

Avaliação do desempenho energético de um grande
edifício de serviços existente

Diogo Emanuel da Silva Garrido

Dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em
Energias Sustentáveis

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

26 de novembro de 2013

Relatório da Unidade Curricular de Dissertação/Projecto/Estágio do 2º ano do Mestrado
em Energias Sustentáveis

Candidato: Diogo Emanuel da Silva Garrido, Nº 1050585, 1050585@isep.ipp.pt

Orientação Científica: Mestre Isabel Maria Garcia Sarmento Pereira, isp@isep.ipp.pt

Mestrado em Engenharia Energias Sustentáveis

Departamento de Engenharia Mecânica



26 de novembro de 2013

Dedico esta dissertação à minha família...

Agradecimentos

Esta tese de mestrado representa o final da minha vida académica passada integralmente no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Como tal agradeço ao ISEP e aos seus docentes pela maneira como me prepararam para a vida profissional, dotando-me das ferramentas necessárias para ultrapassar os desafios exigentes que se advinham.

À professora Isabel Maria Sarmento Garcia Pereira, pela disponibilidade sempre demonstrada, ao longo de quase um ano, pelas várias horas dispensadas e visão crítica na valorização continua desta dissertação, orientando-me para que esta se tornasse uma realidade.

À minha família pelo apoio e paciência que sempre tiveram e aos conselhos úteis que me ajudaram a ultrapassar os momentos mais difíceis.

A todos os meus amigos e colegas de estudo pela entajuda que sempre existiu, a qual muito me foi útil não longo destes dois anos de mestrado.

Por fim, mas não menos importante, ao engenheiro Barrote Dias pela disponibilidade sempre demonstrada, por me ter facultado total acesso ao edifício sempre que necessitei e me ter disponibilizado toda a informação indispensável à realização desta dissertação.

Resumo

Nesta dissertação pretende-se caracterizar o desempenho energético de um grande edifício de serviços existente, da tipologia ensino, avaliar e identificar potenciais medidas que melhorem aquele desempenho, permitindo, em complemento, determinar a sua classificação energética no âmbito da legislação vigente. A pertinência do estudo prende-se com a avaliação do desempenho energético dos edifícios e com o estudo de medidas de melhoria que permitam incrementar a eficiência energética, por recurso a um programa de simulação energética dinâmica certificado – DesignBuilder e tendo em conta a regulamentação portuguesa em vigor.

Inicialmente procedeu-se à modelação do edifício com recurso ao programa DesignBuilder, e, simultaneamente, realizou-se um levantamento de todas as suas características ao nível de geometria, pormenores construtivos, sistemas AVAC e de iluminação e fontes de energia utilizadas.

Com vista à caracterização do modo de operação do edifício, foi realizado um levantamento dos perfis reais de utilização em termos de ocupação, iluminação e equipamentos para os vários espaços. Foram realizadas medições de caudais de ar novo e da temperatura do ar, em alguns equipamentos e alguns espaços específicos. Foram realizadas medições em tempo real e leituras de contagens da energia eléctrica utilizada, quer em período de aulas quer em período de férias, que permitiram a desagregação das facturas da energia eléctrica que se apresentam globais para o campus do ISEP. Foram realizadas leituras de contagens de gás natural.

Em sequência, foi realizada a simulação energética dinâmica com o intuito de ajustar o modelo criado aos consumos reais e de analisar medidas de melhoria que lhe conferissem um melhor desempenho energético. Essas medidas são agrupadas em quatro tipos:

- Medidas de natureza comportamental;
- Medidas de melhoria da eficiência energética nos sistemas de iluminação;
- Medidas de melhoria de eficiência energética nos sistemas AVAC;

- Medidas que visam a introdução de energias de fonte renovável;

Em sequência, foi elaborada a simulação nominal e calculados os indicadores de eficiência energética com vista à respectiva classificação energética do edifício, tendo o edifício apresentado uma Classe Energética D de acordo com a escala do SCE.

Finalmente, foi avaliado o impacto das diferentes medidas de melhoria identificadas e com potencial de aplicação, isto é, que apresentaram um retorno simples do investimento inferior a oito anos, tanto ao nível do desempenho energético real do edifício, como ao nível da sua classificação energética. De onde se concluiu que existe um potencial de 7% de redução nos consumos energéticos actuais do edifício e de 18% se o funcionamento do edifício for em pleno, ou seja, se todos os seus sistemas estiverem efectivamente em funcionamento, e que terá impacto na classificação energética alcançado uma Classe Energética C.

Palavras-Chave

Eficiência energética, classe energética, medidas de melhoria, simulação dinâmica de edifícios

Abstract

This essay deals the energy performance of an existing services building, its educational typology, allowing the identification of measures that might improve that performance, but also its energy label classification according to the Portuguese legislation. The relevance of this study concerns the evaluation of the energy performance, using a certificated program of dynamic energy simulation – DesignBuilder, and considering Portuguese Legislation.

Firstly, the modelling of the building was carried out by using the program DesignBuilder and, at the same time, all its characteristics were collected in terms of geometry, constructive details, HVAC and illumination systems and energy sources needed.

Moreover, with a view to the characterization of the building's operation mode, actual profiles of utilization in terms of occupancy, illumination and equipment were collected for the several spaces. Measurements of new air flow rate and temperature have also been carried out in some equipments and specific spaces. Real-time measurements and counter states of electrical energy quantities required, both during classes and holiday periods, were also performed and these enabled the breakdown of the energy bills (that were global for ISEP's campus). Natural gas readings were also performed.

This way, the main objective of performing a dynamic energy simulation was to adjust the created model to the real consumption as well as analyse energy efficiency improvement measures. These measures are grouped into four types:

- Behaviour measures;
- Energy efficiency improvement in lighting systems;
- Energy efficiency improvement in HVAC systems;
- Implement of renewable energy sources;

In sequence, there has been elaborated a nominal simulation and calculated the indicators for energy efficiency with a view to the respective energy label classification, and the result was Energy Class D, according to SCE's scale.

In addition, the impact of the different improvement measures was evaluated, inclusively with potential for application: this means that the simple payback on investment is less than eight years, both in terms of real energy performance of the building and energy label classification. In conclusion, there is a potential for 7% reduction of current energy consumption and also for 18% if the operation of the building is in full, in other words, if

all its systems are to function effectively, and the energy label classification obtained will change to Energy Class C.

Keywords

Energy performance; Building Energy Certification; Energy Efficiency Improvement Measures; Dynamic Energy Simulation.

Índice

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
ÍNDICE	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE TABELAS	XVII
1. INTRODUÇÃO	21
2. LEGISLAÇÃO	25
3. CASO DE ESTUDO	29
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO	30
3.2. ÁREA	32
3.3. ZONA CLIMÁTICA.....	32
3.4. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE.....	33
3.5. SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO	34
3.6. SISTEMA DE VENTILAÇÃO	36
3.7. FONTES DE ENERGIA UTILIZADAS	38
3.8. CARACTERIZAÇÃO REAL DE FUNCIONAMENTO E DE UTILIZAÇÃO DE ENERGIA.....	39
4. CONFIGURAÇÃO DO MODELO	61
4.1. PROGRAMA DE SIMULAÇÃO	61
4.2. FASES DE CRIAÇÃO DO MODELO	62
5. VALIDAÇÃO DO MODELO	65
5.1. RESULTADOS DA SIMULAÇÃO REAL	65
5.2. CÁLCULO DO IEE REAL FACTURAS	69
5.3. CÁLCULO DA INÉRCIA.....	70
5.4. CÁLCULO DOS FACTORES DE CORRECÇÃO CLIMÁTICOS	70
5.5. CÁLCULO DO IEE REAL SIMULAÇÃO.....	72
6. SIMULAÇÃO NOMINAL	75
6.1. CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA NOMINAL	75
6.2. CÁLCULO DO IEE NOMINAL.....	77
6.3. CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA	79
7. MEDIDAS DE MELHORIA	81

7.1.	MEDIDAS DE MELHORIA DE NATUREZA COMPORTAMENTAL.....	83
7.2.	MEDIDAS POR INTERVENÇÃO NA ENVOLVENTE	84
7.3.	MEDIDAS POR INTERVENÇÃO NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	84
7.4.	MEDIDAS POR INTERVENÇÃO NO SISTEMA AVAC.....	86
7.5.	MEDIDAS POR IMPLEMENTAÇÃO DE ENERGIA DE FONTE RENOVÁVEL	87
7.6.	REDUÇÃO ENERGÉTICA APÓS APLICAÇÃO DAS MEDIDAS DE MELHORIA COM POTENCIAL DE APLICAÇÃO	87
7.7.	CLASSE ENERGÉTICA APÓS APLICAÇÃO DAS MEDIDAS DE MELHORIA COM POTENCIAL DE APLICAÇÃO 88	
8.	CONCLUSÕES	89
9.	TRABALHOS FUTUROS.....	93
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....	95
	ANEXO A. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE	97
	ANEXO B. SISTEMAS DE AVAC	103
	ANEXO C. CÁLCULO DOS CONSUMOS DE AQS.....	107
	ANEXO D. PERFIS NOMINAIS	109
	ANEXO E. CÁLCULO DO AR NOVO NOMINAL	111
	ANEXO F. CÁLCULO DO IEE NOMINAL	116
	ANEXO G. CÁLCULO DAS MEDIDAS DE MELHORIA	120
	ANEXO H. CÁLCULO DAS CARGAS INTERNAS	126
	ANEXO I. DESENHO ILUSTRATIVO DA METODOLOGIA DE SIMULAÇÃO PISO A PISO.....	133
	ANEXO J. DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE	135

Índice de Figuras

Figura 1	Impacto energético em edifício de serviços [10].....	22
Figura 2	Edifício F do campus do ISEP [11].....	29
Figura 3	Implementação do edifício (sem escala)	31
Figura 4	Distância à costa.....	33
Figura 5	Utilização de energia eléctrica [kWh]	38
Figura 6	Utilização de gás natural [kWh].....	39
Figura 7	Ocupação real vs nominal	49
Figura 8	Possibilidade de montagem de luminárias [10].....	51
Figura 9	Equipamento real vs nominal	53
Figura 10	Utilizações desagregadas de gás natural [kWh]	54
Figura 11	Medições do mês de Maio [Wh]	56
Figura 12	Medições do mês de Junho [Wh]	57
Figura 13	Medições elevador 4 [Wh]	58
Figura 14	Medições elevador 7 [Wh]	59
Figura 15	Medições dos caudais de ar novo [m ³ /h].....	60
Figura 16	Medição dos caudais de extracção [m ³ /h]	60
Figura 17	Modelação do edifício em DesignBuilder.....	63
Figura 18	Utilização de energia eléctrica [kWh]	66
Figura 19	Desvios mensais e anual da utilização de energia eléctrica	66
Figura 20	Utilização de gás natural [kWh].....	67
Figura 21	Facturas vs Simulação [kWh].....	68
Figura 22	Utilização de energia eléctrica do bar [kWh]	69
Figura 23	Utilização anual [kgep/ano].....	73
Figura 24	Classe energética do Edifício F	79
Figura 25	Classe energética do Edifício F após aplicação das medidas de melhoria	88

Índice de Tabelas

Tabela 1	Áreas do edifício por tipo de actividade [m^2]	32
Tabela 2	Dados climáticos	33
Tabela 3	Coefficientes de transmissão térmica dos elementos opacos	34
Tabela 4	Factor solar	34
Tabela 5	Factores de conversão	39
Tabela 6	Horário típico tipologia salas de aula	41
Tabela 7	Horário típico tipologia laboratórios	41
Tabela 8	Horário típico sala computadores	42
Tabela 9	Densidade de ocupação por tipo de actividade [m^2 /Ocupante]	48
Tabela 10	Taxa metabólica	49
Tabela 11	Valores de isolamento do vestuário	49
Tabela 12	Densidade de iluminação por tipo de actividade [W/m^2]	50
Tabela 13	Valores aproximados para iluminação fluorescente [10]	51
Tabela 14	Densidade de equipamento por tipo de actividade [W/m^2]	52
Tabela 15	Cálculo do IEE real, facturas	69
Tabela 16	Cálculo de inércia térmica	70
Tabela 17	Cálculo do factor de forma	71
Tabela 18	Valor resultante dos factores de correcção climática	72
Tabela 19	Cálculo do IEE ponderado	72
Tabela 20	Valor do IEE real	72
Tabela 21	Densidades tipologia escolas	76
Tabela 22	Densidades tipologia restaurantes	76
Tabela 23	Densidades espaços complementares	76
Tabela 24	Caudais mínimos de ar novo	77
Tabela 25	Cálculo do IEE e S ponderados	78
Tabela 26	Valor do IEE nominal	78
Tabela 27	Discrição sucinta das medidas de melhoria estudadas	82
Tabela 28	Poupança de energia decorrente de cada medida de melhoria	83
Tabela 29	Quadro resumo das medidas de melhoria utilizadas para o cálculo do novo IEE	83
Tabela 30	Poupança anual de acordo com as alternativas estudadas	87

Nomenclatura

Abreviaturas

- AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
- DCR – Declaração de Conformidade Regulamentar
- CE – Certificado Energético
- DXF – *Drawing Exchange Format*
- SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios
- IEE – Indicador de Eficiência Energética
- COP – *Coefficient of performance*
- EER – *Energy Efficiency Ratio*
- EN – Norma Europeia
- RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
- RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
- PPEC – Plano de Promoção da Eficiência no Consumo
- ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto
- CO – Monóxido de Carbono
- AQS – Água Quente Sanitária
- UTA – Unidade de Tratamento de Ar
- UTAN – Unidade de Tratamento de Ar Novo

1. Introdução

A eficiência energética é, cada vez mais, um aspecto a considerar quer na conservação e reabilitação do parque edificado, quer no desenvolvimento de novos edifícios. Por um lado, a dependência energética de uma grande parte dos países ditos desenvolvidos, incluindo Portugal, por outro, o forte peso que os edifícios apresentam na utilização total de energia, ao que acresce a tendência de aumento generalizada do preço da energia são factores que tornam premente uma redução da utilização de energia nos edifícios.

A primeira acção rumo à optimização do desempenho energético dos edifícios deve passar pela redução das respectivas necessidades energéticas, promovendo, simultaneamente, uma maior qualidade de vida. Ao analisarmos as edificações portuguesas, pode-se verificar que existiu um considerável aumento ao nível do conforto térmico, nomeadamente com a utilização de soluções construtivas energeticamente mais eficientes, permitindo, deste modo, uma redução na utilização de energia para efeitos de conforto térmico e uma diminuição das emissões de gases de efeito de estufa.

Em Portugal, os edifícios representavam em 2011 praticamente 58% da utilização total de energia eléctrica [5], sendo que nos edifícios de serviços é na iluminação que existe o maior potencial de poupança com uma possível redução de 21% [10].

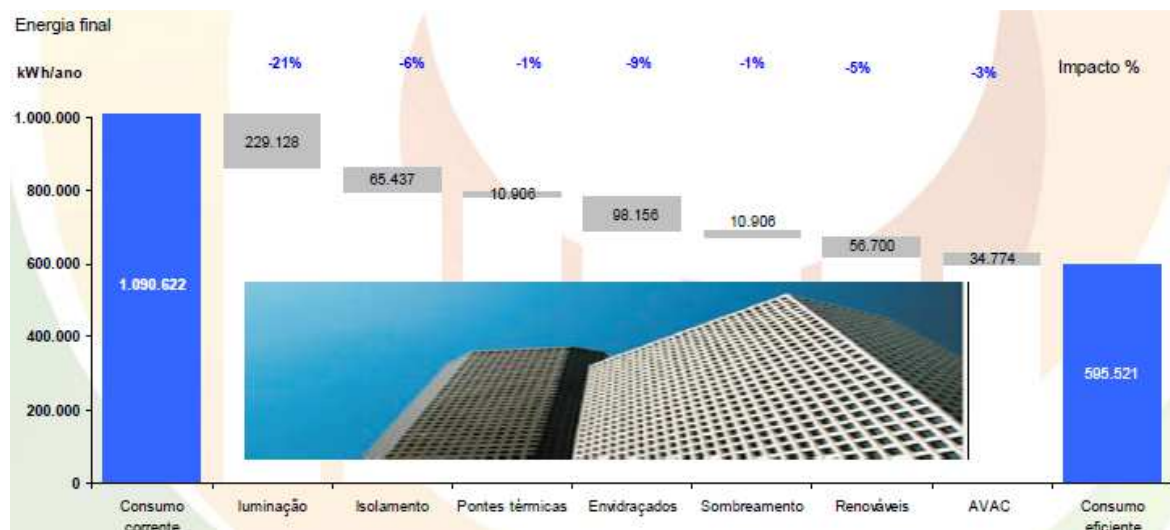


Figura 1 Impacto energético em edifício de serviços [10]

Para fazer face a esta situação de elevada utilização e desperdício de energia nos edifícios, a União Europeia promoveu a publicação de legislação com vista à promoção da eficiência energética dos edifícios, designadamente, a *Energy Performance of Buildings Directive* (2002/91/EC e posterior revogação 2010/31EU, EPBD) que “estabelece que os estados membros da união europeia devem implementar um sistema de certificação energética de forma a informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção, da venda ou do arrendamento dos mesmos, exigindo também que o sistema de certificação abranja igualmente todos os grandes edifícios públicos e edifícios frequentemente visitados pelo público... Nos edifícios existentes, a certificação energética destina-se a proporcionar informação sobre as medidas de melhoria de desempenho, com viabilidade económica, que o proprietário pode implementar para reduzir as suas despesas energéticas e, simultaneamente, melhorar a eficiência energética do edifício.” [1]. Como resposta a esta exigência europeia, Portugal criou o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (Decreto-Lei n.º 78/06, SCE), a par dos dois regulamentos que o suportam, o Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização nos Edifícios (Decreto-Lei n.º 79/06, RSECE) e o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (Decreto-Lei n.º 80/06, RCCTE).

No caso de edifícios existentes, esta certificação energética permite ao proprietário reduzir os custos com o edifício, visto que o informa sobre possíveis medidas de melhoria que este pode efectuar e por consequência melhorar a respectiva eficiência energética.

Um outro aspecto no qual o SCE se debruça é a qualidade do ar interior, pelo que os sistemas de climatização devem assegurar essa qualidade potenciando assim o conforto e produtividade dos ocupantes.

Para edifícios existentes são consideradas nove classes energéticas de A+ a G, sendo que esta última representa um consumo superior a soma do IEE ponderado com duas vezes o S ponderado relativamente ao consumo de referência – classe C.

A adaptação da directiva do parlamento europeu e do conselho relativa ao desempenho energético dos edifícios para a legislação portuguesa veio dar um significativo impulso a maneira da sociedade actuar, para deste modo se caminhar no sentido de um desenvolvimento mais sustentável.

2. Legislação

A elaboração desta dissertação teve em conta a actual legislação em vigor relativa ao desempenho energético dos edifícios, designadamente, o Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios – SCE – e o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios – RSECE.

O SCE:

De acordo com o artigo n.º 2 do capítulo 1, tem como principais objectivos [1]:

- Assegurar a aplicação regulamentar no que diz respeito às condições de eficiência energética, utilização de sistemas de energia renováveis e, ainda, garantia de qualidade do ar interior de acordo com o RCCTE e o RSECE;
- Certificar o desempenho energético e a qualidade do ar interior nos edifícios;
- Identificar as medidas correctivas ou de melhoria no que respeita ao desempenho energético e qualidade do ar interior;

De acordo com o artigo n.º 3 do capítulo 1, este aplica-se [1]:

- Novos edifícios, bem como a existentes que tenham sido sujeitos a grandes intervenções de reabilitação;

- Edifícios de serviços existentes sujeitos periodicamente a auditorias;
- Edifícios existentes, quer para habitação, quer para serviços, aquando da celebração de contractos de venda ou arrendamento;

O RSECE:

Têm como principais objectivos [1]:

- Definir condições de conforto térmico e higiene nos diferentes espaços consoante as respectivas funções;
- Melhorar a eficiência energética global dos edifícios;
- Impor regras de eficiência aos sistemas de climatização e garantir a monitorização destes, para assim se melhorar o seu desempenho energético e garantir meios para a manutenção de uma boa qualidade do ar interior.

De acordo com o artigo n.º 2 do capítulo 1, este aplica-se [2]:

- Edifícios ou fracções autónomas não residenciais existentes com área útil de pavimento superior a 1000 m², ou ainda com área superior a 500 m² no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas com plano de água superior a 200 m², de acordo com o artigo 27.º capítulo 9.
- Licenciamento de novos edifícios ou fracções autónomas não residenciais com potência instalada superior a 25 kW, de acordo com o artigo 27.º capítulo 9.
- Licenciamento de novos edifícios ou fracções autónomas residenciais com potência instalada superior a 25 kW,
- Novos sistemas de climatização em edifícios ou fracções autónomas existentes com potência instalada superior a 25 kW
- Grandes reabilitações de edifícios de serviços quando a estimativa de custo for superior a 25% do valor do edifício envolvente, instalações mecânicas ou outros sistemas energéticos, sendo o valor do edifício envolvente calculado tendo em conta um preço de área útil de pavimento de 630€.

Edifícios cujo licenciamento ou autorização de edificação tenha dado entrada na entidade licenciadora até dia 4 de Julho de 2006 são considerados edifícios existentes para verificação do RSECE, segundo o artigo 5 do respectivo regulamento.

No caso em estudo, tratando-se de um grande edifício existente não residencial com área útil de pavimento superior a 1000 m² e com potência térmica de aquecimento superior a 25 kW, verifica-se a necessidade de aplicação do regulamento.

De acordo com o artigo n.º 30 do capítulo 9, a simulação dinâmica do edifício tem de cumprir com a norma ASHRAE 140/2004 que define os programas acreditados para a realização da mesma.

A directiva n.º 5/2013 de 22 de Março de 2013 define o Plano de Promoção da Eficiência no Consumo – PPEC, no seu artigo 4.º define as medidas elegíveis passíveis de se candidatar aos fundos. Estes fundos participam até 80% do custo, sendo que o restante tem de ser participado pelo promotor. A iluminação eficiente está entre as medidas, através da substituição de lâmpadas e balastos de alto rendimento e utilização de detectores de movimento em sistemas de iluminação.

3. Caso de estudo



Figura 2 Edifício F do campus do ISEP [11]

O RSECE tem duas vertentes, Energia e Qualidade do Ar Interior, sendo que esta tese se incidirá no processo associado à vertente Energia, isto é, será realizada uma simulação dinâmica do edifício em condições reais e nominais tendo em conta as características térmicas do mesmo, as condições climáticas exteriores da zona de localização do edifício, a sua posição e orientação e a existência ou não de sistemas AVAC e outros sistemas utilizadores de energia.

Nesta fase foi necessário fazer um levantamento dos sistemas AVAC, ocupação, potências de iluminação e equipamento, perfis de ocupação e utilização, e ainda algumas medições

de caudais de ar novo e de energia eléctrica no quadro totalizador e no quadro dos elevadores.

São ainda comparadas as densidades reais com as nominais, sendo que o RSECE define valores e horários nominais a serem usados na simulação nominal. De acordo com o artigo n.º 6 do capítulo 3 “ os requisitos energéticos são calculados na base de padrões nominais de utilização do edifício”[1]. “Estes padrões nominais são as condições interiores de referência (temperatura e humidade) e os parâmetros definidos para diferentes tipologias de edifício no Anexo 15 do regulamento, nomeadamente perfis variáveis, perfis constantes e densidades (ocupação, equipamentos) ”[8].

3.1. Caracterização do edifício

O edifício em estudo consiste num estabelecimento de ensino superior situado no campus do ISEP, concelho do Porto, constituído por 6 pisos – uma cave, rés-do-chão e quatro andares - com área de 11096 m², dos quais 10046 m² são área útil, designado por Edifício F.

A cave é unicamente destinada a estacionamento.

Ao nível do rés-do-chão, existem os laboratórios e oficinas destinadas ao curso de mecânica e ainda diversas áreas técnicas e uma sala destinada ao quadro eléctrico principal.

Quanto aos pisos dois e três, o primeiro é maioritariamente de salas de aula, tendo ainda um restaurante/bar, enquanto que o segundo, além de salas de aula e de dois anfiteatros é constituído pelos gabinetes dos docentes do curso de mecânica.

Os pisos quatro e cinco são destinados aos gabinetes dos docentes de electrotecnia – piso 4 – salas de aula e diversos laboratórios do respectivo curso.

Existem ainda várias instalações sanitárias, distribuídas pelos diversos pisos.

A cobertura plana é utilizada para montagem de diversos equipamentos e condutas de AVAC, sendo o acesso à cobertura do piso quatro realizada por uma porta existente num laboratório, e o acesso à do piso cinco feita através de duas das escadas existentes.

A comunicação vertical é assegurada por cinco elevadores e quatro escadas, sendo que três delas têm seccionamento ao nível do piso. A outra é a escada principal do edifício, desde o piso rés-do-chão até ao piso cinco, com uma clarabóia para iluminação natural das mesmas.

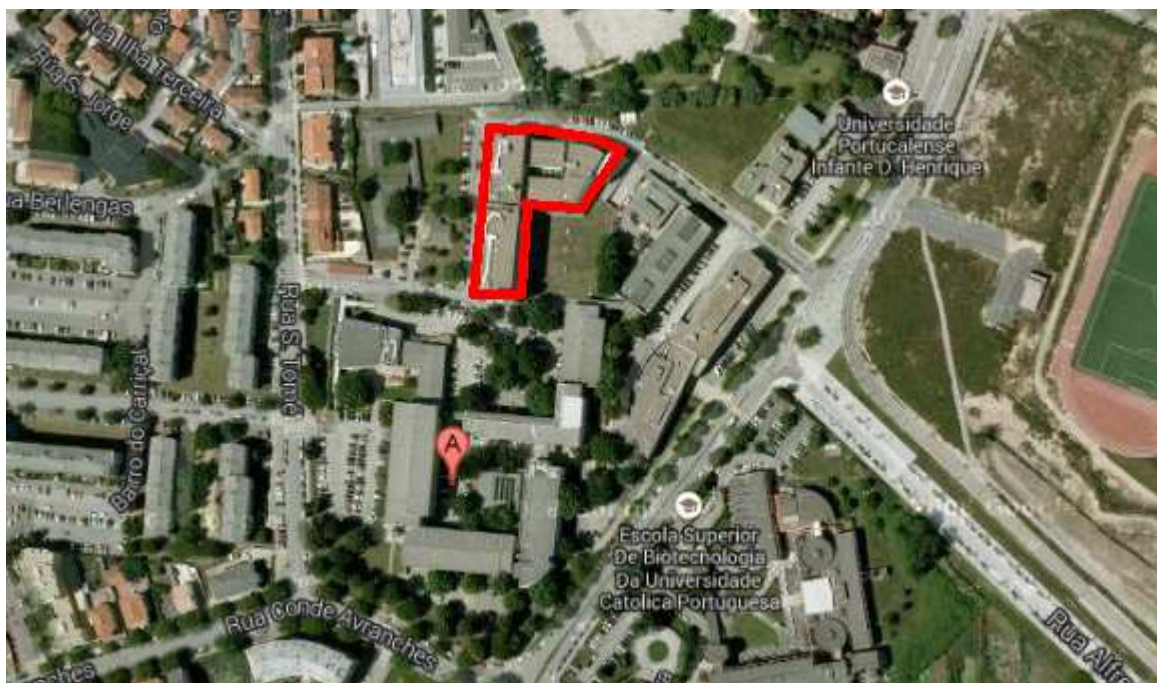


Figura 3 Implementação do edifício (sem escala)

3.2. Área

A desagregação da área do edifício pelas diferentes tipologias de espaços é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 Áreas do edifício por tipo de actividade [m²]

Piso	Tipo de Actividade	Área
1 a 5	Escolas- Salas de aula	1860,26
1 a 5	Escolas- Laboratórios	3025,9
3	Escolas- Auditórios	225,59
1 a 5	Serviços – gabinetes	1255,53
1 a 5	Entretenimento - corredores/átrios	2459,68
1	Comercial – Vestiários	20,16
2	Serviços refeições -salas de refeições	274,41
2	Serviços refeições-Sala preparação de refeições	35,43
1 a 5	Espaços não climatizados	888,69
1 e 4	Espaços não úteis	160,51
0	Espaços complementares-Estacionamento	2761,49

3.3. Zona climática

A definição dos parâmetros relativos à zona climática tem como finalidade caracterizar o comportamento térmico dos edifícios, ou seja, quantificar as necessidades anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento e ainda os coeficientes de transmissão térmica da envolvente, classe de inércia, factor solar dos vãos envidraçados e a taxa de renovação de ar.

