</b>	<b>35800</b>	<b>1398.00</b>

## Piso -1

Local	Área Útil (m <sup>2</sup> )	Equipamento	Nº de equipamentos	Pot. equipamento (W)	Pot. Total (W)	Densidade (W/m <sup>2</sup> )
Sala de Bombas	96.19	-	-	-	-	0
Armazém de Dados	13.21	-	-	-	-	0
Armazém 1	46.9	-	-	-	-	0
Armazém 2	21.88	-	-	-	-	0
Armazém 3	24.33	-	-	-	-	0

<b>Local</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Nº de equipamentos</b>	<b>Pot. equipamento (W)</b>	<b>Pot. Total (W)</b>	<b>Densidade (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Armazém 4</b>	<b>7</b>	-	-	-	-	0
<b>Armazém 5</b>	<b>2.31</b>	-	-	-	-	0
<b>Gabinete 001</b>	<b>13.75</b>	Computador	3	250	750	54.5
<b>Gabinete 002</b>	<b>14.27</b>	Computador	1	250	250	17.5
<b>Gabinete 003</b>	<b>14.57</b>	Computador	1	250	250	17.2
<b>Gabinete 004</b>	<b>15.22</b>	Computador	1	250	250	16.4
<b>Gabinete Industrial</b>	<b>25.48</b>	Computador	3	250	750	29.4
<b>Gabinete 005</b>	<b>11.49</b>	Computador	1	250	250	21.8
<b>Gabinete diretor industrial</b>	<b>11.22</b>	Computador	1	250	250	22.3
<b>Sala 3D</b>	<b>75.63</b>	-	-	-	-	0
<b>Sala audiovisual</b>	<b>92.47</b>	-	-	-	-	0
<b>Hall</b>	<b>100.63</b>	-	-	-	-	0
<b>Reprografia</b>	<b>30.88</b>	Fotocopiadoras	3	800	2400	77.7
		Computador	2	250	500	16.2
<b>WC Mulheres</b>	<b>8.49</b>	Secador de Mãos	1	1960	1960	230.9
<b>WC Homens</b>	<b>7.64</b>	Secador de Mãos	1	1960	1960	256.5
<b>Total</b>	<b>633.56</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>6720</b>	<b>9570</b>	<b>760.44</b>