De acordo com o regulamento dos sistemas energéticos de climatização de edifícios (RSECE), decreto-lei n.º 79/2006, no quadro III.1 e das temperaturas exteriores de projecto e números de graus dias, no anexo I.A para probabilidades acumuladas de ocorrência de 1% devido à necessidade de algum rigor no controlo de temperatura, obtemos os valores da Tabela 2 seguinte:

Tabela 2 Dados climáticos

Zona climática de inverno	I ₂
Número de graus dias	1610
Duração da estação de aquecimento	6,7
Zona climática de verão	V ₁
Temperatura externa do projecto Verão	30
Amplitude térmica	9
Temperatura externa do projecto inverno	0,1
Temperatura externa do projecto Verão – INETI 99%	27,9
Temperatura externa do projecto inverno – INETI 99%	3,0
Humidade relativa	94

Para o cálculo do IEE de referência foram utilizados os ficheiros climáticos do Solterm (versão5). Assim, de modo a garantir iguais pressupostos recorreu-se à mesma base de dados para a realização das simulações.

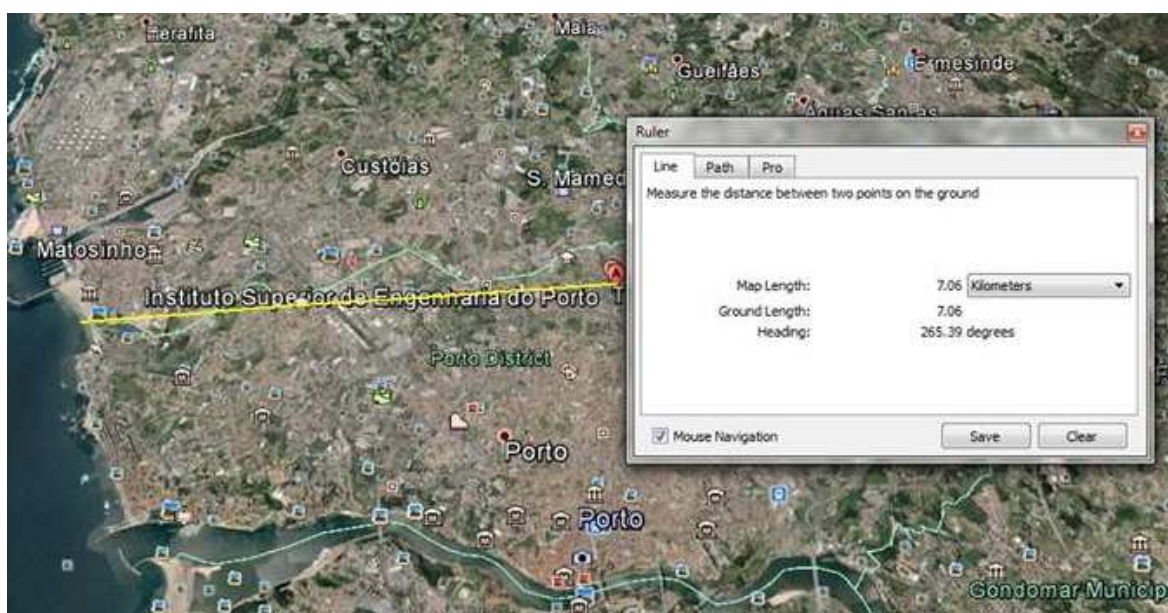


Figura 4 Distância à costa

3.4. Caracterização da envolvente

A caracterização da envolvente foi feita tendo por base a descrição dos elementos construtivos inserida no projecto de sistemas energéticos e de tratamento ambiente, a qual permitiu a sua caracterização térmica conforme os cálculos apresentados no anexo A. Os valores de coeficientes de transmissão térmica e factores solares dos vários elementos da

envolvente calculados, assim como, respectivos valores máximos e de referência são apresentados nas Tabelas 3 e 4 seguintes:

Tabela 3 Coeficientes de transmissão térmica dos elementos opacos

Elemento	U calculado (W/m².°C)	U máximo (W/m².°C)	U referência (W/m².°C)
Fachada exterior - ParExt1	0,54	1,60	0,60
Cobertura exterior - CobExt1	0,50	1,00	0,45
Pavimento exterior – PavExt1	1,27	1,00	0,45
Pavimento Térreo – PavTérreo	1,33	----	----
Fachada interior - ParInt1	1,49	2,00	1,20
Fachada interior – ParInt2	1,19	2,00	1,20
Cobertura interior - CobInt 1	1,00	1,30	0,90
Pavimento interior - PavI 1	1,07	1,30	0,90

Tabela 4 Factor solar

Elemento	U (W/m².°C)	Factor solar	Factor solar máximo
Envidraçado exterior – Tipo 1	2,782	0,548	----

3.5. Sistema de climatização

O edifício é dotado de dois sistemas centralizados e de sistemas diversos consoante a descrição detalhada. No anexo B, é possível verificar espaço a espaço o tipo de equipamento existente.

3.5.1. Circulações

As circulações do piso 1 são dotadas de radiadores nos topos opostos às escadas centrais. As restantes circulações não dispõem de aquecimento ambiente.

3.5.2. Oficinas e laboratórios de ensaios

As oficinas e laboratórios situados no piso 1 estão equipados com aerotermos a gás e a água, que asseguram a insuflação e o tratamento do ar. A extracção de ar viciado é realizada por grelhas de sobrepressão situadas na fachada.

Este sistema foi simulado recorrendo a sistemas ventilo-convectores.

A oficina mecânica está equipada com painéis radiantes a gás, o que foi simulado recorrendo a sistema de ar condicionado.

Nestes espaços existe unicamente aquecimento ambiente.

Muitos destes espaços tinham os equipamentos avariados o que não permitiu a medição dos seus caudais de ar novo, tendo sido admitido que não existia insuflação de ar novo para o cálculo das renovações por hora, embora alguns possam ter estado ligados na altura de Inverno.

3.5.3. Gabinetes, salas de aula e laboratórios

Os gabinetes dos docentes bem como as salas de aula estão equipados com radiadores para aquecimento ambiente.

Os laboratórios dos pisos 2 a 5 dispõem de ventilo-convectores que permitem o aquecimento e arrefecimento ambiente.

Os ventilo-convectores estão equipados com duas baterias independentes para aquecimento e arrefecimento.

Estes sistemas foram simulados recorrendo a sistemas radiadores e sistemas ventilo-convectores.

3.5.4. Sala de reuniões e bar

A sala de reuniões situada no piso 3 está equipada com uma unidade de condicionamento, do tipo baixo perfil, localizada no tecto falso do corredor, permitindo aquecimento e arrefecimento.

Relativamente ao bar do piso 2, o tratamento ambiente será assegurado por uma unidade de condicionamento do tipo armário vertical localizada num compartimento técnico,

permitindo unicamente aquecimento ambiente, mas que através de uma válvula situada na central térmica permite fazer, também, arrefecimento.

Estes foram simulados recorrendo a sistemas ventilo-convector.

3.5.5. Anfiteatros

Os anfiteatros são climatizados através do recurso a uma UTA específica localizada na cobertura do piso 4 permitindo o aquecimento e arrefecimento ambiente. Estas UTA estão desligadas, pelo que estes espaços, no que diz respeito à validação, são considerados sem climatização.

3.5.6. Departamento de engenharia electrotécnica

O departamento do curso de engenharia electrotécnica é dotado de sistema de radiadores e ainda de um split. Como tal, para o caso da validação foi considerado que o aquecimento é realizado por via do radiador e que o arrefecimento é feito pelo split.

Como o programa não permite a conjugação destes dois sistemas, foi usado na simulação um sistema de ar condicionado em que o aquecimento era feito recorrendo à rede hidráulica.

3.5.7. Sala de servidores

A sala de servidores é dotada de um sistema split que foi simulado recorrendo a um sistema de ar condicionado.

3.6. Sistema de ventilação

O edifício é dotado de sistemas de ventilação centralizados e por sistemas de ventilação diversos. [7]

O valor de ar novo é inserido directamente espaço a espaço depois de ter sido medido, não havendo necessidade de definir requisitos de ar novo.

No anexo B, é possível verificar espaço a espaço o tipo de equipamento existente.

3.6.1. Sistemas de ventilação centralizados

O edifício dispõe nos espaços com ocupação dos pisos dois a cinco, de sistemas centralizados de insuflação de ar novo e extracção de ar viciado, através de unidades modulares que integram as duas funções.

As unidades de tratamento de ar novo estão situadas na cobertura do piso cinco e são constituídas por módulos de filtração, ventilação, aquecimento e arrefecimento.

As condutas principais de insuflação desenvolvem-se pelos respectivos corredores, sendo o ar insuflado nos respectivos espaços através de ramais secundários.

No que diz respeito à extracção, esta é feita nos corredores contíguos aos espaços, através de grelhas situadas num dos topos dos corredores. Devido ao elevado caudal de ar novo, foram utilizadas grelhas no tecto junto às portas dos respectivos espaços.

Estes equipamentos estão desligados, pelo que não foram considerados para a validação do modelo.

3.6.2. Sistemas de ventilação diversos

Para assegurar a extracção de ar viciado das instalações sanitárias existem ventiladores ao nível da cobertura, sendo que, em algumas instalações sanitárias os respectivos ventiladores estão desligados, logo não foram consideradas extracções.

Quanto à garagem do piso zero, esta dispõe de um sistema centralizado de extracção que funciona quer em regime horário quer em função do CO. Em caso de emergência estes ventiladores funcionam como desenfumagem. Como estes só funcionam em caso de incêndio não foram considerados a respectiva utilização de energia eléctrica, visto serem pontuais.

A ventilação da cozinha é assegurada por uma hotte de extracção localizada sobre a zona de confecção à qual está interligado um ventilador.

O bar tem a sua ventilação assegurada por um ventilador de extracção associado a uma hotte.

3.7. Fontes de energia utilizadas

O edifício dispõe de dois tipos de energia, eléctrica e gás natural, sendo o gás natural utilizado em equipamentos da cozinha e para o aquecimento ambiente e de águas quentes sanitárias. As restantes utilizações são de energia eléctrica.

O circuito eléctrico do edifício é central, ou seja, as facturas eléctricas correspondem ao global do campus do ISEP, sendo que, o edifício F dispõem na sua central térmica do piso 1, um quadro totalizador, mas do qual não existem contagens de energia.

Os valores médios do campus do ISEP e do valor estimado para o edifício F, mês a mês, são apresentados na Figura 5 seguinte.

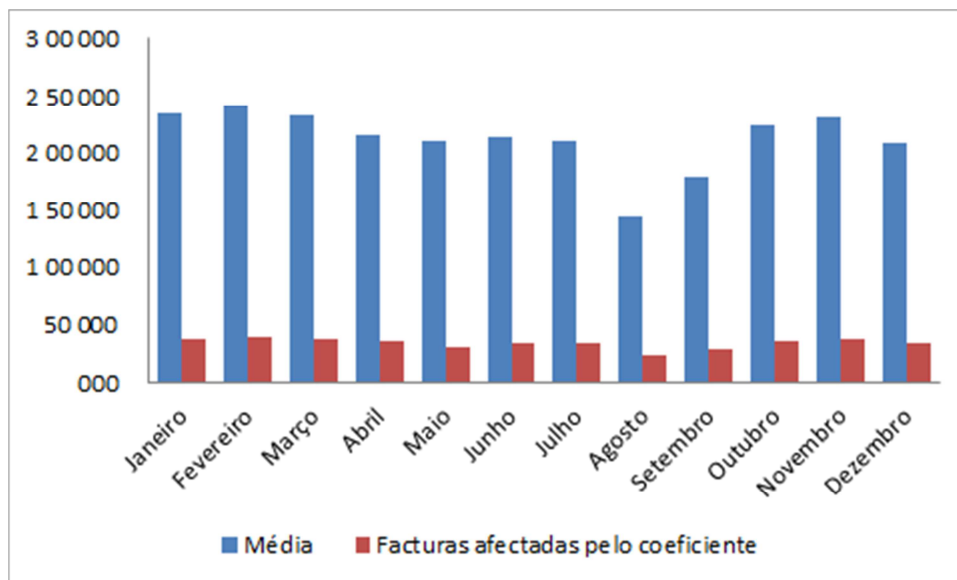


Figura 5 Utilização de energia eléctrica [kWh]

O circuito de abastecimento de gás natural do edifício F é alimentado pelo circuito do campus do ISEP, e não por um ramal exterior independente. Este facto leva a que as facturas sejam totais ao campus. O mesmo circuito conta com três contadores independentes um para as caldeiras, outro para as oficinas e um último para o bar.

Visto que não existem facturas, recorreu-se a medições existentes e feitas ao longo do trabalho nos respectivos contadores, para estimar os valores da energia eléctrica utilizada no edifício F. Dali, resultou a utilização de energia eléctrica estimada, em kWh, para os últimos três anos – correspondente a dois anos completos – cujos valores médios mensais são apresentados na Figura 6 seguinte.

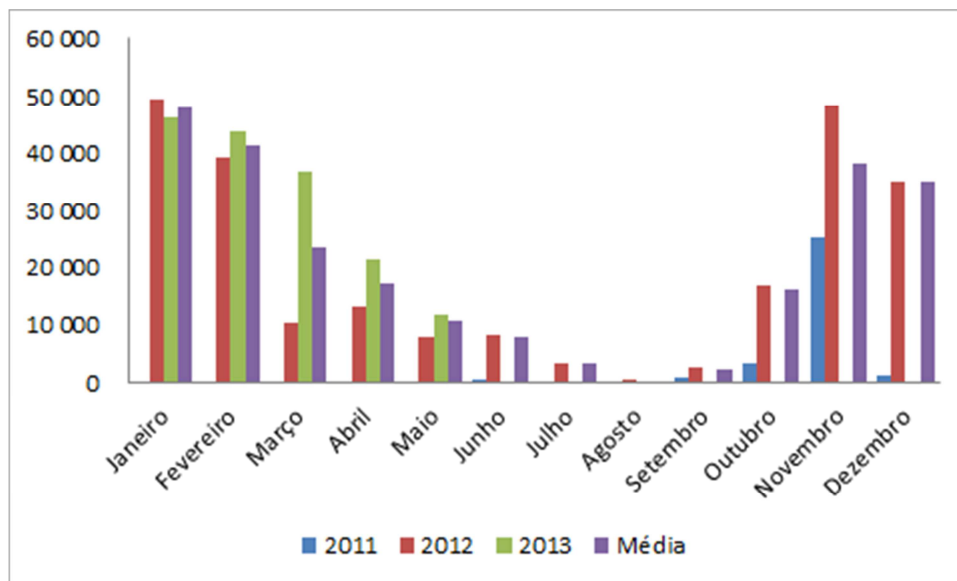


Figura 6 Utilização de gás natural [kWh]

Segundo o artigo 18.º do capítulo 5 do RCCTE, os factores de conversão de energia útil para energia primária são os apresentados na Tabela 5 seguinte.

Tabela 5 Factores de conversão

Tipo de Energia	Factor de conversão (kgep/kWh)
Electricidade	0,290
Combustíveis sólidos, líquidos e gasosos	0,086

3.8. Caracterização real de funcionamento e de utilização de energia

Com o objectivo de realizar a validação do modelo, foi feito um levantamento real do modo de utilização do edifício e dos seus sistemas energéticos, designadamente, horários de funcionamento, ocupação, iluminação, equipamento e sistemas de AVAC. Para tal, foram realizadas diversas visitas ao edifício de modo a permitir melhor caracterizar o seu modo *operandis*, incluindo, medições de utilização de energia eléctrica, contagens de energia eléctrica e gás natural, bem como, e sempre que possível, medições de caudais de ar.

3.8.1. Horários

Relativamente aos horários foram estabelecidos um para cada tipo de actividade.

Os horários de ocupação foram obtidos de acordo com o horário típico de funcionamento do espaço, caso exista, ou recorrendo aos diversos horários das turmas diurnas e nocturnas, fazendo uma conjugação num horário típico.

Os horários de iluminação e equipamento foram obtidos recorrendo aos de ocupação no caso das zonas ocupadas, sendo os restantes realizados de acordo com informação recolhida na ida ao local.

Para contabilizar a utilização de energia dos equipamentos em modo *standby*, foi considerado um valor de 10% nas horas não ocupadas em todas as actividades.

Dada a diversidade de salas, nos horários das salas de aula, laboratórios e salas de computadores optou-se pela sobreposição de horários de cada ano lectivo, os quais são apresentados de seguida. Os restantes espaços tem um horário típico logo optou-se por não os descrever.

3.8.1.1. Salas de aula

Para estabelecer os horários de ocupação, como já referido, foi feita uma sobreposição de horários lectivos para saber quando a tipologia está aberta. Deste modo, obteve-se o horário tipo apresentado de seguida.

Para o horário anual foi considerado que todos os horários estão desligados no mês de Agosto.

Na Tabela 6 seguinte é apresentado o horário estabelecido.

Tabela 6 Horário típico tipologia salas de aula

Salas de Aula							
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sabado	Domingo
8 h							
9 h							
10 h							
11 h							
12 h							
13 h							
14 h							
15 h							
16 h							
17 h							
18 h							
19 h							
20 h							
21 h							
22 h							
23 h							
24 h							

3.8.1.2. Laboratórios

Para os laboratórios foi novamente feita a sobreposição de horários das turmas, tendo-se obtido o seguinte horário tipo.

Para o horário anual foi considerado que todos os horários estão desligados no mês de Agosto.

Na Tabela 7 seguinte apresenta-se o horário estabelecido.

Tabela 7 Horário típico tipologia laboratórios

Laboratório							
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sabado	Domingo
8 h							
9 h							
10 h							
11 h							
12 h							
13 h							
14 h							
15 h							
16 h							
17 h							
18 h							
19 h							
20 h							
21 h							
22 h							
23 h							
24 h							

3.8.1.3. Gabinetes diversos

Para os vários gabinetes foi considerado um horário típico de segunda a sexta-feira.

Para o horário anual foi considerado que todos os horários estão desligados no mês de Agosto.

3.8.1.4. Salas de computadores

Tal como se verificou nas salas de aula e nos laboratórios, também há diversidade de horários nestas salas. Por essa razão, para estas optou-se igualmente por fazer um horário típico, recorrendo à sobreposição de horários das turmas.

Para o horário anual foi considerado que todos os horários estão desligados no mês de Agosto.

Na Tabela 8 seguinte apresenta-se o horário estabelecido.

Tabela 8 Horário típico sala computadores

Salas de Computadores							
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sabado	Domingo
8 h							
9 h							
10 h							
11 h							
12 h							
13 h							
14 h							
15 h							
16 h							
17 h							
18 h							
19 h							
20 h							
21 h							
22 h							
23 h							
24 h							

3.8.1.5. Anfiteatro

Para esta tipologia, e visto que os dois anfiteatros têm horários idênticos, foi usado um dos horários para estabelecer a ocupação.

Para o horário anual foi considerado que todos os horários estão desligados no mês de Agosto.

3.8.1.6. Bar

A ocupação, equipamento e iluminação do bar, por se mostrar um pouco subjectiva, foi realizada através de algumas visitas ao local. As informações acerca do número de almoços e jantares servidos, número e tipo de lâmpadas e ainda acerca do tempo médio em que os equipamentos estão em funcionamento foram obtidas com o auxílio dos funcionários, permitindo assim obter dados acerca de um dia típico.

Para o horário anual foi considerado que todos os horários estão desligados no mês de Agosto.

3.8.1.7. Vestiários

Visto que os vestiários são unicamente usados por alguns funcionários, exclusivamente à hora de entrar e de sair do trabalho, foi aferido que só durante duas horas estão ocupados.

Para o horário anual foi considerado que este horário está ligado no mês de Agosto.

3.8.1.8. Circulação vertical

Para o horário de iluminação das circulações verticais foi observado que estão ligadas entre as 18 e as 24 horas.

Para o horário anual foi considerado que este horário está ligado no mês de Agosto.

3.8.1.9. Espaços não úteis

No que se refere ao horário de iluminação da área técnica, foi considerado que ao longo do dia a iluminação está ligada durante duas horas, enquanto que na sala de servidores esta sempre desligada, salvo algum problema técnico que obriga a ida a esse espaço.

Os equipamentos por sua vez estão sempre ligados sete dias por semana.

Para o horário anual foi considerado que este horário está ligado no mês de Agosto.

3.8.1.10. Estacionamento

O estacionamento está aberto das 7h às 24h pelo que esse foi o horário utilizado para a iluminação. Relativamente aos equipamentos foi considerado que só funcionam nas horas de início e fim dos períodos de aulas, isto é período da manhã, tarde e noite.

Para o horário anual foi considerado que todos os horários estão ligados no mês de Agosto.

3.8.1.11. Circulações e instalações sanitárias

Espaços como circulações e instalações sanitárias têm um horário típico das 7h às 24h durante a semana e das 7 às 13h aos sábados.

Para o horário anual foi considerado que todos os horários estão ligados no mês de Agosto.

3.8.1.12. Sistemas AVAC

Os vários equipamentos de AVAC são ligados por volta das 8h e desligados por volta das 24h no respectivo quadro eléctrico, de forma manual.

O programa de simulação não permite definir um horário típico para as caldeiras, sendo que esta liga quando há necessidade de aquecimento ou AQS.

Relativamente ao chiller verificou-se que se encontra ligado no período de arrefecimento entre os meses de Maio a Setembro. Por outro lado, em Agosto o equipamento está desligado devido ao facto do edifício estar praticamente encerrado.

Em relação às UTA e UTAN, visto que estarem fora de operação foram consideradas desligadas.

No que diz respeito aos vários equipamentos terminais, nomeadamente aerotermos, ventilo-convectores, radiadores e splits, constatou-se que estão em funcionamento das 8 às 24h de Segunda a Sexta-Feira. O período de aquecimento situa-se nos meses de Janeiro a Abril e de Outubro a Dezembro, enquanto que o período de arrefecimento se situa nos meses de Maio a Setembro, à excepção do mês de Agosto.

Quanto às bombas circuladoras, o programa não permite definir um horário de funcionamento, pelo que funcionam sempre que haja necessidade de aquecimento, arrefecimento e AQS. O perfil de funcionamento da bomba de condensação foi

caracterizado separadamente, pelo facto de ter um número de horas de funcionamento constante.

3.8.1.13. Ventiladores de extracção

Os ventiladores das instalações sanitárias encontram-se ligados entre as 7h e as 24h, enquanto os ventiladores da cozinha estão ligados sete horas por dia, durante os períodos de preparação das refeições.

3.8.2. Factores de utilização de equipamentos e iluminação

3.8.2.1. Salas de aula Salas de aula

Com turmas com cerca de vinte alunos e um docente e fazendo a média da ocupação máxima das salas, obteve-se uma percentagem de ocupação de 55%.

Relativamente aos horários de equipamento verificou-se que todos estão ligados sempre que há ocupação, numa média de 80% do tempo, e para as restantes horas foi considerado um valor de 5% em modo *standby*. Deste modo, considera-se um valor de 80% para as horas ocupadas.

No que diz respeito à iluminação verificou-se estar 70% ligada durante o horário de ocupação, o que corresponde a duas filas e a luzes de apoio do quadro ligadas.

3.8.2.2. Laboratórios

No caso dos laboratórios, foi seguida a mesma metodologia das salas de aula, e consideradas turmas com 15 alunos e um docente e uma média de ocupação máxima de 16 ocupantes, o que resulta numa ocupação de 100%.

No que concerne aos horários de equipamento chegou-se a conclusão que está tudo ligado durante o horário de ocupação numa média de 90% do tempo e de 5% para as horas restantes.

Em relação à iluminação, está ligada em 80% durante o horário de ocupação de acordo com o número de lâmpadas ligadas aquando das visitas ao edifício.

3.8.2.3. Gabinetes diversos

Uma vez que estes gabinetes são ocupados pelos docentes, foi considerado que estão ocupados numa média de 50% do tempo, das 9 às 18 horas, excepto uma hora para almoço.

Relativamente aos horários de equipamento, foi verificado que durante a ocupação estão 100% ligados, sendo afectado pelo factor de simultaneidade de 50% como no caso da ocupação, e 5% para as restantes horas.

A iluminação destes espaços está 50% ligada durante a ocupação.

3.8.2.4. Salas de computadores

Estas salas são consideradas na tipologia salas de aula, pelo que a percentagem de ocupação e iluminação é o mesmo que o descrito para as salas de aula.

O equipamento chegou-se a conclusão estar 100% ligado durante a ocupação visto serem aulas mais práticas onde os computadores, por norma, estão todos ocupados.

3.8.2.5. Anfiteatros

Sendo estes exclusivamente para leccionar aulas teóricas, que são direccionadas para várias turmas, foi considerada uma ocupação a 100%.

Pelo facto já descrito de serem leccionadas aulas teóricas, verifica-se que o equipamento está sempre ligado nas horas de ocupação. Nas restantes horas é considerado 5% para *standby*.

A iluminação destes espaços concluiu-se estar 70% ligada no horário de ocupação, consoante observação do local.

3.8.2.6. Bar

Tal como nas restantes actividades foi considerado 5% para o modo *standby* do equipamento. Para as arcas e frigoríficos foi considerado um coeficiente de 30% a afectar a utilização de energia, visto estes estarem normalmente fechados, logo os compressores não estão sempre a trabalhar e a libertar esse frio para o espaço, e de 40% para a máquina de café, porque não tem necessidade de aquecimento constante.

Não se procedeu à caracterização do regime de funcionamento dos equipamentos a gás, pelo facto de estes terem uma contagem dedicada o que torna o seu levantamento desnecessário.

3.8.2.7. Circulações

O tipo e os horários de funcionamento dos equipamentos são consideravelmente diferentes, pelo que foi calculado para o piso 1 um horário em que 40% dos equipamentos estão ligados durante o período de ocupação e nas restantes horas consomem cerca de 10% em *standby*. Para o piso 3, visto que o equipamento não é usado e está sempre em modo *standby*, considera-se 10% da utilização de energia eléctrica nominal.

Para a iluminação das circulações concluí estarem ligadas 35% até às 18h – 50% das fluorescentes compactas e tubulares - e 70% ligadas após essa hora. Estas foram consideradas para o horário de funcionamento do edifício.

Os globos existentes junto às portas, constata-se que estão sempre desligados.

3.8.2.8. Instalações sanitárias

O equipamento das instalações sanitárias foi considerado 10% ligado durante o período de ocupação do edifício, de acordo com análise feita durante vários períodos.

Quanto à iluminação destes espaços chega-se a conclusão que 80% ligada – todas as fluorescentes tubulares e os focos principais – durante o período de ocupação do edifício.

3.8.2.9. Estacionamento

Visto que o único equipamento da garagem são os motores eléctricos de accionamento abertura-fecho das portas, e que estas só abrem em períodos típicos de entrada e saída de docentes, foi considerado 90% ligado nessas horas.

A iluminação deste espaço está sempre ligada, contudo constatou-se que algumas se encontram fundidas, pelo que se conclui 90% para o horário de funcionamento.

3.8.2.10. Vestiários

Como já referido anteriormente, os vestiários são unicamente usados por alguns funcionários, exclusivamente à hora de entrar e de sair do trabalho, logo verificou-se que

só nessas duas horas os equipamentos e iluminação estão ligados, em 100%, de segunda a sexta-feira.

3.8.2.11. Circulações verticais

Para a iluminação das circulações verticais foi observado que estão 100% ligadas.

3.8.2.12. Espaços não úteis

Para a área técnica foi considerado estarem 50% ligadas durante duas horas por dia, enquanto que na sala de servidores conclui-se que a iluminação está sempre desligada.

3.8.3. Ocupação

O nível de ocupação foi obtido em diversas visitas realizadas aos vários espaços, auferindo-se, assim, as seguintes densidades de ocupação de acordo com o tipo de actividade apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 Densidade de ocupação por tipo de actividade [m²/Ocupante]

Piso	Tipo de Actividade	Densidade de Ocupação
1 a 5	Escolas- Salas de aula	2
1 a 5	Escolas- Laboratórios	10
3	Escolas- Auditórios	1
1 a 5	Serviços – gabinetes	6
1 a 5	Entretenimento - corredores/átrios	0
1	Comercial – Vestiários	0
2	Serviços refeições -salas de refeições	2
2	Serviços refeições-Sala preparação de refeições	0
1 a 5	Espaços não climatizados	0
1 e 4	Espaços não úteis	0
0	Espaços complementares-Estacionamento	0

De acordo com o regulamento, este estabelece uma densidade de 10 m²/ocupante como referência para a tipologia estabelecimento de ensino superior. Para melhor se perceber os desvios entre os valores reais e nominais foi elaborada a Figura 7, seguinte.

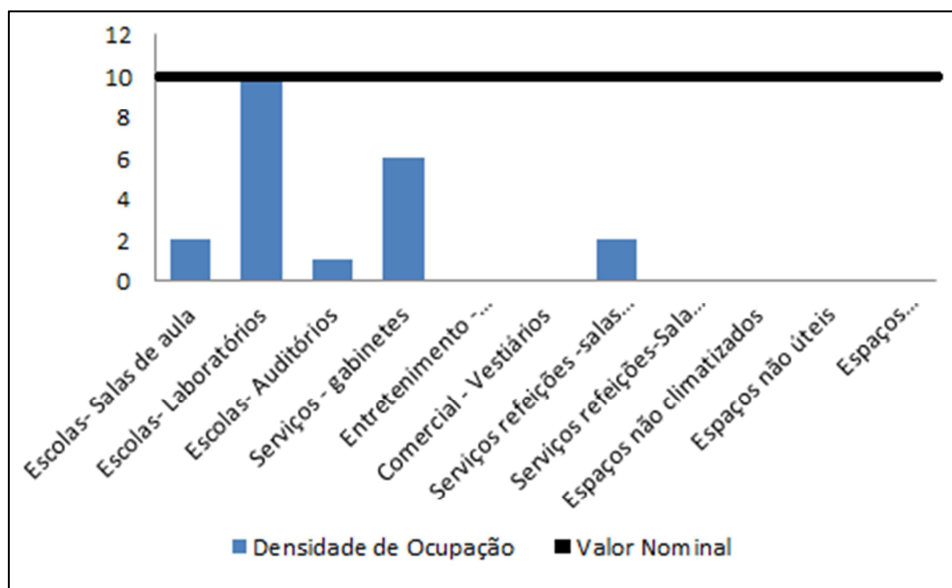


Figura 7 Ocupação real vs nominal

A actividade física - metabólica e muscular voluntária – provoca libertação de calor, o que vai influenciar a temperatura da sala. A unidade que o caracteriza é o Met e as taxas metabólicas podem ser encontradas na ASHRAE, capítulo 8, tabela 5. Neste cálculo foi considerado um valor médio de 0,93 Met resultado de uma média dos valores apresentados na Tabela 10 seguinte, relativos a uma actividade do tipo sedentária.

Tabela 10 Taxa metabólica

Homem	Mulher	Média
1	0,85	0,93

Quanto ao vestuário, este proporciona um isolamento do corpo permitindo, deste modo, diminuir as perdas de calor. A unidade que o caracteriza é o Clo que equivale a 0,155 m².°C/W. Este valor pode ser calculado somando os valores de cada peça usada, que podem ser encontrados na ISO7730. Os valores considerados são os apresentados na Tabela 11 e correspondem a valores estabelecidos como normais para o vestuário, de verão e de inverno, de pessoas em edifícios climatizados.

Tabela 11 Valores de isolamento do vestuário

Verão	Inverno
0,5	1,0

3.8.4. Iluminação

As cargas de iluminação foram conseguidas com a realização de uma série de visitas aos vários espaços do edifício, tendo-se obtido as seguintes densidades de iluminação de acordo com o tipo de actividade apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 Densidade de iluminação por tipo de actividade [W/m²]

Piso	Tipo de Actividade	Densidade de Iluminação
1 a 5	Escolas- Salas de aula	19
1 a 5	Escolas- Laboratórios	11
3	Escolas- Auditórios	17
1 a 5	Serviços – gabinetes	16
1 a 5	Entretenimento - corredores/átrios	8
1	Comercial – Vestiários	21
2	Serviços refeições -salas de refeições	5
2	Serviços refeições-Sala preparação de refeições	11
1 a 5	Espaços não climatizados	9
1 e 4	Espaços não úteis	13
0	Espaços complementares-Estacionamento	1

Estas densidades foram usadas quer para a validação do modelo, quer para a simulação nominal.

A iluminação aparece como calor fornecido à zona, sendo que o EnergyPlus divide este calor em quatro fracções diferentes:

- Fracção do ar de retorno: calor gerado que sai da sala por convecção com o ar de retorno;
- Fracção radiante: calor gerado, onda longa, que é absorvido pelas superfícies internas da zona por radiação;
- Fracção visível: calor gerado, onda curta, que é absorvido pelas superfícies internas da zona por radiação;
- Fracção convectiva: calor gerado que é libertado por convecção para o ar da zona. Este valor é calculado subtraindo todas as outras fracções a unidade, visto que a respectiva soma tem de dar valor unitário.

A montagem da luminária faz variar estas fracções, sendo que o programa permite cinco maneiras diferentes. No programa considerou-se as luminárias sempre encastradas visto outro tipo de montagem ser residual e o programa só permitir definir um tipo de montagem por espaço.

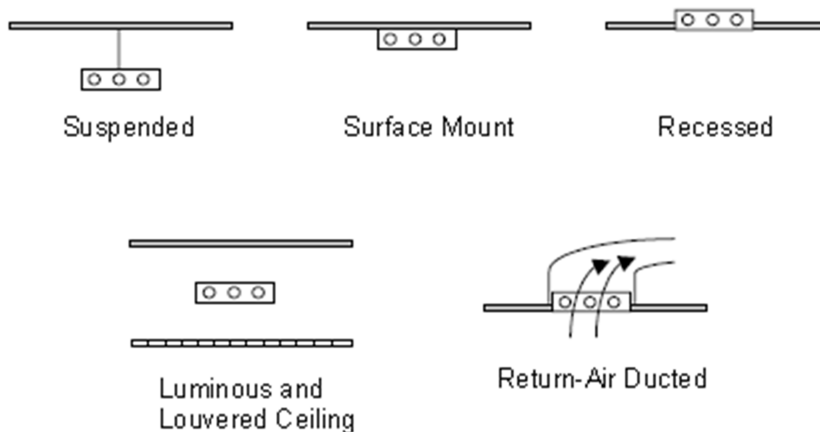


Figura 8 Possibilidade de montagem de luminárias [10]

Na Tabela 13 seguinte pode verificar-se os valores das fracções de calor consoante o tipo de luminária. Considerou-se uma iluminação fluorescente para todas visto o programa só permitir um tipo de lâmpada por espaço, sendo este tipo o predominante nos vários espaços.

Tabela 13 Valores aproximados para iluminação fluorescente [10]

	Suspensão	Montagem a superfície	Embutida	Montagem acima de tecto falso aberto	Condução de retorno de ar
Fracção no ar de retorno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54
Fracção radiante	0,42	0,72	0,37	0,37	0,18
Fracção visível	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Fracção de convecção	0,40	0,10	0,45	0,45	0,10

3.8.5. Equipamento

Relativamente às cargas de equipamento foi feito o levantamento das potências nominais, tendo-se obtido as seguintes densidades de equipamento de acordo com o tipo de actividade apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14 Densidade de equipamento por tipo de actividade [W/m²]

Piso	Tipo de Actividade	Densidade de Equipamento
1 a 5	Escolas- Salas de aula	4
1 a 5	Escolas- Laboratórios	13
3	Escolas- Auditórios	4
1 a 5	Serviços – Gabinetes	27
1 a 5	Entretenimento - Corredores/átrios	2
1	Comercial – Vestiários	0
2	Serviços refeições -Salas de refeições	53
2	Serviços refeições-Sala preparação de refeições	57
1 a 5	Espaços não climatizados	2
1 e 4	Espaços não úteis	9
0	Espaços complementares-Estacionamento	1

Por seu lado, o RSECE estabelece uma densidade de 10 W/m² como referência para a tipologia estabelecimento de ensino superior. Para melhor se perceber os desvios entre os valores reais e nominais foi elaborada a Figura 9 seguinte.

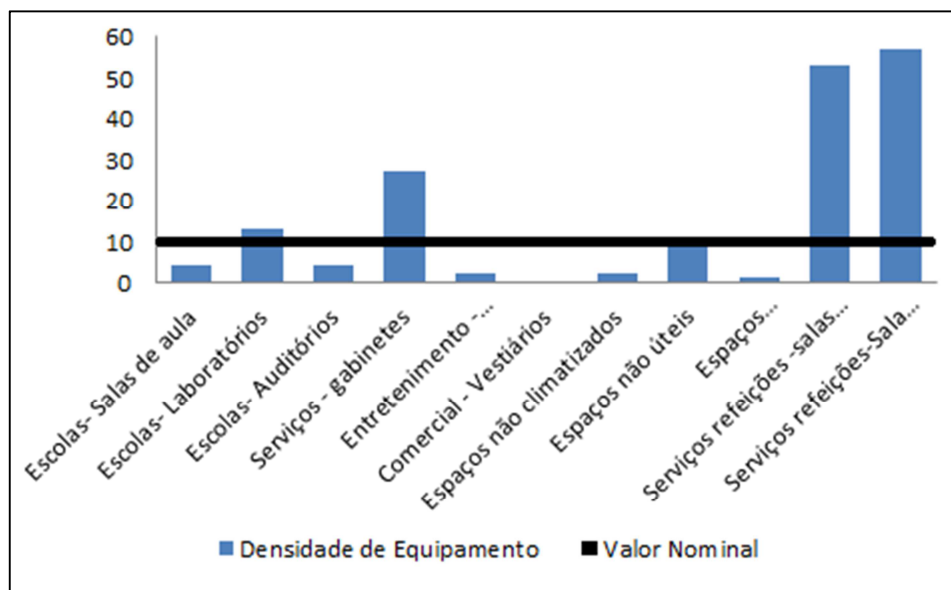


Figura 9 Equipamento real vs nominal

3.8.6. Utilização de energia

Para caracterizar energeticamente o padrão de utilização de energia do edifício recorreu-se quer às facturas eléctricas e de gás natural existentes, quer a medições eléctricas no quadro totalizador e nos quadros dos elevadores.

3.8.6.1. Facturas eléctricas e de gás natural

Relativamente às facturas eléctricas, como já referido, estas só existem para o global do campus do ISEP.

Para as conseguir utilizar recorreu-se às medições efectuadas no quadro totalizador do edifício F. Com os valores obtidos nas medições efectuadas, nos meses de Maio e Junho, calculou-se o valor da utilização de energia eléctrica mensal recorrendo ao número de dias de semana e fim-de-semana e as respectivas médias diárias efectuadas com recurso às medições reais. Fazendo uma ponderação entre a energia medida e facturada obteve-se um coeficiente para afectar os restantes meses e deste modo obter um valor uma aproximação que julgo ser o mais fiável possível. O coeficiente obtido com o mês de Maio afectou o respectivo mês, visto este ser um mês atípico de aulas pela semana de queima existente, sendo os restantes meses afectados pelo coeficiente calculado do mês de Junho. Um aspecto que pode validar esta opção é a utilização da energia eléctrica retirada da simulação, em que, se pode ver que esta ao longo dos meses é constante, sendo que, deste

modo consigo ter mais garantias de que ao afectar os meses por um coeficiente constante não estou a cometer um erro muito significativo.

Os valores da utilização de energia eléctrica do campus do ISEP e do valor estimado para o Edifício F, mês a mês, encontram-se na figura 5.

No mês de Agosto, o edifício está praticamente sem ocupação, estando unicamente em funcionamento os espaços comuns, como circulações, circulações verticais e instalações sanitárias. Deste modo, não é correcto afectar os valores referentes à utilização de energia eléctrica do mês de Agosto com o coeficiente calculado anteriormente, visto que, o campus do ISEP tem edifícios que mantêm o seu funcionamento normal, como é o caso da secretaria, biblioteca, entre outros.

Relativamente às facturas de gás natural, estas correspondem ao edifício F, pelo que foram usadas as contagens efectuadas nos respectivos contadores, como já referido, sendo que os seus valores médios foram apresentados na figura 6.

Na Figura 10 seguinte, apresenta-se a desagregação da utilização de energia gás natural.

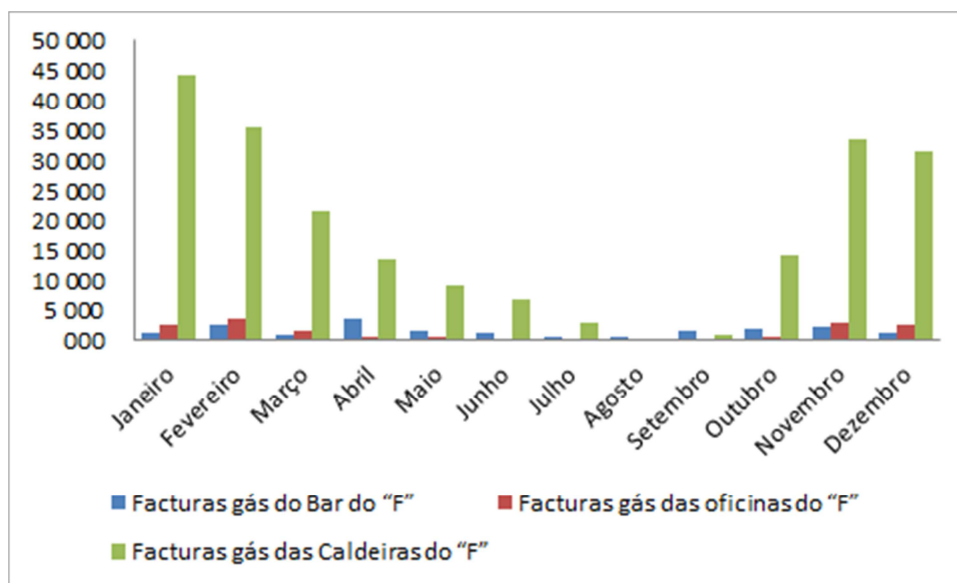


Figura 10 Utilizações desagregadas de gás natural [kWh]

À utilização de gás natural do bar está unicamente associado o fogão, à utilização das oficinas estão associados os aerotermos a gás, o painel radiante e os ventilo-convectores a gás, e por fim, à utilização das caldeiras está associada a preparação de AQS e o sistema hidráulico, incluindo o sistema do bar.

Como se pode verificar na sua análise, o principal consumidor de gás do edifício são as caldeiras. A utilização nos meses mais frios é substancialmente mais elevado devido ao sistema de aquecimento, e nos meses de Verão está unicamente associado a produção de AQS.

3.8.6.2. Medições no quadro eléctrico totalizador

Foram realizadas medições no quadro totalizador do ISEP em dois períodos distintos entre Maio e Junho de 2013.

Como se pode verificar no mês de Maio e Junho a utilização de energia eléctrica no fim-de-semana é idêntica ao longo do dia, com um ligeiro aumento durante o sábado de manhã, o que é expectável uma vez que ainda decorrem aulas. Enquanto que, ao longo da semana a sua utilização hora à hora é muito parecida. Como tal, podemos supor que os perfis de utilização ao longo do dia e dos meses são constantes.

Outro aspecto a ter em conta é sua utilização até perto das 8 horas em que, como se pode verificar, não existem grandes desvios ao longo dos dias, seja semana ou fim-de-semana. Este aspecto leva a supor que esta utilização de energia eléctrica é uma utilização fixa do edifício, independentes da utilização durante o horário de funcionamento. Os valores rondam entre os 20000 Wh e os 40000 Wh.

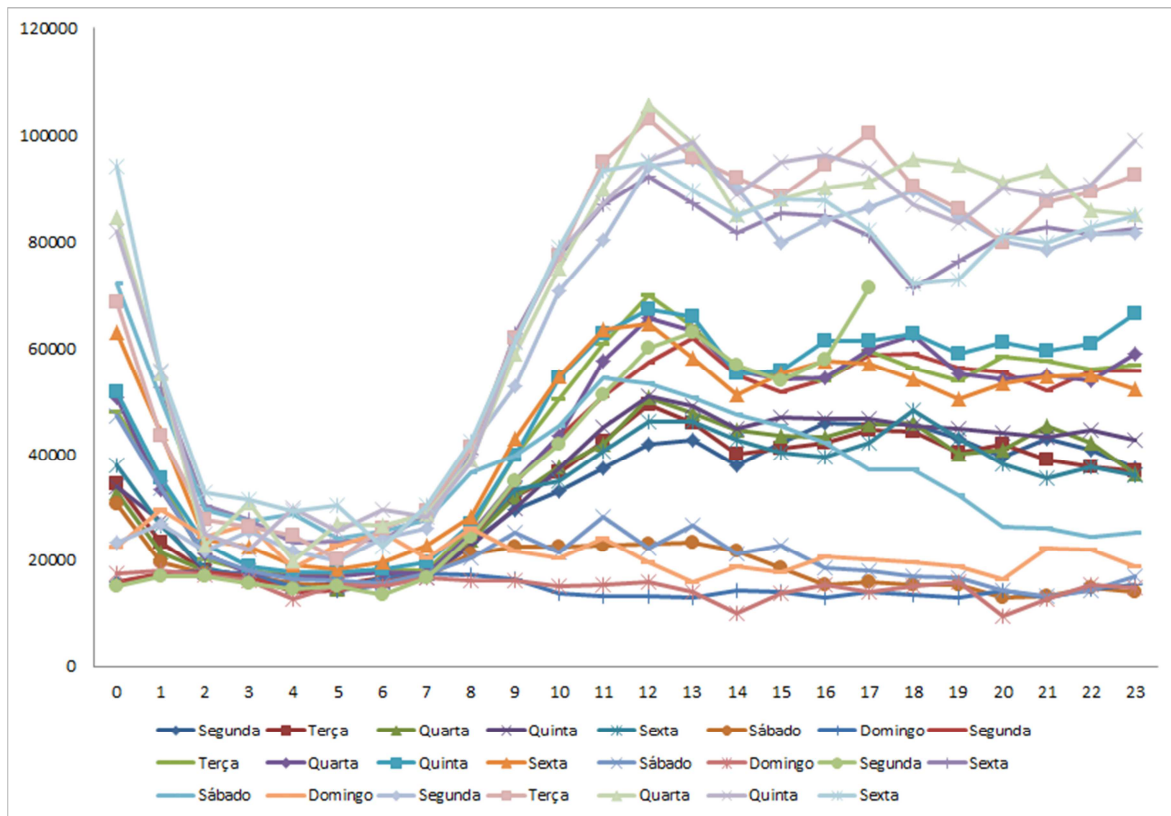


Figura 11 Medições do mês de Maio [Wh]

Como se pode verificar na Figura 11, e como espectável, as três semanas têm uma utilização de energia eléctrica diferente. A semana da queima das fitas é a semana com utilização mais reduzida, enquanto que, ao contrário do que se esperava na semana seguinte à queima das fitas ainda se verifica uma utilização de energia eléctrica aquém da terceira semana que já é uma semana típica de aulas.

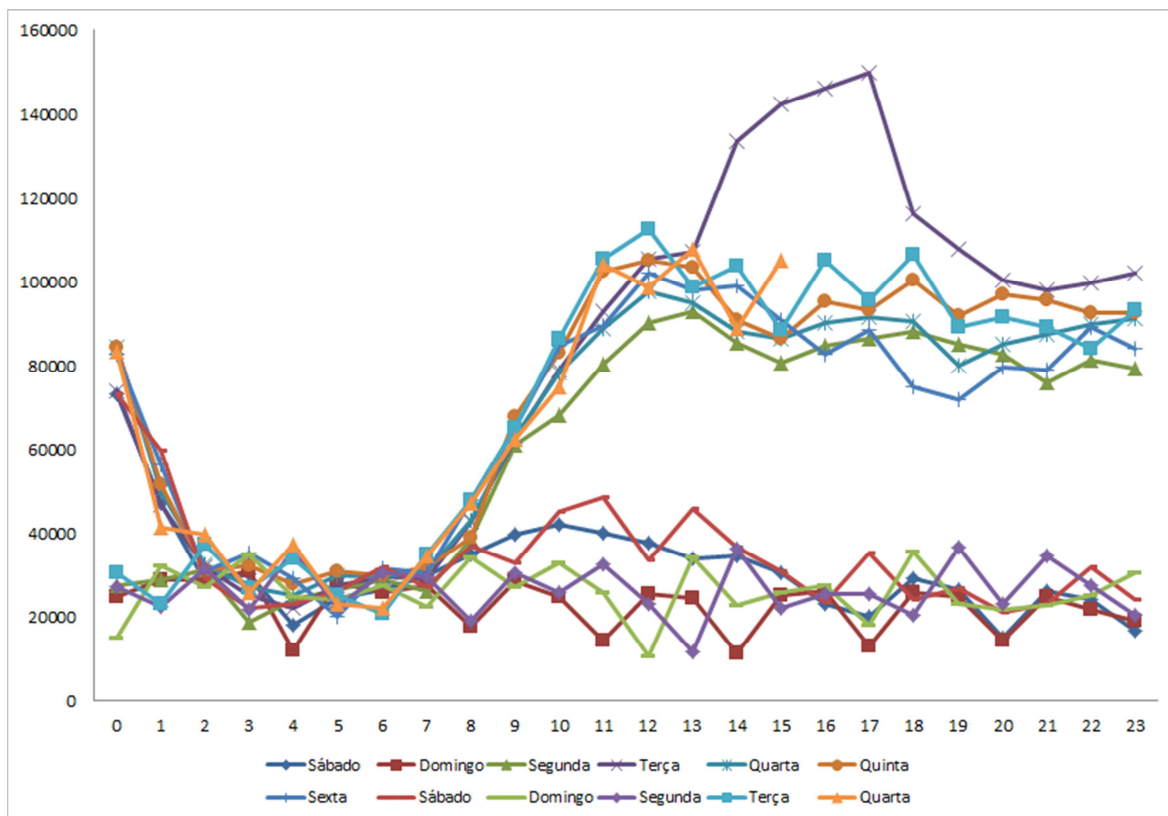


Figura 12 Medições do mês de Junho [Wh]

Pode-se verificar na Figura 12 que na terça-feira dia 4 de Junho, existe um pico de energia ao longo da tarde, isto deveu-se a testes realizados nas oficinas mecânicas, e como tal estes valores foram desprezados da média feita para calcular a utilização de energia eléctrica mensal.

Visto que as medições não foram realizadas para todo o mês, foi feita uma extrapolação para se obter a utilização de energia eléctrica mensal, recorrendo à média dos valores de semana e de fim-de-semana.

Foi escolhido o mês de Maio pelo facto de existir uma semana de paragem para a queima das fitas e nesse sentido a utilização de energia eléctrica ser diferente dos restantes – como se pode verificar na figura respectiva – e o mês de Junho pelo facto de ser um mês típico de aulas. Deste modo, o desvio do mês de Maio foi usado nesse mês, e o desvio do mês de Junho foi usado nos restantes meses.

Para o mês de Maio foram considerados quatro períodos – semana e fim-de-semana de queima das fitas e semana e fim-de-semana de aulas.

Para o mês de Junho foram considerados dois únicos períodos – 20 dias de semana e 10 dias de fim-de-semana.

3.8.6.3. Medições no quadro eléctrico dos elevadores

Relativamente às medições da energia consumida nos elevadores, inicialmente era pretendido fazê-las simultaneamente em dois dos elevadores principais – átrio principal - para deste modo se poder estudar medidas de redução de energia, mas na altura só estava um dos quatro elevadores principais em funcionamento. Sendo assim, foi feito o registo somente de um dos elevadores principais e de um dos elevadores secundários – contíguos às circulações verticais - e admitido que a utilização de energia eléctrica dos restantes era igual.

Para se obter a utilização de energia eléctrica de um ano, foi realizada a média dos dias de semana e dos dias de fim-de-semana do período de auditoria e posteriormente multiplicados esses valores pelos respectivos dias/ano.

Nos gráficos das figuras 13 e 14 seguintes, são apresentados os resultados das referidas medições.

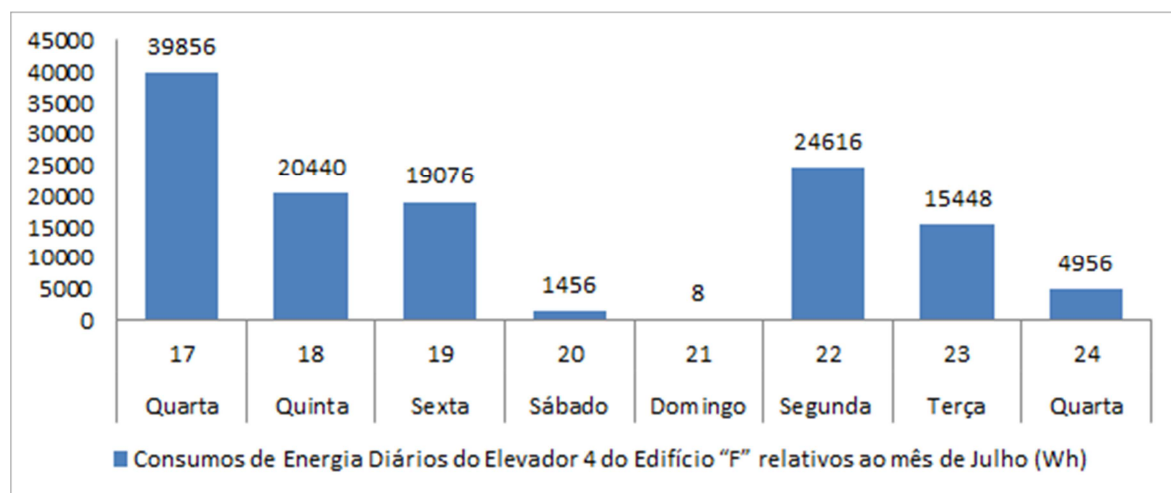


Figura 13 Medições elevador 4 [Wh]

No que se refere às medições do elevador principal 4, na quarta-feira dia 17 de Julho, só estava em funcionamento um dos três que costumam estar activos, daí ter uma utilização de energia eléctrica atípica comparativamente com os outros dias. Por outro lado, quarta-feira dia 24 de Julho tem uma utilização de energia eléctrica inferior aos outros dias porque esta energia não é de todo o dia.

Quanto a utilização de energia eléctrica do fim-de-semana verifica-se que domingo tem um consumo residual fruto de algum turno de vigia, e sábado também tem um consumo mínimo visto só ocorrerem actividades lectivas da parte da manhã.

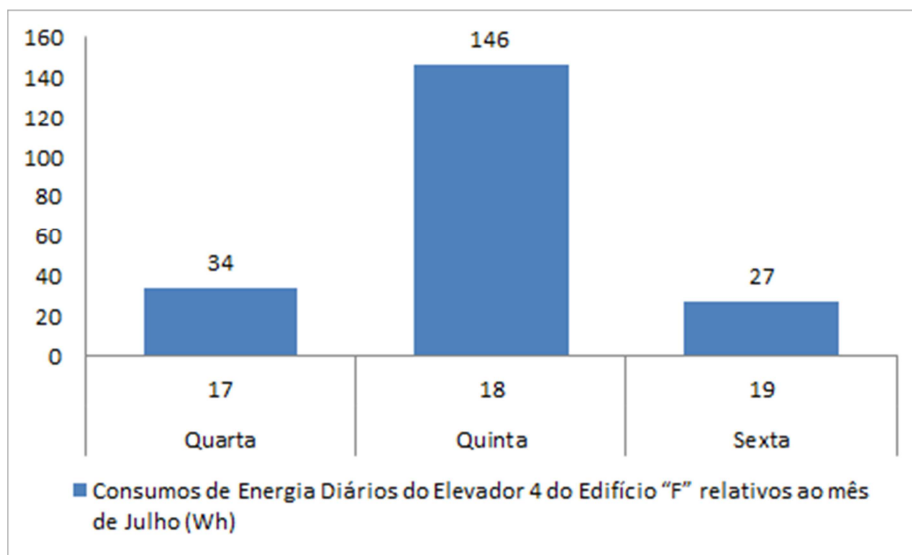


Figura 14 Medições elevador 7 [Wh]

O registo de energia do elevador 7 é relativo apenas a três dias, sendo que os dias 17 e 19 não estão completos, daí não ser possível obter a utilização de energia com maior precisão. Contudo, dentro deste intervalo foi calculada a média, hora a hora, dos três dias e considerado esse valor como utilização de energia eléctrica diária. Estes elevadores são maioritariamente usados por docentes e por isso apresentam utilizações de energia muito reduzidas, existindo inclusivé horas em que o elevador não se encontra em funcionamento.

3.8.7. Caudais de ar

No sentido de se obter uma validação mais correcta da utilização de energia eléctrica referente a AVAC foi realizada uma medição dos caudais de ar novo e de ar extraído nos diversos espaços. Para o efeito foi utilizado um equipamento da marca OMEGA.

Na Figura 15 seguinte, apresenta-se as medições de caudais de ar novo dos espaços onde os equipamentos estavam em funcionamento.

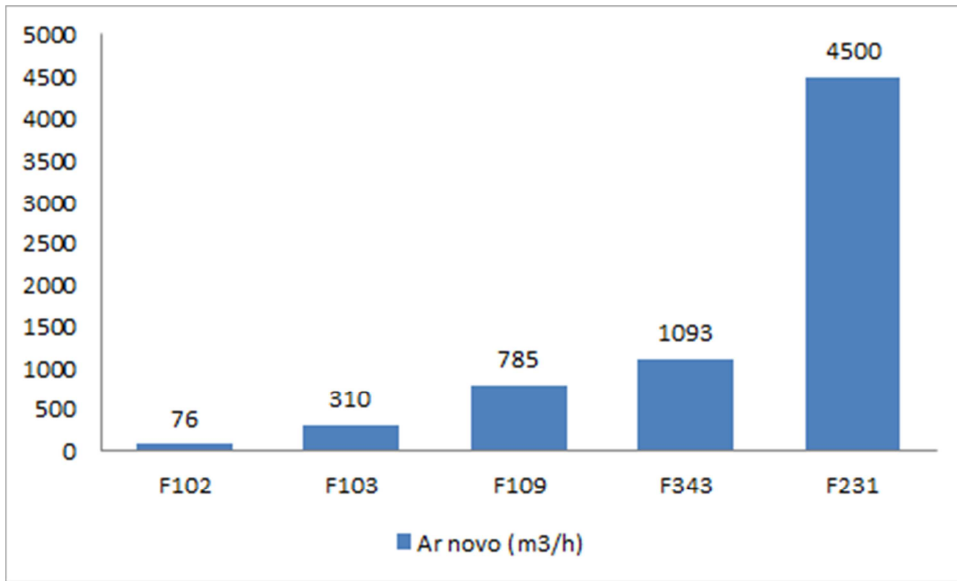


Figura 15 Medições dos caudais de ar novo [m³/h]

A Figura 16 seguinte, apresenta as medições dos caudais de ar extraído das instalações sanitárias onde os respectivos ventiladores de extracção estavam em funcionamento.

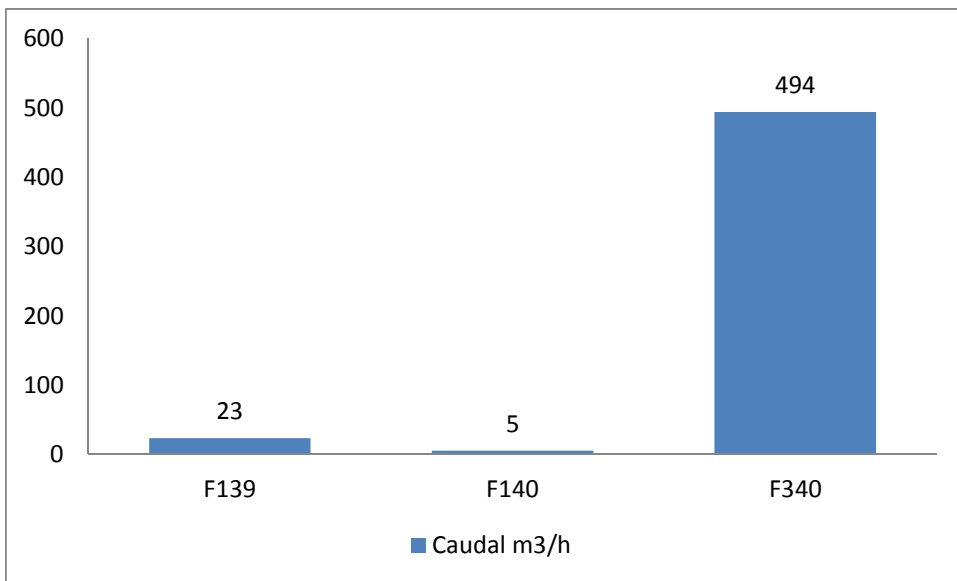


Figura 16 Medição dos caudais de extracção [m³/h]

4. Configuração do modelo

4.1. Programa de simulação

A simulação do edifício foi realizada recorrendo ao programa DesignBuilder versão 3.3. Este programa é acreditado pela norma ASHRAE Standard 140/2004 – *Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs* - sendo este um requisito para qualquer programa de simulação [3].

O designBuilder é um interface gráfico para o programa de simulação térmica dinâmica EnergyPlus, que permite ao utilizador construir o modelo 3-D do edifício, caracteriza-lo através de menus como actividade, construção e ocupação, bem como caracterizar os sistemas energéticos existentes através de sistemas AVAC pré-definidos, realizar as simulações para a determinação da utilização de energia e potências de climatização e ainda testar estratégias de optimização energética.

O DesignBuilder tem uma versão portuguesa, que implica a instalação do módulo IEE – índice de eficiência energética – módulo principal da versão portuguesa do DesingBuilder que consiste de um interface gráfico presente na janela *check* e no motor de cálculo que calcula os resultados portugueses, permitindo utilizar a caracterização do edifício – inerente à construção do modelo – e os resultados da simulação dinâmica para calcular parâmetros relativos ao DL 79/2006 entre os quais [6]:

- Factor de forma e factores de correcção climáticos de Inverno e Verão;
- Obtenção do valor de IEE ponderado e da classe energética do edifício;
- Obtenção do IEE por tipologia e por fracção autónoma;
- Utilização de energia relevante para o preenchimento da DCR/CE.

Este módulo permite ainda a conversão e utilização da base de dados do Solterm5 na simulação do Edifício, utilização dos perfis nominais do RSECE de ocupação, iluminação e equipamento, simulação de edifícios com várias tipologias e edifícios com mais de uma fracção autónoma [4].

Neste projecto foi utilizada uma versão teste pelo facto de não serem fornecidas licenças gratuitas aos estudantes de instituições de ensino que não possuam licença multi-utilizadores. Esta versão apresenta as seguintes limitações:

- Máximo 30 dias de utilização;
- Só permite simular um máximo de 50 espaços;
- Só permite converter um ficheiro climático.

4.2. Fases de criação do modelo

Inicialmente foi criado um ficheiro em formato DXF das plantas do edifício em 2-D recorrendo ao programa AutoCad, sendo este posteriormente importado para o DesignBuilder, no qual, recorrendo às suas funcionalidades de modelação foi feito o desenho em 3-D.

O desenho foi feito considerando cada piso como um bloco. Estes foram divididos em zonas, consoante o zoneamento considerado adequado. O sombreamento dos envidraçados, apesar de poder ser feito aquando da selecção do tipo de vidro, assim como todos os outros componentes exteriores do edifício – Palas e coberturas - foram feitos recorrendo a componentes adiabáticos, desenhados no próprio edifício. Deste modo obtêm-se os dispositivos de sombreamento tal e qual os reais.

As limitações descritas no ponto anterior implicaram uma mudança na metodologia de trabalho pensada inicialmente, porque o edifício mesmo com um zoneamento o mais

amplo possível, ficou com mais de 50 espaços. Deste modo, foi necessário fazer um estudo piso a piso, e posteriormente a análise global do mesmo. Para este estudo piso a piso ser o mais realista possível, foram criados blocos adiabáticos com a configuração dos pisos que lhe ficam adjacentes.

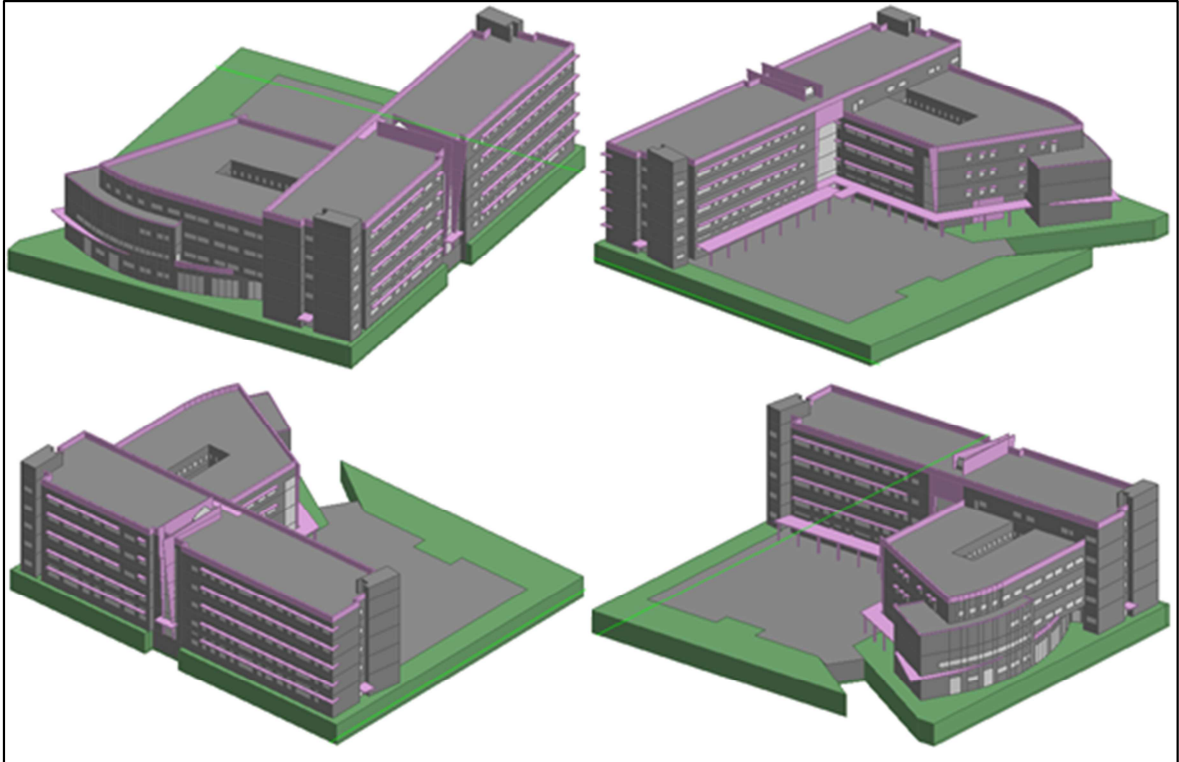


Figura 17 Modelação do edifício em DesignBuilder

5. Validação do modelo

Após a criação do modelo e introdução de todas as variáveis inerentes à simulação dinâmica do edifício já descritas no respectivo capítulo, foi realizada uma simulação para tentar aferir a sua validação.

Considera-se o modelo validado quando o desvio da utilização de energia anual facturada e simulada é inferior a +/- 10%. No caso em estudo, esta representa energia eléctrica e de gás natural.

5.1. Resultados da simulação real

5.1.1. Edifício

A primeira simulação foi realizada recorrendo às variáveis já descritas no capítulo três.

Nas Figuras 18 e 19 seguintes, apresenta-se os resultados relativos a utilização de energia eléctrica do edifício F bem como dos respectivos desvios.

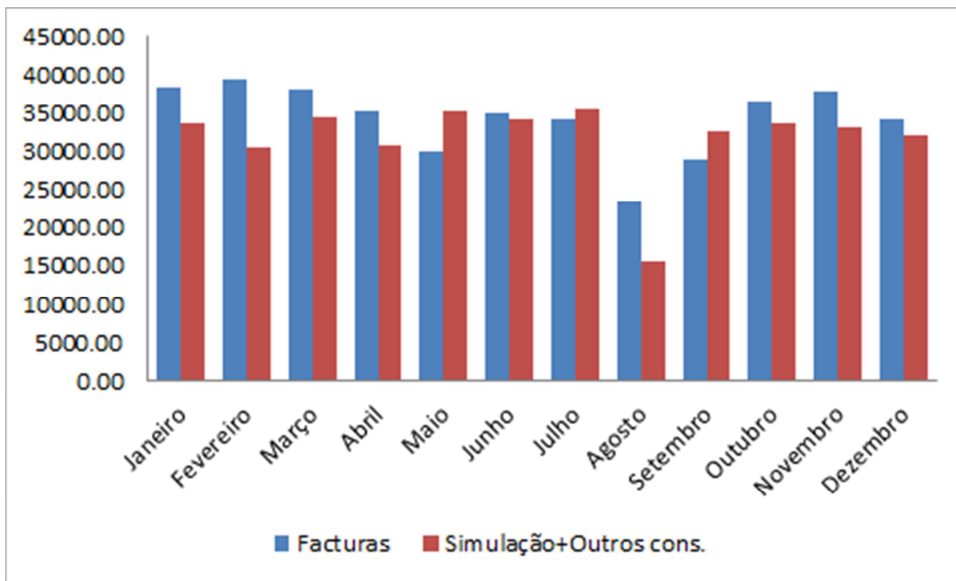


Figura 18 Utilização de energia eléctrica [kWh]

Como se pode verificar a utilização de energia eléctrica mensal facturada e simulada é muito idêntica, à excepção do mês de Agosto, pelos motivos já identificados no capítulo três. Como tal, não se deve atribuir relevância aos mesmos.

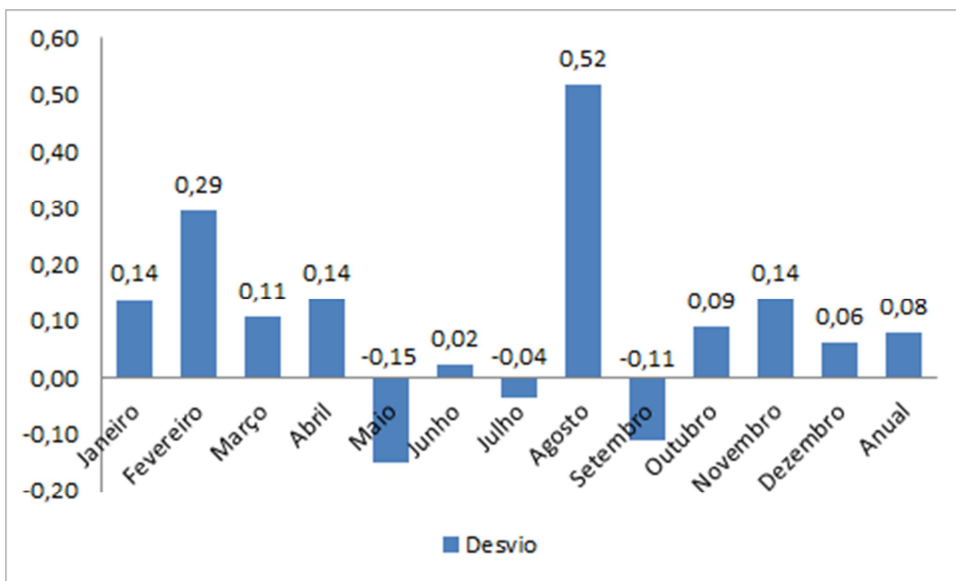


Figura 19 Desvios mensais e anual da utilização de energia eléctrica

O desvio anual cifra-se em 8% tendo em conta o mês de Agosto e 6% se descontarmos esse mês, uma vez que neste o desvio ronda os 52%.

Relativamente à utilização de energia de gás natural, optou-se por calcular na simulação apenas a energia referente ao aquecimento, sendo que a energia referente à produção de AQS foi calculada separadamente, como se pode verificar no anexo C.

O grande consumidor de AQS do edifício é o bar, recorrendo aos valores dos consumos mensais de água quente foi possível dividir a utilização de energia do gás natural pelo respectivo mês. Os outros consumidores são a instalação sanitária junto às oficinas e os vestiários. Destes não há registo de consumos, pelo que foram calculados recorrendo a um consumo previsível.

Na Figura 20 seguinte, apresenta-se os resultados relativos a utilização de energia de gás natural referente ao aquecimento e às águas quentes sanitárias.

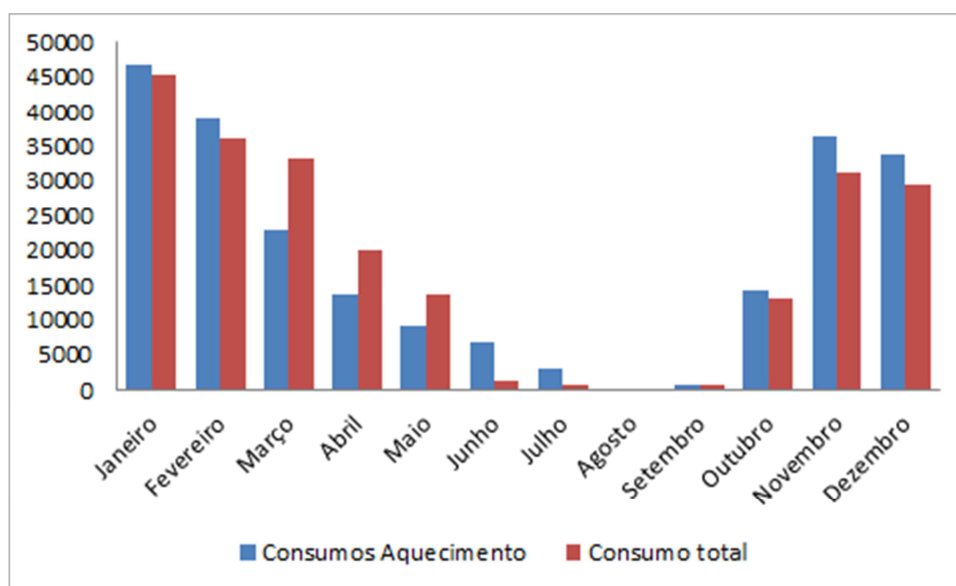


Figura 20 Utilização de gás natural [kWh]

Analisando o gráfico verifica-se que a utilização de energia mensal facturada e simulada é aproximadamente igual, sendo que os meses de Março a Julho são os que apresentam maiores desvios.

As contagens não foram feitas exactamente mês a mês, o que pode justificar os desvios apresentados, ou seja, a utilização de energia real subfacturada entre Março e Maio e a utilização de energia real acima dos valores obtidos na simulação entre Junho e Julho, uma vez que, nestes últimos o aquecimento encontra-se desligado. Assim, considera-se que a energia é referente a AQS e verifica-se que embora o mês de Junho apresente uma

utilização de energia idêntico aos meses de mais utilização seria necessário que esta fosse seis vezes superior para se aproximar da utilização de energia real facturada. Outro facto que indicia essa justificação para os desvios é a análise do desvio anual que se situa nos 0,7%.

Assim, na Figura 21 seguinte, apresenta-se a utilização de energia de gás natural real – aquecimento, oficinas e bar – e simulada.

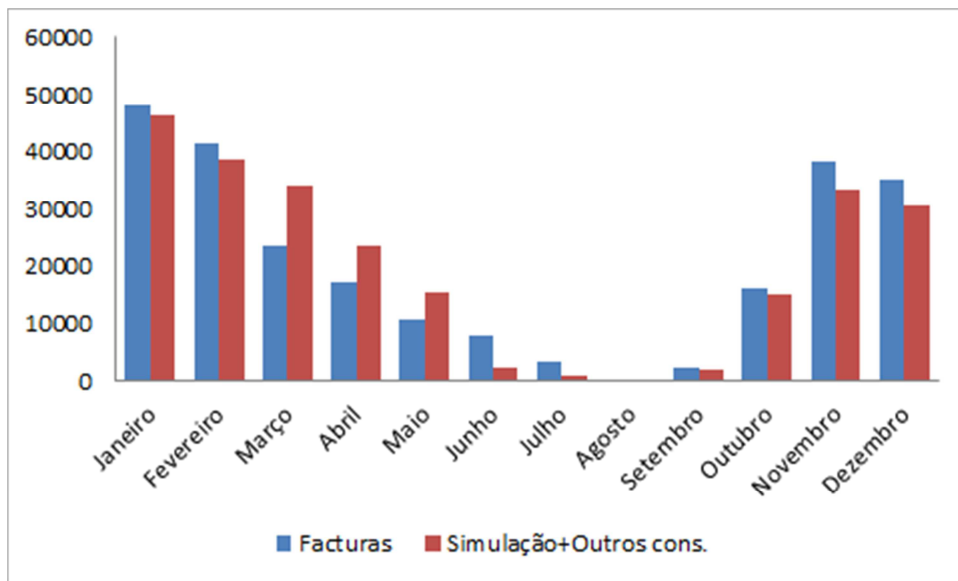


Figura 21 Facturas vs Simulação [kWh]

Como se pode verificar o perfil de utilização não se altera significativamente, sendo que o desvio anual se mantém nos 0,7%.

5.1.2. Bar do edifício F

Sendo o bar um dos principais consumidores do edifício optou-se por fazer uma simulação independente. Como já referido, a utilização de energia de gás natural do fogão foi introduzido separadamente da simulação, pelo que o resultado decorrente da simulação é referente a utilização de energia AVAC, sendo que esta está incluída na utilização de energia das caldeiras. Deste modo, a simulação independente do bar tem como objectivo acertar a utilização de energia eléctrica.

A Figura 22 seguinte, apresenta a comparação da utilização de energia eléctrica anual facturada e simulada.

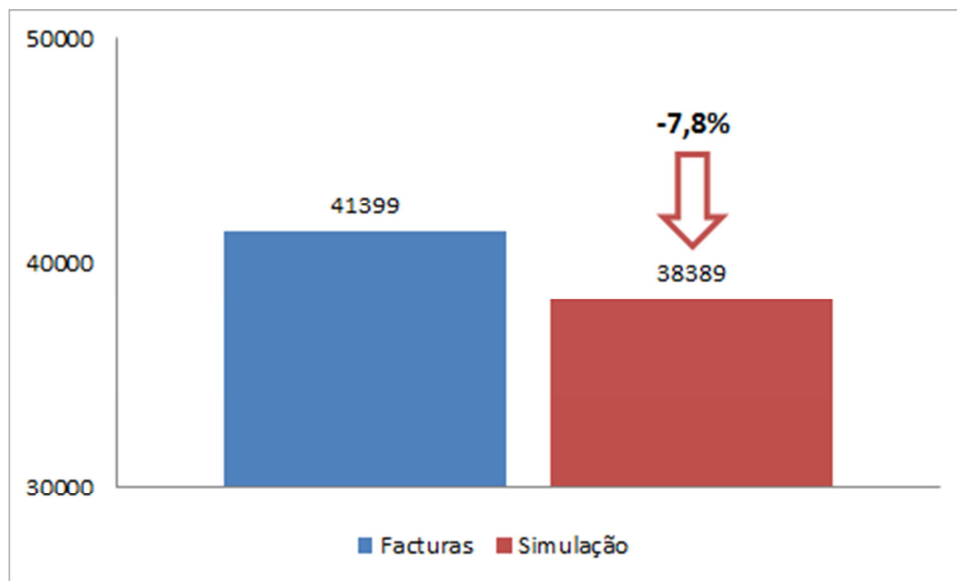


Figura 22 Utilização de energia eléctrica do bar [kWh]

Como se pode verificar, a utilização de energia eléctrica anual é muito próxima. O desvio entre os dois valores é praticamente de 7,8%, o que leva a considerar que as potências consideradas e respectivos horários estão correctos.

5.2. Cálculo do IEE real facturas

O IEE real facturas é obtido recorrendo à análise das facturas das diversas fontes de energia dos últimos três anos, sem correcção climática. Este IEE serve para realizar uma simples aferição do cumprimento do requisito energético em edifícios existentes e da necessidade ou não de um PRE.

Tabela 15 Cálculo do IEE real, facturas

Estabelecimentos de Ensino / Restaurantes			
	Consumo anual	Factor de conversão	Consumo anual
	[kWh/ano]	[kgep/kWh]	[kgep/ano]
Electricidade	411 498	0,29	119 334
Gás natural	244 229	0,086	21 004

Q	Ap	IEE
[kgep/ano]	[m ²]	[kgep/m ² .ano]
140 338	12967,7	10,8

Se compararmos o valor obtido com o IEE ponderado calculado recorrendo ao anexo 10, para edifícios existentes, verificamos que o edifício se encontra regulamentar.

5.3. Cálculo da inércia

A inércia térmica de um edifício é a capacidade deste armazenar energia térmica e de a libertar ao longo do tempo.

Tabela 16 Cálculo de inércia térmica

Cálculo da Inércia Térmica interior (I_t)				
Elementos de Construção	Msi (kg/m ²)	Si (m ²)	Factor de correção (r)	Msi r Si (kg)
Cobertura Exterior	150	4346,90	0,50	326017,50
Cobertura interior (não-útil)	11	33,80	0,50	185,90
Fachada exterior	150	6464,90	1,00	969735,00
Fachada interior (não-útil)	150	551,10	1,00	82665,00
Pavimento exterior	150	76,80	1,00	11520,00
Pavimento interior (não-útil)	150	943,50	1,00	141525,00
Pavimento em contacto com o solo	150	4305,50	1,00	645825,00
Paredes internas 1	170	14591,10	1,00	2480487,00
Pavimento interno	300	8096,90	0,50	1214535,00
Total				5872495,40

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Total} & \boxed{5872495,40} & (\text{kg}) \\
 & / & \\
 \text{Área Útil} & \boxed{10045,97} & (\text{m}^2) \\
 & = & \\
 & \boxed{584,56} & (\text{kg/m}^2) \\
 \\
 \text{Classe de Inércia} & \boxed{\text{Forte}} &
 \end{array}$$

De acordo com os cálculos efectuados na Tabela 16 e tendo em conta o factor de correcção inerente à resistência superficial da envolvente opaca obtém-se uma classe de inércia forte.

5.4. Cálculo dos factores de correcção climáticos

É necessário afectar o IEE de aquecimento e arrefecimento por um factor de correcção climático de aquecimento e arrefecimento, respectivamente. Este factor é calculado tendo em conta a zona de implementação do edifício e a região climática de referência I₁ – V₁ Norte, com 1000 graus/dia de aquecimento e 160 dias de duração da estação de aquecimento.

Para o cálculo do factor de correcção de energia de aquecimento é necessário primeiro fazer o cálculo do factor de forma, sendo este “ o quociente entre o somatório das áreas da envolvente exterior e interior do edifício ou fracção autónoma com exigências térmicas e o respectivo volume interior” [9]. Na Tabela 17 seguinte, é apresentado o resultado.

Tabela 17 Cálculo do factor de forma

Cálculo do Factor de Forma - FF	
FACTOR DE FORMA	
Das FC IV.1a e 1c: (Áreas)	
Paredes Exteriores	6464,90
Coberturas Exteriores	4346,90
Pavimentos Exteriores	76,80
Envidraçados Exteriores	1042,80
Da FC IV.1b (Áreas equivalentes A*τ)	
Paredes Interiores	551,10
Coberturas Interiores	33,80
Pavimentos Interiores	943,50
Área Total	13459,80
	/
Volume (da FC IV.1 d)	40183,88
	=
FF	0,33

Com o factor de forma de 0,33 no ponto 1 do artigo 15 do RSECE podemos encontrar a fórmula de cálculo das necessidades nominais de energia útil para aquecimento.

$$Ni = 4,5 + (0,0395 * GD)$$

No cálculo do factor de correcção de energia de arrefecimento, no ponto 2 do mesmo artigo encontra-se o valor das necessidades nominais de energia útil para arrefecimento.

$$Nv = 16 \frac{kWh}{m^2} * ano$$

Os resultados são apresentados na Tabela 18 seguinte.

Tabela 18 Valor resultante dos factores de correcção climática

Factor de correcção	
Aquecimento	0,65
Arrefecimento	1

5.5. Cálculo do IEE real simulação

O IEE real é obtido por simulação dinâmica. Para tal, foram utilizados os perfis reais previstos ou determinados em auditoria, e afectada a utilização de energia com a correcção climática.

O IEE real é comparado com o IEE de referência para Edifícios Existentes, no sentido de estabelecer, desde logo, a sua conformidade legal, ou não.

O IEE ponderado é obtido recorrendo ao anexo 10 do RSECE, ou seja, para edifícios de serviços existentes para as tipologias estabelecimentos de ensino e restaurantes. Nas tabelas 19 e 20 seguintes são apresentados os valores do IEE ponderado para o edifício e do IEE real, assim como dos valores intermédios que lhes deram origem.

Tabela 19 Cálculo do IEE ponderado

Cálculo do valor de IEE Ponderado para edifícios existentes				
Tipo de Actividade	Tipologia	Área (m ²)	IEE (kgep/m ² .ano)	
			Ref.	Total
Serv. Refeições	Restaurantes	274,4	170	46648
Escolas	Estabelecimentos de Ensino	12693,2	15	190398
TOTAL		12967,6		237046
IEE ponderado		18,28	kgep/m².ano	

Tabela 20 Valor do IEE real

	Q	Ap	Fc	IEE
	[kgep/ano]	[m ²]		[kgep/m ² .ano]
Aquecimento	25 810	12 693	0,65	1,3
Arrefecimento	1 727		1	0,1
Iluminação	48 730		1	3,8
Outros	54 221		1	4,3
Total	130 488			9,6

Como se pode verificar o IEE real é inferior ao IEE ponderado, pelo que o edifício se encontra regulamentar.

Para uma melhor compreensão da desagregação da utilização de energia dos principais serviços do edifício, é apresentada no gráfico da Figura 23 uma afectação percentual.

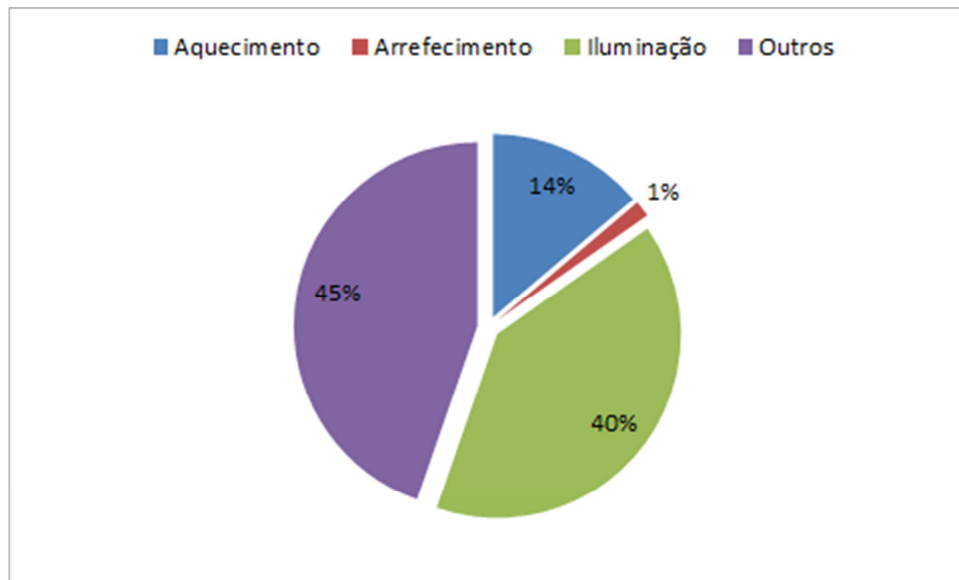


Figura 23 Utilização anual [kgep/ano]

6. Simulação nominal

Após a validação do modelo foi realizada a simulação nominal do edifício, isto é, foram usados os padrões nominais de utilização dos edifícios do anexo 15 do RSECE para cada uma das tipologias existentes. A utilização destes padrões nominais facilita a comparação entre os edifícios da mesma tipologia de uma forma quantitativa, considerando aspectos técnicos. A simples comparação da utilização de energia seria errada, pelo facto dos aspectos comportamentais ou do nível de funcionamento terem uma influência significativa no desempenho energético [8].

6.1. Caracterização energética nominal

6.1.1. Densidades nominais

Segundo o n.º 1 do artigo 31.º do RSECE o edifício é constituído pelas tipologias estabelecimento de ensino e restaurante e pelos espaços complementares estacionamento, cozinhas e armazéns.

De acordo com o mesmo regulamento existem perfis variáveis e constantes. Para as tipologias estabelecimentos de ensino e restaurante é considerado um perfil variável, enquanto, para os espaços complementares são usados perfis constantes. Estes são apresentados no anexo D.

Nas tabelas 21, 22 e 23 seguintes, são apresentadas as densidades utilizadas e o número de horas de funcionamento.

Tabela 21 Densidades tipologia escolas

Perfis variáveis	
Sala de aula e Espaços Comuns	Densidades
Ocupação	10 m ² /Ocupante
Iluminação	-----
Equipamento	10 W/m ²

Tabela 22 Densidades tipologia restaurantes

Perfis variáveis	
Restaurantes	Densidades
Ocupação	5 m ² /Ocupante
Iluminação	-----
Equipamento	5 W/m ²

Tabela 23 Densidades espaços complementares

Perfis constantes		
	Densidades	N.º Horas funcionamento
Iluminacao Exterior	-----	5400
Cozinhas	Densidades	N.º Horas funcionamento
Iluminação	-----	2080
Equipamento	250 W/m ²	
Ventilação	8 W/m ²	
Estacionamento	Densidades	N.º Horas funcionamento
Iluminação	-----	2600
Equipamento	2 W/m ²	
Ventilação	8 W/m ²	
Armazéns	Densidades	N.º Horas funcionamento
Iluminação	-----	2555
Equipamento	5 W/m ²	
Ventilação	8 W/m ²	

A iluminação utilizada em cada espaço é a real – Tabela 12, daí não existirem as respectivas densidades nas tabelas.

Relativamente ao número de horas de funcionamento dos espaços complementares foram utilizadas as do anexo 11 do RSECE. Assim, para a cozinha foi considerado um

funcionamento de 8 horas de Segunda a Sexta-feira, para o estacionamento foi considerado um funcionamento de 10 horas por dia de Segunda a Sexta-feira e por fim para os armazéns um funcionamento de 7 horas por dia todos os dias.

6.1.2. Caudal de ar novo nominal

O caudal de ar novo nominal obteve-se de acordo com o anexo 6 do RSECE referente a caudais mínimos para cada tipo de actividade afectados da respectiva eficiência de ventilação de 80%. Visto ser um edifício existente não foi considerado o agravamento devido aos materiais não ecologicamente limpos.

Na Tabela 24 seguinte, apresenta-se os caudais mínimos de ar novo por tipologia, sendo que os cálculos efectuados apresentados no anexo E.

Tabela 24 Caudais mínimos de ar novo

Piso	Tipo de Actividade	Caudais mínimos de ar novo	
		[m ³ /(h.ocupante)]	[m ³ /(h.m ²)]
1 a 5	Escolas- Salas de aula	30	
1 a 5	Escolas- Laboratórios	35	
3	Escolas- Auditórios	30	
1 a 5	Serviços – gabinetes	35	5
1	Comercial – Vestiários		10
2	Serviços refeições -salas de refeições	35	
2	Serviços refeições-Sala preparação de refeições	30	

6.2. Cálculo do IEE nominal

O IEE nominal obtém-se por simulação dinâmica em condições nominais utilizando os perfis padrão já referidos e afectando a utilização de energia pela correcção climática.

Com os resultados obtidos classifica-se energeticamente o edifício e verifica-se a necessidade ou não de um plano de reabilitação energética –PRE [8].

À semelhança do realizado para o cálculo do IEE real, foi feita uma ponderação da utilização de energia de aquecimento e arrefecimento para afectar os consumos das bombas e dos ventiladores.

O IEE ponderado foi obtido recorrendo ao anexo 11 do RSECE, ou seja para novos edifícios de serviços, para as tipologias e espaços complementares já referidos. Nas tabelas 25 e 26 seguintes, apresentam-se o IEE ponderado, o S e o IEE nominal.

Tabela 25 Cálculo do IEE e S ponderados

Cálculo dos valores de IEE ponderado e parâmetro S para edifícios novos						
Tipo de Actividade	Tipologia	Área (m ²)	IEE (kgep/m ² .ano)		S (kgep/m ² .ano)	
			Ref.	Total	Ref.	Total
Serv. Refeições	Restaurantes	274,4	120	32929	33	9055,5
Escolas	Estabelecimentos de Ensino	9735,8	15	146037	10	97358
Espaços Complementares	Estacionamento 10h/dia (2 ^a a 6 ^a)	2761,5	12	33138	4	11046
	Cozinhas 8h/dia (2 ^a a 6 ^a)	35,4	159	5633,4	5	177,15
	Armazéns 7h/dia (todos dias)	160,5	15	2407,7	5	802,55
TOTAL		12967,7		220145		118439

IEE ponderado	16,98	kgep/m ² .ano
S ponderado	9,13	kgep/m ² .ano

Tabela 26 Valor do IEE nominal

	Área [m ²]	IEE [kgep/m ² .ano]
Estabelecimentos de Ensino / Restaurantes	9 736	30,7
Espaços Complementares - Cozinhas	35	72,1
Espaços Complementares - Estacionamento	2 761	8,3
Espaços Complementares - Armazéns	161	19,3
Total	12 693	
IEE nominal		25,8

Para o cálculo do IEE nominal dos espaços complementares considerou-se unicamente a densidade de ventilação e equipamento nominais e a densidade de iluminação real. Relativamente ao equipamento da cozinha foi feita uma ponderação entre as potências eléctricas e de gás natural, admitindo-se que 85% dos 250 W/m² são relativos a utilização de energia de gás natural e o restante a utilização de energia eléctrica. Para efeito de contabilizar as pontes térmicas lineares foi considerado um acréscimo de 5% na energia de aquecimento. Para o período de arrefecimento para o cálculo do factor solar do envidraçado foi considerado que as protecções móveis – estores de lâminas - dos envidraçados estão 70% activas.

Os cálculos detalhados dos valores de IEE nominal encontram-se no anexo F.

6.3. Classificação energética

Após a realização da simulação dinâmica nominal, é calculada a classe energética do edifício, tendo por base o IEE nominal e os respectivos limites superiores e inferiores de cada classe energética.

O perito qualificado é que faz o trabalho de verificação regulamentar e emite a DCR ou CE.

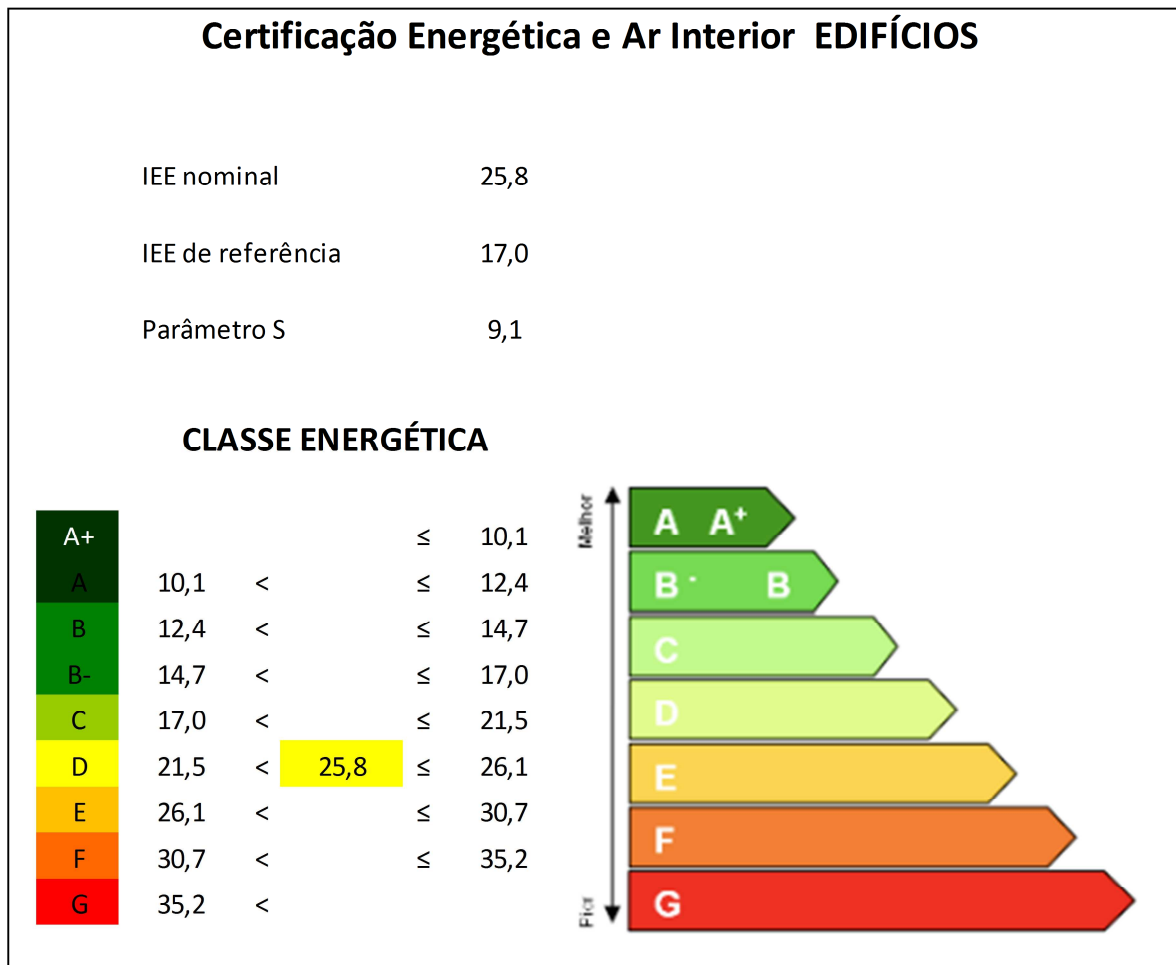


Figura 24 Classe energética do Edifício F

Como se pode verificar o edifício fica com Classe Energética D.

7. Medidas de melhoria

Segundo o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior – SCE - no seu artigo 2.º, a identificação e o estudo de medidas de melhoria é um dos seus objectivos, o que implica que o perito qualificado faça sempre um estudo destas potenciais medidas de melhoria.

Como tal, o edifício foi objecto de um estudo de possíveis medidas de melhoria com o objectivo de identificar oportunidades de optimização do seu desempenho energético.

Para o cálculo do período de retorno simples foram considerados os custos de 0,1356 €/kWh para a energia eléctrica e de 0,0857 €/kWh para a energia gás natural. Estes valores foram obtidos com recurso às respectivas facturas de gás natural e de electricidade do mesmo mês.

As medidas estudadas encontram-se elencadas na Tabela 27 seguinte, especificando aquelas que foram usadas para verificação da nova classe energética.

Tabela 27 Descrição sucinta das medidas de melhoria estudadas

Tipo de medidas / Designação sucinta	Incluída classe energética?
---	------------------------------------

Medidas de melhoria de natureza comportamental	
Criação de rotinas de leitura dos contadores	Não
Manter as portas de acesso ao estacionamento fechadas	Não
Desligar os electro íman das portas das circulações verticais	Não
Criação de antecâmara ou cortina de ar quente na entrada junto aos elevadores	Não

Medidas por intervenção na envolvente	
Aumento da espessura do isolamento da envolvente exterior	Não

Medidas por intervenção no sistema de iluminação	
Substituição de lâmpadas fluorescentes e de halogénio	Sim
Instalação de sensor e detector de movimento com foto célula	Sim
Estudo luminotécnico de alguns espaços	Não
Instalação de sensores de presença	Não

Medidas por intervenção no sistema AVAC	
Substituição do Chiller existente	Não
Instalação de módulo de recuperador de calor nas UTA e UTAN	Sim

Medidas por implementação de energia de fonte renovável	
Instalação de um sistema fotovoltaico	Sim
Instalação de um sistema solar térmico	Não

As medidas elegidas como passíveis de implementação, isto é, as medidas que apresentaram um período de retorno igual ou inferior a oito anos, nas condições reais de funcionamento actual do edifício representam um potencial de poupança energética global de 7% conforme apresentando na tabela 28.

Tabela 28 Poupança de energia decorrente de cada medida de melhoria

Medidas de melhoria	Poupança energia	
	(kWh/ano)	(%)
Substituição de lâmpadas fluorescentes e de halogénio	21401	4
Instalação de sensor e detector de movimento com foto célula	4425	1
Instalação de um sistema fotovoltaico	12250	2

Para aquelas medidas foi estimado o investimento associado a sua implementação, bem como, a poupança alcançada na factura energética e o período de retorno simples do investimento de acordo com o apresentado na Tabela 29 seguinte:

Tabela 29 Quadro resumo das medidas de melhoria utilizadas para o cálculo do novo IEE

Medidas de melhoria	Investimento (€)	Poupança (€/ano)	PRS (ano)
Substituição de lâmpadas fluorescentes e de halogénio	21833	2902	7,5
Instalação de sensor e detector de movimento com foto célula	604	600	1,0
Instalação de um sistema fotovoltaico	12984	1661	7,8

O estudo detalhado das medidas de melhoria encontra-se no anexo G.

Foi determinada a nova classificação energética do edifício após a implementação das medidas de melhoria identificadas, acrescendo uma medida de melhoria associada a recuperação de calor no ar nas unidades de tratamento de ar, tendo-se obtido uma classe energética C. refira-se que esta ultima medida não foi considerada na análise energética anterior, uma vez que, no funcionamento real do edifício os sistemas de ventilação não se encontram operativos.

7.1. Medidas de melhoria de natureza comportamental

Relativamente a medidas em que a redução de energia não pode ser contabilizada, visto que estão ligadas ao comportamento dos ocupantes, vão ser propostas algumas melhorias que podiam ser implementadas.

Para se conseguir reduzir a energia utilizada há a necessidade de saber com o máximo rigor a utilização de energia do edifício, como tal, uma boa prática seria criar rotinas de leitura da utilização de energia eléctrica e de gás natural nos respectivos contadores, num dia fixo, de preferência semanalmente para se conseguir distinguir a utilização de energia nas semanas atípicas como de férias, exames ou semana da queima, ou então leituras mensais.

Uma outra medida tem a ver com manter as portas de acesso a garagem sempre fechadas para deste modo evitar a contaminação dos espaços com requisitos por CO.

Um outro aspecto seria o de desligar no período de inverno os electro íman das portas de acesso as circulações verticais. Estas dão acesso as coberturas exteriores e tem portas com grelha, sendo que reduziria a ventilação natural e respectivamente a energia associada ao AVAC. No período de verão podiam estar activos porque a elevada afluência do edifício ia criar um efeito de brisa do piso 1 ate o piso 5, o que implicava uma sensação de ar mais fresco.

Por fim, uma outra medida seria criar uma antecâmara na entrada do edifício junto aos elevadores, ou uma cortina de ar quente.

7.2. Medidas por intervenção na envolvente

Relativamente a melhorias por intervenção na envolvente, tanto de paredes como Cobertura exteriores – principal envolvente por trocar calor por radiação com o céu – visto que já são isoladas recorrendo a poliestireno expandido extrudido, e apesar de as espessuras poderem ser maiores, não se realizou o estudo desta medida, pelo facto do peso da envolvente no aquecimento e arrefecimento ser reduzido. Como tal, esta medida só deve ser pensada numa eventual grande remodelação do edifício.

7.3. Medidas por intervenção no sistema de iluminação

Após auditoria energética e tratamento dos resultados, verificou-se que em alguns espaços, nomeadamente, nas tipologias de espaço sala de aulas, auditórios e gabinetes a densidade de iluminação é exagerada relativamente a valores de referência, como por exemplo os da ASHRAE. Face a esta constatação, propõe-se que seja elaborado um estudo que permita diminuir a densidade sem prejudicar o conforto visual.

Independentemente desta proposta, e como primeira abordagem, propõe-se a substituição das atuais lâmpadas por lâmpadas de elevada eficiência e sensores de presença com célula foto-eletrica.

Assim, no que diz respeito a medidas de utilização racional de energia aos sistemas de iluminação, foi estudada a alteração das lâmpadas em maior número, sendo que foi estudada a substituição das lâmpadas designadas T8 fluorescentes tubulares de 58 W e 36 W, lâmpadas estas existentes em praticamente todos os espaços do edifício, por lâmpadas T8 *Master Power Saver Set* da Philips que em conjunto com um arrancador específico proporcionam uma economia de energia na ordem dos 20 a 30%. Foi também estudado a troca das lâmpadas de halogénio de 50 W por lâmpadas LED de 6 W. Estas sendo consideravelmente mais caras, mas consegue-se reduzir em praticamente 90% da potência da lâmpada. Os preços usados para as lâmpadas foram os de tabela, considerando um desconto de quantidade de 40%. Considerou-se que esta medida implicaria um período de 10 dias de trabalho com um custo de mão-de-obra de 100 euros diários, sendo que se obtém uma poupança energética de 21401 kWh/ano que se reflecte numa poupança de 2902 €/ano. O PRS desta medida situa-se em 7 anos e 6 meses. Foi ainda feito o estudo da substituição por lâmpadas LED e lâmpadas TL5, sendo que não se verificou viabilidade técnica nem financeira nestas medidas.

Outra medida de melhoria estudada foi a instalação de um sensor e detector de movimento que incorpora uma foto célula inibidora para evitar que as luzes se acendam quando há suficiente luz solar. Para o caso os sensores infravermelhos e os detectores de movimento serão inibidos para só funcionar a foto célula, funcionando num sistema ligado/ desligado consoante o espaço tenha iluminação natural suficiente. Cada foto célula controla no máximo 15 luminárias, pelo que é necessário uma por piso, e os respectivos cabos de ligação. Os preços usados foram os de tabela, não se considerando desconto porque são em pouca quantidade. Considerou-se que esta implementação demoraria 5 horas com um custo de 10 euros por hora, sendo que se obtém uma poupança energética de 4425 kWh/ano que se reflecte numa poupança de 600 €/ano. O PRS desta medida situa-se em 1 ano.

Uma outra medida passa por instalar sensores de presença nas instalações sanitárias, circulações verticais secundárias – junto aos elevadores – e no estacionamento. Uma parte da iluminação das instalações sanitárias é ligada no respectivo quadro eléctrico, mas a restante é ligada pelo utilizador com recurso a um interruptor, sendo que sempre essas por

norma estão sempre ligadas o que era evitado com os sensores. A iluminação das circulações verticais secundárias está ligada ao longo dos vários pisos sendo que nas observações feitas ao longo de vários períodos distintos não circula la minguem. Por fim, no estacionamento, a implementação dos sensores por zonas distintas implicava que maior parte do dia esta estava desligada.

7.4. Medidas por intervenção no sistema AVAC

No que concerne a medidas que envolvam a melhoria da eficiência dos sistemas de climatização a troca das caldeiras para aquecimento e AQS não se achou necessária visto que têm um rendimento de 92,2%. Para uma melhor análise, da necessidade ou não de substituir as caldeiras aconselha-se a realização de testes para verificar qual é o rendimento efectivo das mesmas. No que diz respeito ao chiller este tem um COP de 2,5% sendo que não foi obtido nas condições EUROVENT, pelo que foi realizado uma verificação tendo em vista a sua substituição por um chiller certificado pela EUROVENT, com potência de arrefecimento de 436,4 kW e EER de 3,04 segundo a norma EN14511. Como o edifício não está a funcionar em pleno no que diz respeito a arrefecimento, foi feita uma simulação nas condições reais, mas em que foram considerados os caudais mínimos de ar novo nos diversos espaços, sendo que, nestas condições se obtém uma redução de utilização de energia na ordem os 24872 kWh/ano que se reflecte numa poupança de 3373 €/ano. O PRS desta medida é de praticamente 18 anos e 11 meses.

Visto que as UTA e UTAN não dispõem de recuperador de calor, uma medida de melhoria possível é a aplicação de um módulo de recuperação de calor, mas como estas unidades não funcionam ou funcionam muito residualmente, optou-se foi considerar, como no estudo do chiller, que os vários espaços estão com o caudal de ar novo regulamentar. Deste modo, foi considerado um recuperador de calor de roda entalpia, sendo que se obtém uma poupança de energia eléctrica de 5342 kWh/ano e de energia gás natural de 133417 kWh/ano que se reflecte numa poupança conjunta de 12158 €/ano. O PRS desta medida é de 4 anos.

Relativamente as bombas circuladoras, não foi estudado nenhuma medida de melhoria, por implicava a troca destas por bombas de velocidade variável, implica a alteração de todas as válvulas de três vias, para válvulas modulantes, porque não há um circuito independente

para os ventilo convectores nem para as radiadores, logo esta medida só dava para o caso do arrefecimento.

7.5. Medidas por implementação de energia de fonte renovável

Foi estudado a implementação de um sistema solar térmico para produção de AQS, composto por dez colectores perfazendo uma área total de captação de 18,7 m², instalados na cobertura plana com azimute sul e inclinação 36 graus e depósito de acumulação de 750 litros localizado no interior. O custo de investimento será aproximadamente 6361 euros, sendo que se obtém uma poupança energética de 5513 kWh/ano que se reflecte numa poupança de 472 €/ano. O PRS desta medida é de praticamente 13 anos e 6 meses.

Foi ainda estudada a implementação de um sistema fotovoltaico com trinta e cinco painéis, perfazendo um total de 8,75 kWp. A utilização anual de potência de pico considerada foi de 1400 horas, sendo que não foi considerado nenhum regime tarifário de venda a rede, ou seja, o período de retorno foi calculado admitindo o preço de compra à rede da energia. O custo do investimento é aproximadamente 13000 euros, sendo que se obtém uma poupança energética de 12250 kWh/ano que se reflecte numa poupança de 1661 €/ano. O PRS desta medida é de praticamente 7 anos e 10 meses.

7.6. Redução energética após aplicação das medidas de melhoria com potencial de aplicação

De acordo com os pressupostos elencados no ponto 7.5, foi elaborado o estudo da redução energética tendo em conta duas hipóteses, ou seja, uma alternativa em que se considera que o edifício esta a funcionar de modo real, e outra em que se considera o edifício em funcionamento real mas com os sistemas em pleno funcionamento. Na tabela 30 seguinte, são apresentadas as alternativas bem como a respectiva poupança anual.

Tabela 30 Poupança anual de acordo com as alternativas estudadas

Alternativa	Poupança energia		Poupança factura	
	(kWh/ano)	%	(€/ano)	%
Edifício com Funcionamento actual	36635	7	4968	7
Edifício com os sistemas em pleno funcionamento	181601	18	19621	16

7.7. Classe energética após aplicação das medidas de melhoria com potencial de aplicação

Após realização do estudo separado de cada medida de melhoria, é calculada a nova classe energética do edifício, tendo em conta o impacto global das várias medidas de melhoria com potencial de aplicação, sendo que se consegue uma redução na utilização de energia na ordem dos 16%, o que terá um impacto na classificação energética do edifício alcançando uma Classe Energética C.

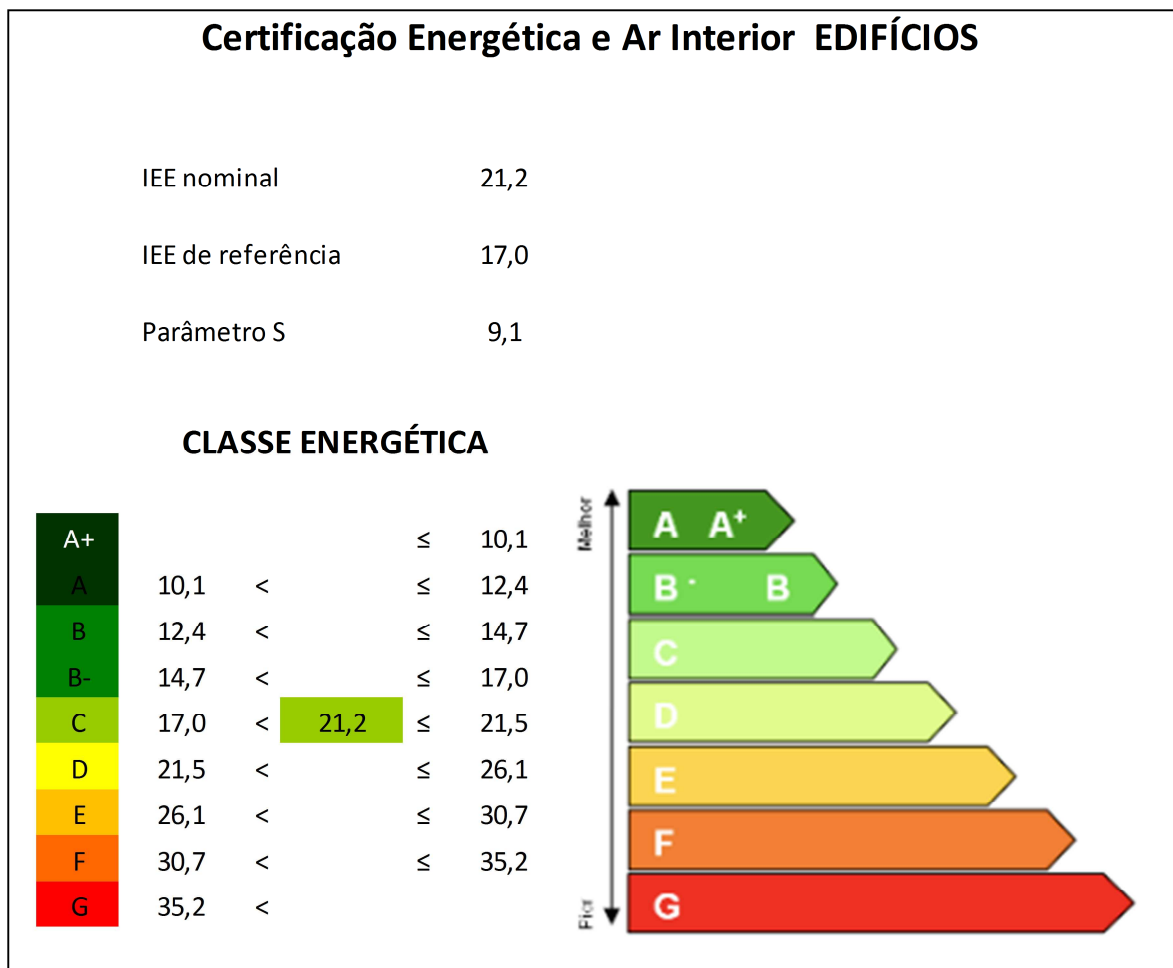


Figura 25 Classe energética do Edifício F após aplicação das medidas de melhoria

8. Conclusões

Esta dissertação tinha como primeiro objectivo estudar o desempenho energético real do edifício. Assim, fez-se a sua caracterização energética, no que diz respeito às fontes de energia utilizadas, horários e densidades de ocupação, iluminação e equipamentos e, ainda, a realização de medições de energia eléctrica e de ar novo.

Ao longo desta fase, foram surgindo algumas dificuldades, nomeadamente, a inexistência de facturas específicas do edifício e relativas aos vários tipos de energia utilizados. Esta realidade, conduziu à necessidade de se realizar uma estimativa mensal da utilização de energia eléctrica do edifício F por recurso a medições efectuadas em dois meses distintos. Esta estimativa apresentou-se como a mais ajustada, face à impossibilidade de obter medições durante um período alargado de, no mínimo, um ano ou, idealmente, de três anos, de modo a mitigar flutuações climáticas.

A validar esta estimativa, está a simulação real que se aproxima, com algum grau de fiabilidade, da utilização estimada de energia eléctrica.

O edifício apresenta uma utilização de energia eléctrica, mais ou menos, constante ao longo dos vários meses do ano, excepto no mês de Agosto quando o edifício está praticamente encerrado, e no mês de Maio, em que se observou uma significativa alteração dos consumos.

Pelo facto, de não existir garantia dos circuitos de iluminação, não alimentavam equipamentos, e vice-versa, verificou-se a impossibilidade de fazer medições desagregadas por principal utilizador de energia, o que resultou numa maior dificuldade em validar o modelo.

Um outro aspecto que dificultou a validação foi a elaboração dos horários de ocupação, iluminação e equipamento, uma vez que o edifício tem uma variedade de tipologias e, mesmo dentro de cada tipologia, existem horários completamente díspares. A solução passou por elaborar um horário por tipologia, sempre que possível recorrendo à sobreposição de horários.

Com a simulação dinâmica real, obteve-se a validação do modelo. Esta foi obtida após o desvio da utilização de energia eléctrica e de gás natural ser inferior a 10%. De referir que o desvio entre a utilização de energia eléctrica real e a da simulação se situou em 8% e 6%, conforme se considere ou não o mês de Agosto, e no caso do gás natural em 0,7%.

Outro dos objectivos propostos inicialmente foi a classificação energética do edifício. Para tal, foi feita uma simulação dinâmica nominal, considerando-se aquecimento e arrefecimento em todos os espaços designados por úteis e não considerando requisitos de ar novo nas circulações, por estas só apresentarem este requisito na tipologia empreendimentos turísticos. A classe energética do edifício é D.

Por fim, esta dissertação consistia na elaboração de propostas de melhoria, na estimativa do seu custo e no cálculo do respectivo período de retorno simples do investimento. Dali, concluiu-se que a substituição da iluminação, a instalação de células foto-elétricas, a instalação de recuperadores de calor nas UTAN e a implementação de um sistema fotovoltaico têm, potencialmente, o retorno do seu investimento dentro de um período aceitável, de oito anos. De salientar, que a medida relativa a instalação de recuperadores de calor nas UTAN só é aplicável numa situação de funcionamento do edifício em que os sistemas de ventilação se encontrem operativos.

Finalmente, foi calculada a nova classe energética considerando todas estas medidas de melhoria com período de retorno igual ou inferior a oito anos, tendo resultado na alteração da classe energética para C. Esta classificação, face aos sistemas energéticos que o edifício dispõe e às melhorias introduzidas, poderá revelar que o valor do IEE para escolas está subavaliado e, por tal, propor a sua revisão.

Pela importância que os edifícios têm na utilização de energia, a avaliação do desempenho energético destes é de grande relevância, uma vez que, em grande parte, passa por estes a concretização das metas europeias definidas para 2015 no que concerne à diminuição da utilização de energia.

Ao longo desta dissertação concluiu-se que os principais obstáculos a esta redução são o comportamento dos ocupantes no que diz respeito à utilização do edifício e o elevado custo inicial de possíveis medidas de melhoria, apesar da respectiva poupança futura que estas potencialmente representam.

9. Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros é aconselhável que o trabalho agora desenvolvido, no que diz respeito principalmente as considerações efectuadas nas facturas eléctricas, seja validado com as leituras realizadas nos contadores e referidas nas medidas de melhoria de carácter comportamental.

Um outro aspecto que se considera pertinente é avaliar se o valor do IEE de referência para escolas deve ser o mesmo para estabelecimentos de ensino superior. De facto, o valor calculado está bastante distante do valor de referência – 15 kgep/m².ano - reflectindo, eventualmente, que aquele valor de referência está desajustado aos perfis nominais de utilização.

Por fim uma avaliação energética nunca deve ser dissociada de uma avaliação da qualidade do ar interior, pelo que se aconselha a sua realização, num futuro próximo.

Referências Documentais

- [1] RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, Decreto-Lei n.º79/2006 de 4 de Abril
- [2] Isabel Sarmento Pereira – Unidade Curricular dos Mestrados de Energias Sustentáveis e de Engenharia Mecânica – Energia; Climatização; Tema 16
- [3] http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/corporate/ns/qs_designbuild_de_v3-0-0-105.pdf [1-04-2013; 17:30h]
- [4] Natural Works – Manual de introdução rápida – Modulo IEE
- [5] <http://www.dgeg.pt/>
- [6] <http://www.natural-works.com/db/faq/versao-portuguesa-modulo-iee> [28-05-2013; 17:00h]
- [7] Projecto de Sistemas Energéticos e de Tratamento Ambiental; Edifício F
- [8] Perguntas e respostas; ADENE
- [9] RCCTE
- [10] Certificação Energética e Ar Interior EDIFÍCIOS; Versão 2009-0.-05; ADENE
- [11] <http://www.dem.isep.ipp.pt/> [25-10-2013; 10:40h]
- [12] http://www.designbuilder.co.uk/helpv3.3/#_General_lighting.htm [29-10-2013; 16:10h]

Anexo A. Caracterização da envolvente

- Parede exterior

Parede exterior em parede dupla, constituída (do interior para o exterior) por revestimento em argamassa de reboco tradicional com 0,02 m de espessura; pano de tijolo furado com 0,22 m de espessura; espaço de ar não ventilado de 0,025 m de espessura; esteira contínua de isolamento em poliestireno expandido extrudido (XPS) com 0,03 m de espessura; pano de tijolo maciço com 0,11 m de espessura e argamassa de reboco tradicional com 0,02 m de espessura.

Parede Exterior ParExt 1				Ext				
	Esp. (m)	λ (W/°C.m)	R (°C.m²/W)	ρ (kg/m³)	M (kg/m²)	Coef.	M (kg/m²)	Referência
Resist. superf. ext.			0,040					ITE50-pág I.11
Argamassa e reboco tradicional	0,020	1,300	0,015	1800	36	0	0	ITE50-pág I.7
Pano tijolo maciço 11cm	0,110		0,130		86	0	0	ITE50-pág I.12 / ITE12-pág II-5
Poliestireno expandido extrudido XPS	0,030	0,037	0,811	32	0,96	0	0	ITE50-pág I.3
Espaço de ar não ventil. 25-300mm (fluxo horiz.)	0,025		0,180			0	0	ITE50-pág I.11
Pano tijolo furado 22cm	0,220		0,520		156	1	156	ITE50-pág I.12 / ITE12-pág II-7
Argamassa e reboco tradicional	0,020	1,300	0,015	1800	36	1	36	ITE50-pág I.7
Resist. superf. int. (fluxo horiz.)			0,130					ITE50-pág I.11
	0,425	$R_{total} =$	1,842	°C.m²/W			mt = 192	kg/m²
		$U =$	0,54	W/°C.m²			Msi máx = 150	kg/m²
Requisito mínimo U		$U_{máx} =$	1,60	W/°C.m²			1,0	factor correcção r_i
		Verifica	SIM				Msi = 150	kg/m²

- Parede interior

Parede interior simples, constituída por pano de tijolo furado de 0,15 m de espessura revestida em ambos os lados por argamassa de reboco tradicional com 0,015 m de espessura.

Parede Interior ParInt1-Simples				Int				
	Esp. (m)	λ (W/°C.m)	R (°C.m²/W)	ρ (kg/m³)	M (kg/m²)	Coef.	M (kg/m²)	Referência
Resist. superf. int. (fluxo horiz.)			0,130					ITE50-pág I.11
Argamassa e reboco tradicional (reboco)	0,015	1,300	0,012	1800	27	1	27	ITE50-pág I.7
Pano tijolo furado 15cm	0,150		0,390		116	1	116	ITE50-pág I.12 / ITE12-pág II-6
Argamassa e reboco tradicional (reboco)	0,015	1,300	0,012	1800	27	1	27	ITE50-pág I.7
Resist. superf. int. (fluxo horiz.)			0,130					ITE50-pág I.11
	0,180	$R_{total} =$	0,673	°C.m²/W			mt = 170	kg/m²
		$U =$	1,49	W/°C.m²			Msi máx = 150	kg/m²
Requisito mínimo U		$U_{máx} =$	2,00	W/°C.m²			1,0	factor correcção r_i
		Verifica	SIM				Msi = 150	kg/m²

- Parede interna

Parede interna simples, constituída por pano de tijolo furado de 0,15 m de espessura revestida em ambos os lados por argamassa de reboco tradicional com 0,015 m de espessura.

Parede Interna ParInterna				Int		T = 0,95			
	Esp. (m)	λ (W/°C.m)	R (°C.m²/W)	ρ (kg/m³)	M (kg/m²)	Coef.	M (kg/m²)	Referência	
Argamassa e reboco tradicional (reboco)	0,015	1,300	0,012	1800	27	1	27	ITE50-pág I.7	
Pano tijolo furado 15cm	0,150		0,390		116	1	116	ITE50-pág I.12 / ITE12-pág II-6	
Argamassa e reboco tradicional (reboco)	0,015	1,300	0,012	1800	27	1	27	ITE50-pág I.7	
	0,180								
							mt = 170	kg/m²	
							Msi máx = 300	kg/m²	
							1,0	factor correcção r_i	
							Msi = 170	kg/m²	

- Cobertura exterior

Cobertura exterior em estrutura contínua de betão com 0,42 m de espessura revestida exteriormente placas de poliestireno expandido extrudido (XPS) com 0,05 m de espessura, telas de impermeabilização (com resistência térmica desprezável) e acabamento em gravilha com 0,12 m de espessura. Interiormente a laje terá acabamento de placas de gesso cartonado com 0,015 m de espessura e espaço de ar não ventilado de 0,30 m de espessura.

Cobertura Exterior CobExt				Ext					
	Esp. (m)	λ (W/°C.m)	R (°C.m²/W)	ρ (kg/m³)	M (kg/m²)	Coef.	M (kg/m²)	Referência	
Inverno	Gravilha / brita	0,120	2,000	0,060	1900	228	0	0	ITE50-pág I.9
	Poliestireno expandido extrudido XPS	0,050	0,037	1,351	32	1,60	0	0	ITE50-pág I.3
	Laje betão armado de inertes correntes	0,420	2,000	0,210	2300	966,00	1	966	ITE50-pág I.3
	Placa de gesso cartonado	0,015	0,250	0,060	750	11,3	1	11	ITE50-pág I.7
	Resist. superf. ext.			0,040					ITE50-pág I.11
	Resist. superf. int. (fluxo vert. ascend.)			0,100					ITE50-pág I.11
	Espaço de ar não ventil. 15-300mm (fluxo vert. asc.)	0,300		0,160			1	0	ITE50-pág I.11
		0,905	R_{total} =	1,981	°C.m²/W			mt = 977	kg/m²
			$U_{INVERNO}$ =	0,50	W/°C.m²			Msi máx = 150	kg/m²
	Requisito mínimo U		$U_{máx}$ =	1,00	W/°C.m²			0,5	factor correcção r_i
		Verifica	SIM				Msi = 75	kg/m²	
Verão	Resist. superf. ext.			0,040					ITE50-pág I.11
	Resist. superf. int. (fluxo vert. descend.)			0,170					ITE50-pág I.11
	Espaço de ar não ventil. 300mm (fluxo vert. desc.)	0,300		0,230			0	0	ITE50-pág I.11
			R_{total} =	2,121	°C.m²/W				
		$U_{VERÃO}$ =	0,47	W/°C.m²					

- Pavimento exterior

Pavimento exterior em estrutura contínua de betão (laje maciça) com 0,42 m de espessura; betão celular com 0,10 m de espessura; e sem revestimento superficial específico devido a variedade de materiais.

Pavimento Exterior 1 PavExt1									
Inverno		Esp. (m)	λ (W/°C.m)	R (°C.m²/W)	ρ (kg/m³)	M (kg/m²)	Coef.	M (kg/m²)	Referência
		betão celular	0,100	0,270	0,370	2000	200	1	200
	Laje betão armado de inertes correntes	0,420	2,000	0,210	2300	966,00	1	966	ITE50-pág I.3
	Resist. superf. ext.			0,040					ITE50-pág I.11
	Resist. superf. int. (fluxo vert. descend.)			0,170					ITE50-pág I.11
		0,520	$R_{total} =$	0,790	°C.m²/W			mt = 1166	kg/m²
			$U_{INVERNO} =$	1,27	W/°C.m²			Msi máx = 150	kg/m²
	Requisito mínimo U		$U_{máx} =$	---	W/°C.m²			1,0	factor correcção r_i
			Verifica	---				Msi = 150	kg/m²
Verão	Resist. superf. ext.			0,040					ITE50-pág I.11
	Resist. superf. int. (fluxo vert. ascend.)			0,100					ITE50-pág I.11
			$R_{total} =$	0,720	°C.m²/W				
			$U_{VERÃO} =$	1,39	W/°C.m²				

- Pavimento térreo

Pavimento térreo em estrutura contínua de betão (laje maciça) com 0,42 m de espessura; betão celular com 0,10 m de espessura; e sem revestimento superficial específico devido a variedade de materiais.

Pavimento Térreo PavTérreo									
Inverno		Esp. (m)	λ (W/°C.m)	R (°C.m²/W)	ρ (kg/m³)	M (kg/m²)	Coef.	M (kg/m²)	Referência
		betão celular	0,100	0,270	0,370	2000	200	1	200
	Laje betão armado de inertes correntes	0,420	2,000	0,210	2300	966,00	1	966	ITE50-pág I.3
	Resist. superf. int. (fluxo vert. descend.)			0,170					ITE50-pág I.11
		0,520	$R_{total} =$	0,750	°C.m²/W			mt = 1166	kg/m²
			$U_{INVERNO} =$	1,33	W/°C.m²			Msi máx = 150	kg/m²
	Requisito mínimo U		$U_{máx} =$	---	W/°C.m²			1,0	factor correcção r_i
			Verifica	---				Msi = 150	kg/m²
Verão	Resist. superf. int. (fluxo vert. ascend.)			0,100					ITE50-pág I.11
			$R_{total} =$	0,680	°C.m²/W				
			$U_{VERÃO} =$	---	W/°C.m²				

- Cobertura interior

Cobertura interior em estrutura contínua de betão (laje maciça) com 0,42 m de espessura revestida exteriormente por esteira contínua de placas de poliestireno expandido extrudido (XPS) com 0,05 m de espessura, telas de impermeabilização (com resistência térmica desprezável) e acabamento em gravilha com 0,12 m de espessura. Interiormente a laje terá acabamento de placas de gesso cartonado com 0,015 m de espessura e espaço de ar não ventilado de 0,30 m de espessura.

Cobertura Interior CobInt				Int					
	Esp. (m)	λ (W/°C.m)	R (°C.m²/W)	ρ (kg/m³)	M (kg/m²)	Coef.	M (kg/m²)	Referência	
Inverno	betão celular	0,100	0,270	0,370	2000	200	0	0	ITE 50-pág 1.3
	Laje betão armado de inertes correntes	0,420	2,000	0,210	2300	966,00	0	0	ITE 50-pág 1.3
	Placa de gesso cartonado	0,015	0,250	0,060	750	11,3	1	11	ITE 50-pág 1.7
	Resist. superf. int. (fluxo vert. ascend.)			0,100					ITE50-pág 1.11
	Resist. superf. int. (fluxo vert. ascend.)			0,100					ITE50-pág 1.11
	Espaço de ar não ventil. 15-300mm (fluxo vert. asc.)	0,300		0,160			1	0	ITE 50-pág 1.11
		0,835	$R_{total} =$	1,000	°C.m²/W			11	kg/m²
			$U_{Inverno} =$	1,00	W/°C.m²			150	kg/m²
			$U_{max} =$	1,30	W/°C.m²			0,5	factor correção r
		Requisito mínimo U	Verifica	SIM				6	kg/m²
Verão	Resist. superf. int. (fluxo vert. descend.)			0,170					ITE50-pág 1.11
	Resist. superf. int. (fluxo vert. descend.)			0,170					ITE50-pág 1.11
	Espaço de ar não ventil. 300mm (fluxo vert. desc.)	0,300		0,230			0	0	ITE 50-pág 1.11
			$R_{total} =$	1,210	°C.m²/W				
		$U_{Verão} =$	0,83	W/°C.m²					

- Pavimento interior

Pavimento interior em estrutura contínua de betão (laje maciça) com 0,42 m de espessura; constituída interiormente por betão celular com 0,10 m de espessura; e sem revestimento superficial específico devido a variedade de materiais. Pelo lado não útil tem revestimento em argamassa e reboco tradicional com 0,02 m de espessura.

Pavimento Interior PavInt					Int				
Inverno		Esp. (m)	λ (W/°C.m)	R (°C.m²/W)	ρ (kg/m³)	M (kg/m²)	Coef.	M (kg/m²)	Referência
	betão celular	0,100	0,270	0,370	2000	200	1	200	ITE50-pág I.3
	Laje betão armado de inertes correntes	0,420	2,000	0,210	2300	966,00	1	966	ITE50-pág I.3
	Argamassa e reboco tradicional	0,020	1,300	0,015	1800	36	1	36	ITE50-pág I.7
	Resist. superf. int. (fluxo vert. descend.)			0,170					ITE50-pág I.11
	Resist. superf. int. (fluxo vert. descend.)			0,170					ITE50-pág I.11
		0,540	$R_{total} =$	0,936	°C.m²/W		mt =	1202	kg/m²
			$U_{INVERNO} =$	1,07	W/°C.m²		Msi máx =	150	kg/m²
	Requisito mínimo U		$U_{máx} =$	1,30	W/°C.m²			1,0	factor correcção r_i
			Verifica	SIM			Msi =	150	kg/m²
Verão	Resist. superf. int. (fluxo vert. ascend.)			0,100					ITE50-pág I.11
	Resist. superf. int. (fluxo vert. ascend.)			0,100					ITE50-pág I.11
			$R_{total} =$	0,796	°C.m²/W				
			$U_{VERÃO} =$	1,26	W/°C.m²				

- Pavimento interno

Pavimento interior em estrutura contínua de betão (laje maciça) com 0,42 m de espessura; constituída interiormente por betão celular com 0,10 m de espessura; e sem revestimento superficial específico devido a variedade de materiais. Pelo lado não útil tem revestimento em argamassa e reboco tradicional com 0,02 m de espessura.

Pavimento Interno PavInterno									
		Esp. (m)	λ (W/°C.m)	R (°C.m²/W)	ρ (kg/m³)	M (kg/m²)	Coef.	M (kg/m²)	Referência
	betão celular	0,100	0,270	0,370	2000	200	1	200	ITE50-pág I.3
	Laje betão armado de inertes correntes	0,420	2,000	0,210	2300	966,00	1	966	ITE50-pág I.3
	Espaço de ar não ventil. 300mm (fluxo vert. desc.)	0,300		0,230			0	0	ITE50-pág I.11
	Placa de gesso cartonado	0,015	0,250	0,060	750	11,3	0	0	ITE50-pág I.7
		0,835							
							mt =	1166	kg/m²
							Msi máx =	300	kg/m²
								1,00	factor correcção r_i
							Msi =	300	kg/m²

Anexo B. Sistemas de AVAC

Neste anexo são apresentados os sistemas de AVAC espaço a espaço.

Piso	Espaço	Área (m2)	UTA			Aquecimento	Arrefecimento
			Insuflação	Retorno	Extracção		
1	F102-Laboratório	64,4	---	---	---	Aerotermo	---
1	F103-Lab. Metalografia	64,49	---	---	---	Aerotermo	---
1	F104-Lab. Automação	111,01	---	---	---	Aerotermo	---
1	F105-Lab. Fluidos e Calor	111,16	---	---	---	Aerotermo	---
1	F108-Lab. AVAC	100,17	---	---	---	Aerotermo	---
1	F109-Lab. Fluidos e Calor	73	---	---	---	Aerotermo	---
1	F114-Lab. Automovel	222,69	---	---	---	Aerotermo	---
1	F116-Oficinas Mecânicas	102,81	---	---	---	Aerotermo	---
1	F118-Lab Oficina de Fundição	200,32	---	---	---	Aerotermo gás	---
1	F119 B-Gabinete	21,49	---	---	---	Aerotermo gás	---
1	F119 C-Gabinete	25,47	---	---	---	Aerotermo gás	---
1	F119 D-Sala de aulas	44,17	---	---	---	---	---
1	F128-Laboratório compósitos	87,24	---	---	---	Aerotermo gás	---
1	F100 F-Laboratório	20,16	---	---	---	ventilo-convector	ventilo-convector
1	F120-Lab. Ensaio Mecânicos	111,94	---	---	---	Aerotermo	---
1	F121-Oficinas Mecânicas	285,82	---	---	---	Painel radiante gás	---
1	Circulação	367,55	---	---	---	Radiador	---
1	F139-Inst. Sanitárias	20,5	---	---	VE 5.1	---	---
1	F140-Inst. Sanitárias	16,71	---	---	VE 5.2	---	---
1	F100 G-Central Térmica	130,83	---	---	---	---	---
1	Circulação Vertical 1	70,4	---	---	---	---	---
1	Circulação Vertical 2	21,66	---	---	---	---	---
1	Circulação Vertical 3	29,65	---	---	---	---	---
2	F202-Sala de aulas	60,13	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
2	F203-Sala de aulas	60,22	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
2	F204-Sala de aulas	102,08	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
2	F207-Sala de aulas	102,23	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
2	F208-Sala de aulas	101,79	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
2	F209-Sala de aulas	67,1	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
2	F213-Lab. Tribologia	29,68	---	---	---	---	---
2	F216-Sala de aulas (computadores)	101,42	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
2	F218-Sala de aulas (computadores)	88,24	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
2	F221-Gab. Técnico Informatica	57,01	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
2	F223-Lab. Mecânica Aplicada	106,13	UTA 6.1	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
2	F224-Sala de Estudo	106,13	UTA 6.1	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
2	F225-Sala de Aulas Computadores	107,44	UTA 6.1	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
2	F226-Sala de Estudo	107,44	UTA 6.1	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
2	F231- Bar/Restaurante	274,41	UC 2.1	---	VE 5.2	Unidade de condicionamento	---
2	F231- Bar/Restaurante	35,43	UC 2.1	---	VE 5.3	Unidade de condicionamento	---
2	F238-Gabinete	13,00	---	---	VE 2.1	Radiador	---
2	Circulação	576,49	---	UTA 6.1/6.2	---	---	---
2	F215-Inst. Sanitárias femininas	41,34	---	---	VE 6.3	---	---
2	F217-Inst. sanitárias masculinas	41,63	---	---	VE 6.3	---	---
2	F239-Inst. Sanitárias femininas	42,86	---	---	VE 5.4	---	---
2	F240-Inst. Sanitárias masculinas	34,3	---	---	VE 5.4	---	---
2	Circulação Vertical 1	22,67	---	---	---	---	---
2	Circulação Vertical 2	22,88	---	---	---	---	---
2	Circulação Vertical 3	29,65	---	---	---	---	---
3	F302-Sala de aulas	60,13	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
3	F303-Sala de aulas	60,22	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
3	F304-Laboratório Eletrotecnia Analógica	98,62	UTA 6.2	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
3	F305- Laboratório Eletrotecnia de Potência	98,68	UTA 6.2	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
3	F308-Laboratório Eletrotecnia Analógica	98,33	UTA 6.2	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
3	F309-Sala de aulas	67,1	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
3	F313-Sala de aulas	29,68	---	---	---	---	---
3	F314-Lab. Arquitetura Computadores	98,33	UTA 6.1	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
3	F317-Sala de aulas	103,56	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F318-Laboratório	86,04	UTA 6.1	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
3	F322-Sala de aulas	57,34	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F325-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---

Piso	Espaço	Área (m2)	UTA			Aquecimento	Arrefecimento
			Insuflação	Retorno	Extracção		
3	F326-Gabinete	13,49	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F327-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F328-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F329-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F330-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F331-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F332-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F333-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F334-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F335-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F336-Gabinete	13,33	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F338-Gabinete	13,00	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F341-Anfiteatro	127,59	UTA 4.1	UTA 4.1	---	UTA 4.1	UTA 4.1
3	F342-Anfiteatro	98,00	UTA 4.2	UTA 4.2	---	UTA 4.2	UTA 4.2
3	F343-Comissão Directiva DEM	52,76	UC 3.1	---	VE 3.2	UC 3.1	UC 3.1
3	F344-Gabinete	13,33	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F345-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F346-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F347-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F348-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F349-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F350-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F351-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F352-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F353-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F354-Gabinete	13,49	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	F355-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
3	Circulação	547,3	---	UTA 6.1/6.2	---	---	---
3	F340-Inst. sanitárias masculinas	34,30	---	---	VE 5.4	---	---
3	F339-Inst. Sanitárias femininas	42,86	---	---	VE 5.5	---	---
3	Circulação Vertical 1	22,67	---	---	---	---	---
3	Circulação Vertical 2	22,88	---	---	---	---	---
3	Circulação Vertical 3	29,65	---	---	---	---	---
4	F402-Sala de aulas	60,13	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
4	F403-Sala de aulas	60,22	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
4	F404-Laboratório de Projectos	98,62	UTA 6.2	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
4	F405-Laboratório de Sistemas Digitais	98,68	UTA 6.2	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
4	F408-Laboratório de Projectos	98,33	UTA 6.2	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
4	F409-Sala de aulas	67,1	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
4	F414-Direção de Curso LEEC/MEEC	98,33	UTA 6.1	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
4	F418-Direção de Curso LEE/MEE-SEE	86,04	UTA 6.1	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
4	F422-Departamento electrotecnia	56,82	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F425-Gabinete	13,39	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F426-Gabinete	13,51	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F427-Gabinete	13,39	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F428-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F429-Gabinete	13,39	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F430-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F431-Gabinete	13,39	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F432-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F433-Gabinete	13,39	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F434-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F435-Gabinete	13,39	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F436-Gabinete	13,33	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F438-Gabinete	20,6	---	---	VE 4.1	Radiador	---
4	F441-Gabinete	32,58	---	---	VE 4.2	Radiador	---
4	F442-Gabinete	11,84	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F443-Gabinete	12,33	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F444-Gabinete	12,28	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F445-Gabinete	11,77	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F446-Gabinete	13,42	UTA 6.1	---	---	Radiador	---

Piso	Espaço	Área (m2)	UTA			Aquecimento	Arrefecimento
			Insuflação	Retorno	Extracção		
4	F447-Gabinete	13,39	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F448-Gabinete	13,33	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F449-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F450-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F451-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F452-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F453-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F454-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F455-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F456-Gabinete	13,43	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F457-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F458-Gabinete	13,49	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	F459-Gabinete	13,37	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
4	Circulação	598,83	---	UTA 6.1/6.2	---	---	---
4	F413-Sala Servidores	29,68	---	---	---	---	---
4	F417-Inst. sanitárias masculinas	39,35	---	---	VE 6.3	---	---
4	F415-Inst. Sanitárias femininas	39,07	---	---	VE 6.3	---	---
4	F440-Inst. sanitárias masculinas	26,59	---	---	VE 5.4	---	---
4	F439-Inst. Sanitárias femininas	32,04	---	---	VE 5.4	---	---
4	Circulação Vertical 1	22,67	---	---	---	---	---
4	Circulação Vertical 2	22,88	---	---	---	---	---
4	Circulação Vertical 3	29,65	---	---	---	---	---
5	F502-Sala de aulas	60,13	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
5	F503-Sala de Reuniões	60,22	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
5	F504-Laboratório de Comunicações Ópticas	98,62	UTA 6.2	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
5	F505-Laboratório de Redes e Serviços de Comunicação	98,68	UTA 6.2	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
5	F508-Laboratório de Telecomunicações	98,33	UTA 6.2	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
5	F509-Sala de aulas	67,1	UTA 6.2	---	---	Radiador	---
5	F513-Laboratório de Comunicações por Satélite	36,15	---	---	---	---	---
5	F515-Sala de aulas	119,16	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
5	F516-Laboratório de Processamento de Sinal	98,32	UTA 6.1	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
5	F518-Laboratório de Energias Renováveis	86,03	UTA 6.1	---	---	Ventilo-convector	Ventilo-convector
5	F520-Laboratório de Controlo	63,28	UTA 6.1	---	---	Radiador	---
5	Circulação	369,51	---	UTA 6.1/6.2	---	---	---
5	Circulação Vertical 1	22,67	---	---	---	---	---
5	Circulação Vertical 2	22,88	---	---	---	---	---

Anexo C. Cálculo dos consumos de AQS

Neste anexo são demonstrados os cálculos efectuados para se aferir a energia utilizada para produção de AQS.

Bar AQS										
m ³	2011	2012	2013	Média (litros)	Temperatura água rede	Temperatura água quente	ΔT	η Caldeira	Energia (kJ)	Consumo (kWh)
Janeiro	16	22	23	20 333	10	70	60	0,922	5098746	1536
Fevereiro	12	0	20	10 667	10	70	60	0,922	2674752	806
Março	19	27	23	23 000	10	70	60	0,922	5767434	1738
Abril	13	26	20	19 667	10	70	60	0,922	4931574	1486
Maio	13	11	21	15 000	12	70	58	0,922	3635991	1095
Junho	15	11	17	17 000	15	70	55	0,922	3907646	1177
Julho	6	10	9	9 500	15	70	55	0,922	2183684	658
Agosto	0	0	0	0	15	70	55	0,922	0	0
Setembro	5	12		8 500	15	70	55	0,922	1953823	589
Outubro	16	22		19 000	12	70	58	0,922	4605589	1388
Novembro	18	23		20 500	10	70	60	0,922	5140539	1549
Dezembro	17	20		18 500	10	70	60	0,922	4639023	1398

Outros AQS										
m ³	2011	2012	2013	Média (litros)	Temperatura água rede	Temperatura água quente	ΔT	η Caldeira	Energia (kJ)	Consumo (kWh)
Janeiro				300	15	70	55	0,922	68958	21
Fevereiro				300	15	70	55	0,922	68958	21
Março				300	15	70	55	0,922	68958	21
Abril				300	15	70	55	0,922	68958	21
Maio				300	15	70	55	0,922	68958	21
Junho				300	15	70	55	0,922	68958	21
Julho				300	15	70	55	0,922	68958	21
Agosto				0	15	70	55	0,922	0	0
Setembro				300	15	70	55	0,922	68958	21
Outubro				300	15	70	55	0,922	68958	21
Novembro				300	15	70	55	0,922	68958	21
Dezembro				300	15	70	55	0,922	68958	21

Anexo D. Perfis nominais

Neste anexo são apresentados os perfis nominais utilizados para cálculo do IEE nominal.

Estabelecimento de ensino superior									
Horas	% de Ocupação			% de Iluminação			% de Equipamento		
	Segunda a Sexta	Sábados	Domingos Feriados	Segunda a Sexta	Sábados	Domingos Feriados	Segunda a Sexta	Sábados	Domingos Feriados
0h as 1h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1h as 2h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 as 3h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3h as 4h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4h as 5h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5h as 6h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6h as 7h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7h as 8h	5	0	0	15	0	0	15	0	0
8h as 9h	80	0	0	85	0	0	85	0	0
9h as 10h	85	0	0	90	0	0	90	0	0
10h as 11h	100	0	0	100	0	0	100	0	0
11h as 12h	95	0	0	95	0	0	95	0	0
12h as 13h	45	0	0	45	0	0	45	0	0
13h as 14h	70	0	0	60	0	0	60	0	0
14h as 15h	95	0	0	100	0	0	100	0	0
15h as 16h	100	0	0	95	0	0	95	0	0
16h as 17h	90	0	0	80	0	0	80	0	0
17h as 18h	50	0	0	40	0	0	40	0	0
18h as 19h	10	0	0	10	0	0	10	0	0
19h as 20h	10	0	0	10	0	0	10	0	0
20h as 21h	10	0	0	10	0	0	10	0	0
21h as 22h	10	0	0	10	0	0	10	0	0
22h as 23h	10	0	0	10	0	0	10	0	0
23h as 24h	10	0	0	10	0	0	10	0	0

Restaurantes									
Horas	% de Ocupação			% de Iluminação			% de Equipamento		
	Segunda a Sexta	Sábados	Domingos Feriados	Segunda a Sexta	Sábados	Domingos Feriados	Segunda a Sexta	Sábados	Domingos Feriados
0h as 1h	0	0	0	0	0	5	45	45	45
1h as 2h	0	0	0	0	0	0	45	45	45
2 as 3h	0	0	0	0	0	0	45	45	45
3h as 4h	0	0	0	0	0	0	45	45	45
4h as 5h	0	0	0	0	0	0	45	45	45
5h as 6h	0	0	0	0	0	0	45	45	45
6h as 7h	0	0	0	20	20	15	60	50	55
7h as 8h	0	0	0	40	30	30	70	60	60
8h as 9h	5	5	5	60	55	45	85	70	65
9h as 10h	5	5	5	60	55	50	90	75	75
10h as 11h	20	20	10	90	75	60	95	80	90
11h as 12h	50	45	20	100	80	75	100	85	95
12h as 13h	100	50	25	100	95	95	100	90	95
13h as 14h	90	50	25	100	95	95	100	85	95
14h as 15h	40	35	15	95	85	70	90	80	95
15h as 16h	20	20	20	90	85	60	90	85	80
16h as 17h	25	25	25	90	85	60	90	80	55
17h as 18h	35	35	35	90	90	60	90	90	55
18h as 19h	75	75	55	95	95	75	90	95	75
19h as 20h	75	85	65	95	100	95	100	100	80
20h as 21h	75	85	70	100	100	100	100	100	80
21h as 22h	50	65	35	100	100	90	100	100	75
22h as 23h	35	55	20	80	100	50	80	95	60
23h as 24h	20	35	20	50	70	30	50	70	30

Anexo E. Cálculo do ar novo nominal

Neste anexo é apresentado todos os cálculos efectuados para determinação o caudal nominal tendo em conta uma eficiência de ventilação de 80%.

Piso	Espaço	Área (m ²)	Requisitos AN S/N	Tipo de actividade	Ocupação			Requisitos Caudal		Caudal mínimo (m ³ /h)			Eficiência	MEL	Caudal Ar Novo (m ³ /h)
					Nominal	Real	Maxima	Ocupante	Área	Ocupante	Área	Maximo			
1	F102-Laboratório	64,40	S	Escolas- Laboratórios	7	2	7	35		245		245	0,8	S	306
1	F103-Lab. Metalografia	64,49	S	Escolas- Laboratórios	7	2	7	35		245		245	0,8	S	306
1	F104-Lab. Automação	111,01	S	Escolas- Laboratórios	12	2	12	35		420		420	0,8	S	525
1	F105-Lab. Fluidos e Calor	111,16	S	Escolas- Laboratórios	12	2	12	35		420		420	0,8	S	525
1	F108-Lab. AVAC	100,17	S	Escolas- Laboratórios	11	2	11	35		385		385	0,8	S	481
1	F109-Lab. Fluidos e Calor	73,00	S	Escolas- Laboratórios	8	2	8	35		280		280	0,8	S	350
1	F114-Lab. Automovel	222,69	S	Escolas- Laboratórios	23	3	23	35		805		805	0,8	S	1006
1	F116-Oficinas Mecânicas	102,81	S	Escolas- Laboratórios	11	0	11	36		396		396	0,8	S	495
1	F118-Lab Oficina de Fundição	200,32	S	Escolas- Laboratórios	21	25	25	35		875		875	0,8	S	1094
1	F119 B-Gabinete	21,49	S	Serviços - gabinetes	3	2	3	35	5	105	107	107	0,8	S	134
1	F119 C-Gabinete	25,47	S	Serviços - gabinetes	3	1	3	35	5	105	127	127	0,8	S	159
1	F119 D-Sala de aulas	44,17	S	Escolas- Salas de aula	5	25	25	30		750		750	0,8	S	938
1	F128-Laboratório compostos	87,24	S	Escolas- Laboratórios	9	25	25	35		875		875	0,8	S	1094
1	F100 F-Laboratório	20,16	S	Escolas- Laboratórios	3	0	3	35		105		105	0,8	S	131
1	F120-Lab. Ensaio Mecânicos	111,94	S	Escolas- Laboratórios	12	2	12	35		420		420	0,8	S	525
1	F121-Oficinas Mecânicas	285,82	S	Escolas- Laboratórios	29	25	29	36		1044		1044	0,8	S	1305
1	Circulação	367,55	S	Entretenimento - corredores/átrios	37	0	37		5		1838	1838	0,8	S	2297
1	F139-Inst. Sanitárias	20,50	N												
1	F140-Inst. Sanitárias	16,71	N												
1	F100 G-Central Térmica	130,83	N												
1	Circulação Vertical 1	70,40	N												
1	Circulação Vertical 2	21,66	N												
1	Circulação Vertical 3	29,65	N												
2	F202-Sala de aulas	60,13	S	Escolas- Salas de aula	7	39	39	30		1170		1170	0,8	S	1463
2	F203-Sala de aulas	60,22	S	Escolas- Salas de aula	7	41	41	30		1230		1230	0,8	S	1538
2	F204-Sala de aulas	102,08	S	Escolas- Salas de aula	11	70	70	30		2100		2100	0,8	S	2625
2	F207-Sala de aulas	102,23	S	Escolas- Salas de aula	11	67	67	30		2010		2010	0,8	S	2513
2	F208-Sala de aulas	101,79	S	Escolas- Salas de aula	11	71	71	30		2130		2130	0,8	S	2663
2	F209-Sala de aulas	67,10	S	Escolas- Salas de aula	7	47	47	30		1410		1410	0,8	S	1763
2	F213-Lab. Tribologia	29,68	S	Escolas- Laboratórios	3	3	3	35		105		105	0,8	S	131
2	F216-Sala de aulas (computadores)	101,42	S	Escolas- Salas de aula	11	25	25	30		750		750	0,8	S	938
2	F218-Sala de aulas (computadores)	88,24	S	Escolas- Salas de aula	9	18	18	30		540		540	0,8	S	675
2	F221-Gab. Técnico Informatica	57,01	S	Serviços - gabinetes	6	30	30	35	5	1050	285	1050	0,8	S	1313
2	F223-Lab. Mecânica Aplicada	106,13	S	Escolas- Laboratórios	11	42	42	35		1470		1470	0,8	S	1838
2	F224-Sala de Estudo	106,13	S	Escolas- Salas de aula	11	42	42	30		1260		1260	0,8	S	1575
2	F225-Sala de Aulas Computadores	107,44	S	Escolas- Salas de aula	11	42	42	30		1260		1260	0,8	S	1575
2	F226-Sala de Estudo	107,44	S	Escolas- Salas de aula	11	42	42	30		1260		1260	0,8	S	1575
2	F231- Bar/Restaurante	274,41	S	Serviços refeições -salas de refeições	28		28	35		980		980	0,8	S	1225
2	F231- Bar/Restaurante	35,43	S	Serviços refeições-Sala preparação de refeição	4		4	30		120		120	0,8	S	150
2	F238-Gabinete	13,00	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	65	70	0,8	S	88
2	Circulação	576,49	S	Entretenimento - corredores/átrios	58	0	58		5		2882	2882	0,8	S	3603
2	F215-Inst. Sanitárias femininas	41,34	N												
2	F217-Inst. sanitárias masculinas	41,63	N												
2	F239-Inst. Sanitárias femininas	42,86	N												
2	F240-Inst. Sanitárias masculinas	34,30	N												
2	Circulação Vertical 1	22,67	N												
2	Circulação Vertical 2	22,88	N												
2	Circulação Vertical 3	29,65	N												
3	F302-Sala de aulas	60,13	S	Escolas- Salas de aula	7	33	33	30		990		990	0,8	S	1238
3	F303-Sala de aulas	60,22	S	Escolas- Salas de aula	7	33	33	30		990		990	0,8	S	1238
3	F304-Laboratório Eletrotecnia Analógica	98,62	S	Escolas- Laboratórios	10	12	12	35		420		420	0,8	S	525

Piso	Espaço	Área (m ²)	Requisitos AN S/N	Tipo de actividade	Ocupação			Requisitos Caudal		Caudal mínimo (m ³ /h)			Eficiência	MEL	Caudal Ar Novo (m ³ /h)
					Nominal	Real	Maxima	Ocupante	Área	Ocupante	Área	Maximo			
3	F305- Laboratório Eletrotécnica de Potência	98,68	S	Escolas- Laboratórios	10	8	10	35		350		350	0,8	S	438
3	F308- Laboratório Eletrotécnica Analógica	98,33	S	Escolas- Laboratórios	10	10	10	35		350		350	0,8	S	438
3	F309- Sala de aulas	67,10	S	Escolas- Salas de aula	7	47	47	30		1410		1410	0,8	S	1763
3	F313- Sala de aulas	29,68	S	Escolas- Salas de aula	3	16	16	30		480		480	0,8	S	600
3	F314- Lab. Arquitetura Computadores	98,33	S	Escolas- Laboratórios	10	12	12	35		420		420	0,8	S	525
3	F317- Sala de aulas	103,56	S	Escolas- Salas de aula	11	58	58	30		1740		1740	0,8	S	2175
3	F318- Laboratório	86,04	S	Escolas- Laboratórios	9	14	14	35		490		490	0,8	S	613
3	F322- Sala de aulas	57,34	S	Escolas- Salas de aula	6	19	19	30		570		570	0,8	S	713
3	F325- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	1	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	F326- Gabinete	13,49	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,45	70	0,8	S	88
3	F327- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	F328- Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
3	F329- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	1	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	F330- Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
3	F331- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	3	3	35	5	105	66,85	105	0,8	S	131
3	F332- Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
3	F333- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	F334- Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	1	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
3	F335- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	F336- Gabinete	13,33	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,65	70	0,8	S	88
3	F338- Gabinete	13,00	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	65	70	0,8	S	88
3	F341- Anfiteatro	127,59	S	Escolas - auditórios	13	99	99	30		2970		2970	0,8	S	3713
3	F342- Anfiteatro	98,00	S	Escolas - auditórios	10	88	88	30		2640		2640	0,8	S	3300
3	F343- Comissão Directiva DEM	52,76	S	Serviços - gabinetes	6	2	6	35	5	210	263,8	263,8	0,8	S	330
3	F344- Gabinete	13,33	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,65	70	0,8	S	88
3	F345- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	F346- Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	3	3	35	5	105	67,15	105	0,8	S	131
3	F347- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	F348- Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
3	F349- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	F350- Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	4	4	35	5	140	67,15	140	0,8	S	175
3	F351- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	F352- Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
3	F353- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	1	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	F354- Gabinete	13,49	S	Serviços - gabinetes	2	5	5	35	5	175	67,45	175	0,8	S	219
3	F355- Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
3	Circulação	547,30	S	Entretenimento - corredores/átios	55	0	55		5		2736,5	2736,5	0,8	S	3421
3	F340-Inst. sanitárias masculinas	34,30	N												
3	F339-Inst. Sanitárias femininas	42,86	N												
3	Circulação Vertical 1	22,67	N												
3	Circulação Vertical 2	22,88	N												
3	Circulação Vertical 3	29,65	N												
4	F402- Sala de aulas	60,13	S	Escolas- Salas de aula	7	36	36	30		1080		1080	0,8	S	1350
4	F403- Sala de aulas	60,22	S	Escolas- Salas de aula	7	30	30	30		900		900	0,8	S	1125
4	F404- Laboratório de Projectos	98,62	S	Escolas- Laboratórios	10	18	18	35		630		630	0,8	S	788
4	F405- Laboratório de Sistemas Digitais	98,68	S	Escolas- Laboratórios	10	20	20	35		700		700	0,8	S	875
4	F408- Laboratório de Projectos	98,33	S	Escolas- Laboratórios	10	18	18	35		630		630	0,8	S	788
4	F409- Sala de aulas	67,10	S	Escolas- Salas de aula	7	35	35	30		1050		1050	0,8	S	1313
4	F414- Direção de Curso LEEC/MEEC	98,33	S	Serviços - gabinetes	10	8	10	35	5	350	491,65	491,65	0,8	S	615
4	F418- Direção de Curso LEE/MEE-SEE	86,04	S	Serviços - gabinetes	9	14	14	35	5	490	430,2	490	0,8	S	613
4	F422- Departamento electrotécnica	56,82	S	Serviços - gabinetes	6	19	19	35	5	665	284,1	665	0,8	S	831
4	F425- Gabinete	13,39	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,95	70	0,8	S	88

Piso	Espaço	Área (m ²)	Requisitos AN S/N	Tipo de actividade	Ocupação			Requisitos Caudal		Caudal mínimo (m ³ /h)			Eficiência	MEL	Caudal Ar Novo (m ³ /h)
					Nominal	Real	Maxima	Ocupante	Área	Ocupante	Área	Maximo			
4	F426-Gabinete	13,51	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,55	70	0,8	S	88
4	F427-Gabinete	13,39	S	Serviços - gabinetes	2	1	2	35	5	70	66,95	70	0,8	S	88
4	F428-Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
4	F429-Gabinete	13,39	S	Serviços - gabinetes	2	1	2	35	5	70	66,95	70	0,8	S	88
4	F430-Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	3	3	35	5	105	67,15	105	0,8	S	131
4	F431-Gabinete	13,39	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,95	70	0,8	S	88
4	F432-Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
4	F433-Gabinete	13,39	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,95	70	0,8	S	88
4	F434-Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
4	F435-Gabinete	13,39	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,95	70	0,8	S	88
4	F436-Gabinete	13,33	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,65	70	0,8	S	88
4	F438-Gabinete	20,60	S	Serviços - gabinetes	3	2	3	35	5	105	103	105	0,8	S	131
4	F441-Gabinete	32,58	S	Serviços - gabinetes	4	5	5	35	5	175	162,9	175	0,8	S	219
4	F442-Gabinete	11,84	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	59,2	70	0,8	S	88
4	F443-Gabinete	12,33	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	61,65	70	0,8	S	88
4	F444-Gabinete	12,28	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	61,4	70	0,8	S	88
4	F445-Gabinete	11,77	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	58,85	70	0,8	S	88
4	F446-Gabinete	13,42	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,1	70	0,8	S	88
4	F447-Gabinete	13,39	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,95	70	0,8	S	88
4	F448-Gabinete	13,33	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,65	70	0,8	S	88
4	F449-Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
4	F450-Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
4	F451-Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
4	F452-Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
4	F453-Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
4	F454-Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
4	F455-Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
4	F456-Gabinete	13,43	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	67,15	70	0,8	S	88
4	F457-Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
4	F458-Gabinete	13,49	S	Serviços - gabinetes	2	3	3	35	5	105	67,45	105	0,8	S	131
4	F459-Gabinete	13,37	S	Serviços - gabinetes	2	2	2	35	5	70	66,85	70	0,8	S	88
4	Circulação	598,83	S	Entretenimento - corredores/átrios	60	0	60		5		2994,15	2994,15	0,8	S	3743
4	F413-Sala Servidores	29,68	N												
4	F417-Inst. sanitárias masculinas	39,35	N												
4	F415-Inst. Sanitárias femininas	39,07	N												
4	F440-Inst. sanitárias masculinas	26,59	N												
4	F439-Inst. Sanitárias femininas	32,04	N												
4	Circulação Vertical 1	22,67	N												
4	Circulação Vertical 2	22,88	N												
4	Circulação Vertical 3	29,65	N												
5	F502-Sala de aulas	60,13	S	Escolas- Salas de aula	7	33	33	30		990		990	0,8	S	1238
5	F503-Sala de Reuniões	60,22	S	Serviços - gabinetes	7	28	28	35	5	980	301,1	980	0,8	S	1225
5	F504-Laboratório de Comunicações Ópticas	98,62	S	Escolas- Laboratórios	10	16	16	35		560		560	0,8	S	700
5	F505-Laboratório de Redes e Serviços de Comunicação	98,68	S	Escolas- Laboratórios	10	20	20	35		700		700	0,8	S	875
5	F508-Laboratório de Telecomunicações	98,33	S	Escolas- Laboratórios	10	20	20	35		700		700	0,8	S	875
5	F509-Sala de aulas	67,10	S	Escolas- Salas de aula	7	36	36	30		1080		1080	0,8	S	1350
5	F513-Laboratório de Comunicações por Satélite	36,15	S	Escolas- Laboratórios	4	4	4	35		140		140	0,8	S	175
5	F515-Sala de aulas	119,16	S	Escolas- Salas de aula	12	70	70	30		2100		2100	0,8	S	2625
5	F516-Laboratório de Processamento de Sinal	98,32	S	Escolas- Laboratórios	10	20	20	35		700		700	0,8	S	875
5	F518-Laboratório de Energias Renováveis	86,03	S	Escolas- Laboratórios	9	15	15	35		525		525	0,8	S	656

Piso	Espaço	Área (m ²)	Requisitos AN S/N	Tipo de actividade	Ocupação			Requisitos Caudal		Caudal mínimo (m ³ /h)			Eficiência	MEL	Caudal Ar Novo (m ³ /h)
					Nominal	Real	Maxima	Ocupante	Área	Ocupante	Área	Maximo			
5	F520-Laboratório de Controlo	63,28	S	Escolas- Laboratórios	7	20	20	35		700		700	0,8	S	875
5	Circulação	369,51	S	Entretenimento - corredores/átrios	37	0	37		5		1847,55	1847,55	0,8	S	2309
5	Circulação Vertical 1	22,67	N												
5	Circulação Vertical 2	22,88	N												

Anexo F. Cálculo do IEE nominal

Neste anexo são demonstrados os cálculos intermédios por tipologia e espaços complementares para determinação do IEE nominal.

Estabelecimentos de Ensino / Restaurantes			
	Consumo anual	Factor de conversão	Consumo anual
	[kWh/ano]	[kgep/kWh]	[kgep/ano]
Aquecimento (gás natural)	246 360	0,086	21 187
Aquecimento (electric.)	16 576	0,29	4 807
Arrefecimento (electric.)	270 421	0,29	78 422
Ventilação AVAC	131 153	0,29	38 034
Bombas AVAC	10 072	0,29	2 921
Ventilação - aquecimento	64 656	0,29	18 750
Ventilação - arrefecimento	66 497	0,29	19 284
Bombas - aquecimento	4 802	0,29	1 392
Bombas - arrefecimento	5 271	0,29	1 528
Iluminação	353 344	0,29	102 470
Outro Eq. Não AVAC	221 571	0,29	64 256
AQS (gás natural)	13 647	0,086	1 174
ENERGIA TOTAL	1263 144		313 270

	Q	Ap	Fc	IEE
	[kgep/ano]	[m²]		[kgep/m².ano]
Aquecimento	48 444	9 736	0,65	3,2
Arrefecimento	99 235		1	10,2
Iluminação	102 470		1	10,5
Outros	65 429		1	6,7
Total	315 577			30,7

Espaços Complementares - Estacionamento			
	Consumo anual	Factor de conversão	Consumo anual
	[kWh/ano]	[kgep/kWh]	[kgep/ano]
Ventilação	57 439	0,29	16 657
Iluminação	7 180	0,29	2 082
Equipamento	14 360	0,29	4 164

ENERGIA TOTAL	78 979		22 904
----------------------	---------------	--	---------------

	Q	Ap	Fc	IEE
	[kgep/ano]	[m²]		[kgep/m².ano]
Ventilação	16 657	2 761	1	6,0
Iluminação	2 082		1	0,8
Equipamento	4 164		1	1,5

Total	22 904			8,3
--------------	---------------	--	--	------------

Espaços Complementares - Armazéns			
	Consumo anual	Factor de conversão	Consumo anual
	[kWh/ano]	[kgep/kWh]	[kgep/ano]
Ventilação	3 281	0,29	951
Iluminação	5 331	0,29	1 546
Equipamento	2 050	0,29	595

ENERGIA TOTAL	10 662		3 092
----------------------	---------------	--	--------------

	Q	Ap	Fc	IEE
	[kgep/ano]	[m²]		[kgep/m².ano]
Ventilação	951	161	1	5,9
Iluminação	1 546		1	9,6
Equipamento	595		1	3,7

Total	3 092			19,3
--------------	--------------	--	--	-------------

Espaços Complementares - Cozinhas			
	Consumo anual	Factor de conversão	Consumo anual
	[kWh/ano]	[kgep/kWh]	[kgep/ano]
Ventilação	590	0,29	171
Iluminação	811	0,29	235
Equipamento (electric.)	2 764	0,29	801
Equipamento (gás natural)	15 660	0,086	1 347

ENERGIA TOTAL	19 824		2 554
----------------------	---------------	--	--------------

	Q	Ap	Fc	IEE
	[kgep/ano]	[m²]		[kgep/m².ano]
Ventilação	171	35	1	4,8
Iluminação	235		1	6,6
Equipamento	2 148		1	60,6

Total	2 554			72,1
--------------	--------------	--	--	-------------

Anexo G. Cálculo das medidas de melhoria

Neste anexo são demonstrados os cálculos efectuados para a realização do estudo das medidas de melhoria.

- Substituição de lâmpadas fluorescentes e de halogénio

Potência lampada (W)			Quantidade (un.)	Custo (€)	Custo total (€)
Real	Power Saver	LED			
58	37	----	2165	7,71	16692
36	23	----	423	6,246	2642
50	----	6	88	17,034	1499
Mão de obra			10	100	1000
				Total	21833

PRS	
Investimento Estimado	21833
Custo médio de Energia eléctrica (€/kWh)	0,1356
Redução de energia (kWh/ano)	21 401
Redução na factura (€/ano)	2902
Pay-Back (anos)	7,52

- Instalação de sensor e detector de movimento com foto célula

	Quantidade (un./horas)	Preço (€)	Total (€)
OccuSwitch	5	90	450
Cabos ligação	4	26	104
Mão de obra	5	10	50
Total			604

PRS	
Investimento Estimado	604
Custo médio de Energia eléctrica (€/kWh)	0,1356
Redução de energia (kWh/ano)	4 425
Redução na factura (€/ano)	600
Pay-Back (anos)	1,0

- Estudo luminotécnico de alguns espaços

Piso	Tipo de Actividade	Densidade de Iluminação	
		Real	ASHRAE
1 a 5	Escolas- Salas de aula	19	12
1 a 5	Escolas- Laboratórios	11	12
3	Escolas- Auditórios	17	12
1 a 5	Serviços – gabinetes	16	8 a 12
1 a 5	Entretenimento - corredores/átrios	8	12
2	Serviços refeições -salas de refeições	5	10 a 20
2	Serviços refeições-Sala preparação de refeições	11	11 a 20

- Instalação de um sistema fotovoltaico

Foi estudado a implementação de um sistema fotovoltaico constituído por 35 painéis de 250 Wp, o que perfaz uma potência instalada de 8,75 kWp e considerada uma utilização anual de potência de pico de 1400 horas.

PRS	
Investimento Estimado	12984
Custo médio de Energia elétrica (€/kWh)	0,1356
Redução de energia (kWh/ano)	12 250
Redução na factura (€/ano)	1661
Pay-Back (anos)	7,82

descrição	un.	quant.	pr.unit. (€)	pr. total (€)
SISTEMA FOTOVOLTAICO				
Módulo fotovoltaico 250 Wp 25 V, Si-poly, Modelo Open250-PQ60 (fabricante: Open Renewables)	un.	35	165,00	5 775,00 €
INVERSOR				
Inversor Danfoss 10 kW, 250-800 V TL, 50 Hz, Modelo TLX 10k (interruptor DC integrado), Trifásico, tensão DC máx 1000 V	un.	1	1 900,00	1 900,00 €
ESTRUTURA DE SUPORTE (4 OPÇÕES DIFERENTES)				
Estrutura fixa com inclinação adicional (Inclinação ideal do local é 34°)	un.	1	2 200,00	2 200,00 €
CABLAGENS				
Cabo DC (Iz=30 A, Vmáx=1000 V) XV 1x4mm2	m	50	0,65	32,50 €
Cabo AC (Iz=14,7 A, Vmáx=400 V) XV4x16mm2	m	30	10,20	306,00 €
EQUIPAMENTO PROTEÇÃO E CONTAGEM				
Quadros	un.	1	250,00	250,00 €
Proteção DC				
Fusíveis	un.	4	0,56	2,24 €
Descarregador de sobretenções - D.S.Ts (2 unipolar ou 1 bipolar)	un.	2	49,00	98,00 €
Proteção AC				
Fusíveis	un.	3	1,20	3,60 €
Descarregador de sobretenções - D.S.Ts (4 unipolar ou 2 bipolar)	un.	1	65,00	65,00 €
Interruptor Diferencial Tetrapolar 25 A 300 mA	un.	1	27,00	27,00 €
Disjuntor Magneto-térmico Tetrapolar 16 A	un.	1	19,00	19,00 €
Contador Trifásico é um custo do miniprodutor	un.	1	450,00	450,00 €
Caixa Contador	un.	1	85,00	85,00 €
Caixa Portinhola P400 INT (2E+2S)	un.	1	171,00	171,00 €
MÃO DE OBRA				
Montagem do sistema	vg.	1	1 000,00	1 000,00 €
Montagem da estrutura				
Montagem do(s) seguidores				
Fixações painéis				
Fixação e montagem dos inversores e quadros				
OUTROS				
Outros (Redes terras, fita cola, abraçadeiras de semilha, ...)	vg.	50	2,00	100,00 €
Baixada Nova	un.	1	500,00	500,00 €

- Instalação de um sistema solar térmico

Foi estudado a implementação de um sistema solar térmico na cobertura do piso 5 para produção de AQS, composto por 10 colectores e depósito de acumulação de 750 litros.

PRS	
Investimento Estimado	6361
Custo médio de Energia gás natural (€/kWh)	0,0857
Redução de energia (kWh/ano)	5 513
Redução na factura (€/ano)	472
Pay-Back (anos)	13,46

descrição	un.	quant.	pr.unit. (€)	pr. total (€)
SISTEMA SOLAR				
Colectores solares planos	un.	10	336,00	3 360,00
Grupo de impulsão solar	un.			
Roca - 1,4m3/h	un.	1	206,40	206,40
Fluido térmico para colectores solares	un.	1	18,45	18,45
Comando e Controlo	cj.	1	79,80	79,80
Estrutura metálica de elevação dos colectores solares				
Dois colectores	un.	5	159,60	798,00
DEPOSITO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA				
Sistema Solar - 750l	un.	1	1 536,60	1 536,60
VASOS DE EXPANSÃO				
VE 1	un.	1	51,00	51,00
REDES HIDRAULICAS				
Tubagens				
Tubagens de aço				
Tubagens de aço com isolamento				
DN50	m	20,0	10,53	210,60
Valvulas	cj.	1	100,00	100,00

-Substituição do Chiller existente

Foi estudada a substituição do chiller existente por um mais eficiente.

	Quantidade (un./dias)	Preço (€)	Total (€)
NECS/CA 1614	1	62730	62730
Mão de obra	1	1000	1000
Total			63730

PRS	
Investimento Estimado	63730
Custo médio de Energia elétrica (€/kWh)	0,1356
Redução de energia (kWh/ano)	24 872
Redução na factura (€/ano)	3373
Pay-Back (anos)	18,9

- Instalação de módulo de recuperador de calor nas UTA e UTAN

	Quantidade (un./dias)	Preço (€)	Total (€)
UTA 4.1 - GEA	1	7503	7503
UTA 4.2 - GEA	1	8364	8364
UTA 6.1 - GEA	1	15129	15129
UTA 6.2 - GEA	1	15375	15375
Mão de obra	1	2000	2000
Total			48371

PRS	
Investimento Estimado	48371
Custo médio de Energia elétrica (€/kWh)	0,1356
Custo médio de Energia gás natural (€/kWh)	0,0857
Redução de energia elétrica (kWh/ano)	5 342
Redução de energia gás natural (kWh/ano)	133417
Pay-Back (anos)	4,0

Anexo H. Cálculo das cargas internas

Neste anexo são descritos os cálculos efectuados, após auditoria energética, para obtenção das cargas de Ocupação, Iluminação e equipamento.

Piso	Espaço	Área (m ²)	Iluminação					Equipamento					Ocupação	
			Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Iluminação (W/m ²)	Equipamento	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Equipamento (W/m ²)	Ocupação	Densidade ocupação (Oc/m ²)
0	Garagem	2761,49	Fluorescente	47	36	1692	1	Porta auto.	2	1000	2000	0,72		
0	Circulação Vertical 1	26,87	Fluorescente	4	75	300	11							
0	Circulação Vertical 2	22,65	Fluorescente	4	75	300	13							
0	Circulação Vertical 3	35,08	Fluorescente	4	75	300	9							
1	F102-Laboratório	64,40	Fluorescente	14	58	812	13				0	0,00	2	0,03
1	F103-Lab. Metalografia	64,49	Fluorescente	12	58	696	11				0	0,00	2	0,03
1	F104-Lab. Automação	111,01	Fluorescente	30	58	1740	16	PC	13	135	2115	19,05	2	0,02
1	F105-Lab. Fluidos e Calor	111,16	Fluorescente	21	58	1218	11	Impressora	1	360	0	0,00	2	0,02
1	F108-Lab. AVAC	100,17	Fluorescente	26	58	1508	15	PC	4	135	900	8,98	2	0,02
1	F109-Lab. Fluidos e Calor	73,00	Fluorescente	20	58	1160	16	Impressora	1	360	765	10,48	2	0,03
1	F114-Lab. Automovel	222,69	Fluorescente	39	58	2262	10	PC	3	135	2205	9,90	15	0,07
1	F116-Oficinas Mecânicas	102,81	Fluorescente	18	58	1044	10	Impressora	1	360			0	0,00
1	F118-Lab Oficina de Fundição	200,32	Fluorescente	30	58	1740	9	Forno	1	3600	4300	21,47	40	0,20
1	F119 B-Gabinete	21,49	Fluorescente	2	58	116	5	Micro-ondas	1	700	630	29,32	2	0,09
1	F119 C-Gabinete	25,47	Fluorescente	6	58	348	14	PC	2	135	630	24,73	2	0,08
1	F119 D-Sala de aulas	44,17	Fluorescente	8	58	464	11	Impressora	1	360	0	0,00	18	0,41
1	F128-Laboratório compostos	87,24	Fluorescente	10	58	580	7	PC	2	135	270	3,09	2	0,02
1	F100 F-Vestibulários	20,16	Fluorescente	6	58	420	21							
1	F120-Lab. Ensaios Mecânicos	111,94	Fluorescente	28	58	1624	15	PC	2	135	270	2,41	30	0,27
1	F121-Oficinas Mecânicas	285,82	Fluorescente	44	58	2552	9	CNC (6a8h dia)	1	3700	3700	12,95	2	0,01
1	Circulação	367,55	Fluorescente	60	36	2943	8	PC	1	135	1649,1	4,49	0	0,00
Fluorescente			17	9	Micro-ondas			1	700					
Fluorescente			2	75	Máq. Bebidas			1	400					
Fluorescente			7	40	Máq. Café			1	174,1					
Fluorescente			4	50	Máq. Produtos			1	240					
1	F139-Inst. Sanitárias	20,50	Fluorescente	1	36	126	6	Secador de mãos	1	75	75	3,66		
1	F140-Inst. Sanitárias	16,71	Fluorescente	10	9	90	5	Secador de mãos	1	75	75	4,49		
1	F100 G-Central Térmica	130,83	Fluorescente	6	9	1740	13	PC	2	135	270	2,06		
1	Circulação Vertical 1	21,58	Fluorescente	30	58	300	14							
1	Circulação Vertical 2	70,16	Fluorescente	4	75	300	4							
1	Circulação Vertical 3	29,65	Fluorescente	4	75	300	10							
2	F202-Sala de aulas	60,13	Fluorescente	20	58	1232	20	PC	1	135	405	6,74	39	0,65
2	F203-Sala de aulas	60,22	Fluorescente	2	36	1232	20	Projector	1	270	405	6,73	41	0,68
2	F204-Sala de aulas	102,08	Fluorescente	20	58	2160	21	PC	1	135	405	3,97	70	0,69
2	F207-Sala de aulas	102,23	Fluorescente	2	36	2160	21	Projector	1	270	405	3,96	67	0,66

Piso	Espaço	Área (m ²)	Iluminação					Equipamento					Ocupação			
			Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Iluminação (W/m ²)	Equipamento	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Equipamento (W/m ²)	Ocupação	Densidade ocupação (Oc/m ²)		
2	F208-Sala de aulas	101,79	Fluorescente	36	58	2160	21	PC	1	135	405	3,98	71	0,70		
			Fluorescente	2	36			Projector	1	270						
2	F209-Sala de aulas	67,10	Fluorescente	24	58	1464	22	PC	1	135	405	6,04	47	0,70		
			Fluorescente	2	36			Projector	1	270						
2	F213-Lab. Tribologia	29,68	Fluorescente	6	58	348	12	PC	3	135	455	15,33	3	0,10		
								Scan	1	50						
2	F216-Sala de aulas (computadores)	101,42	Fluorescente	32	58	1928	19	PC	24	135	3780	37,27	25	0,25		
			Fluorescente	2	36			Projector	2	270						
2	F218-Sala de aulas (computadores)	88,24	Fluorescente	32	58	1928	22	PC	18	135	2970	33,66	18	0,20		
			Fluorescente	2	36			Projector	2	270						
2	F221-Gab. Técnico Informatica	57,01	Fluorescente	20	58	1160	20	PC	1	135	405	7,10	30	0,53		
								Projector	1	270						
2	F223-Lab. Mecânica Aplicada	106,13	Fluorescente	14	58	920	9	PC	1	135	135	1,27	42	0,40		
			Fluorescente	12	9											
2	F224-Sala de Estudo	106,13	Fluorescente	14	58	884	8	PC	11	135	1485	13,99	42	0,40		
			Fluorescente	8	9											
2	F225-Sala de Aulas Computadores	107,44	Fluorescente	14	58	920	9	PC	1	135	135	1,26	42	0,39		
			Fluorescente	12	9											
2	F226-Sala de Estudo	107,44	Fluorescente	14	58	884	8	PC	1	135	135	1,26	42	0,39		
			Fluorescente	8	9											
2	F231- Bar/Restaurante	274,41	Fluorescente	50	9	1465	5	Maquina cortar	1	430	11970	43,62	161	0,59		
									Espremedor laranjas	1					250	
			Halogeneo	8	50				Forno	1					3000	
									Panela de sopa	2					400	
			Fluorescente	7	75				Torradeira	1					2400	
									Torradeira	1					3600	
			LED	9	10				Frigorificos	3					135	
							Caixa registadora	1	35							
							Maquina café	1	1720							
2	F231- Bar/Restaurante	35,43	Fluorescente	7	58	406	11	Maquina lavar loiça	1	1050	2135,8	60,28				
								Micro ondas	1	700						
								Arcas frigorifica	2	57,9						
								Frigorificos	2	135						
2	F238-Gabinete	13,00	Fluorescente	4	58	232	18	Portátil	1	90	90	6,92	1	0,08		
2	Circulação	576,49	Fluorescente	76	36	3624	6									
			Fluorescente	12	9											
			Fluorescente	4	50											
			Fluorescente	4	75											
			Fluorescente	7	40											
2	F215-Inst. Sanitárias femininas	41,34	Fluorescente	2	36	306	7	Secador de mãos	2	75	150	3,63				
			Fluorescente	26	9											
2	F217-Inst. sanitárias masculinas	41,63	Fluorescente	2	36	306	7	Secador de mãos	2	75	150	3,60				
			Fluorescente	26	9											
2	F239-Inst. Sanitárias femininas	42,86	Fluorescente	1	36	198	5	Secador de mãos	2	75	150	3,50				
			Fluorescente	18	9											
2	F240-Inst. Sanitárias masculinas	34,30	Fluorescente	2	36	252	7	Secador de mãos	2	75	150	4,37				
			Fluorescente	20	9											
2	Circulação Vertical 1	22,67	Fluorescente	4	75	300	13									
2	Circulação Vertical 2	22,88	Fluorescente	4	75	300	13									
2	Circulação Vertical 3	29,65	Fluorescente	4	75	300	10									
3	F302-Sala de aulas	60,13	Fluorescente	20	58	1232	20	PC	1	135	405	6,74	33	0,55		
			Fluorescente	2	36			Projector	1	270						

Piso	Espaço	Área (m ²)	Iluminação				Equipamento					Ocupação		
			Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Iluminação (W/m ²)	Equipamento	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Equipamento (W/m ²)	Ocupação	Densidade ocupação (Oc/m ²)
3	F303-Sala de aulas	60,22	Fluorescente	20	58	1232	20	PC	1	135	405	6,73	33	0,55
			Fluorescente	2	36			Projector	1	270				
3	F304-Laboratório Eletrotecnia Analógica	98,62	Fluorescente	20	58	1382	14	PC	12	135	1980	20,08	12	0,12
			Fluorescente	8	9			Impressora	1	360				
			Halogénio	3	50									
3	F305- Laboratório Eletrotecnia de Potência	98,68	Fluorescente	18	58	1266	13	PC	8	135	1080	10,94	8	0,08
			Fluorescente	8	9									
			Halogénio	3	50									
3	F308-Laboratório Eletrotecnia Analógica	98,33	Fluorescente	14	58	966	10	PC	10	135	1350	13,73	10	0,10
			Fluorescente	6	9									
			Halogénio	2	50									
3	F309-Sala de aulas	67,10	Fluorescente	24	58	1464	22	PC	1	135	405	6,04	47	0,70
			Fluorescente	2	36			Projector	1	270				
3	F313-Sala de aulas	29,68	Fluorescente	6	58	348	12	Projector	1	270	270	9,10	16	0,54
3	F314-Lab. Arquitetura Computadores	98,33	Fluorescente	18	58	1216	12	PC	12	135	1620	16,48	12	0,12
			Fluorescente	8	9									
			Halogénio	2	50									
3	F317-Sala de aulas	103,56	Fluorescente	40	58	2320	22	PC	1	135	405	3,91	58	0,56
3	F318-Laboratório	86,04	Fluorescente	16	58	1132	13	Projector	1	270	2835	32,95	14	0,16
			Fluorescente	6	9			Impressora	3	360				
			Halogénio	3	50									
3	F322-Sala de aulas	57,34	Fluorescente	20	58	1160	20	PC	19	135	2835	49,44	19	0,33
								Projector	1	270				
3	F325-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	1	90	90	6,73	1	0,07
3	F326-Gabinete	13,49	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,34	2	0,15
3	F327-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
3	F328-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
3	F329-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	1	90	90	6,73	1	0,07
3	F330-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
3	F331-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	3	90	270	20,19	3	0,22
3	F332-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
3	F333-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
3	F334-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	1	90	90	6,70	1	0,07
3	F335-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
3	F336-Gabinete	13,33	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,50	2	0,15
3	F338-Gabinete	13,00	Fluorescente	4	58	232	18	Portátil	2	90	180	13,85	2	0,15
3	F341-Anfiteatro	127,59	Fluorescente	42	40	1770	14	PC	1	135	405	3,17	99	0,78
			Fluorescente	10	9			Projector	1	270				
3	F342-Anfiteatro	98,00	Fluorescente	51	40	2076	21	PC	1	135	405	4,13	88	0,90
			Fluorescente	4	9			Projector	1	270				
3	F343-Comissão Directiva DEM	52,76	Halogénio	25	50	1250	24	PC	3	135	2195	41,60	7	0,13
								Impressora	1	190				
								Fotocopiadora	1	1600				
3	F344-Gabinete	13,33	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,50	2	0,15
3	F345-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
3	F346-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	3	90	270	20,10	3	0,22
3	F347-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
3	F348-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
3	F349-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
3	F350-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	4	90	360	26,81	4	0,30
3	F351-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
3	F352-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
3	F353-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	1	90	90	6,73	1	0,07

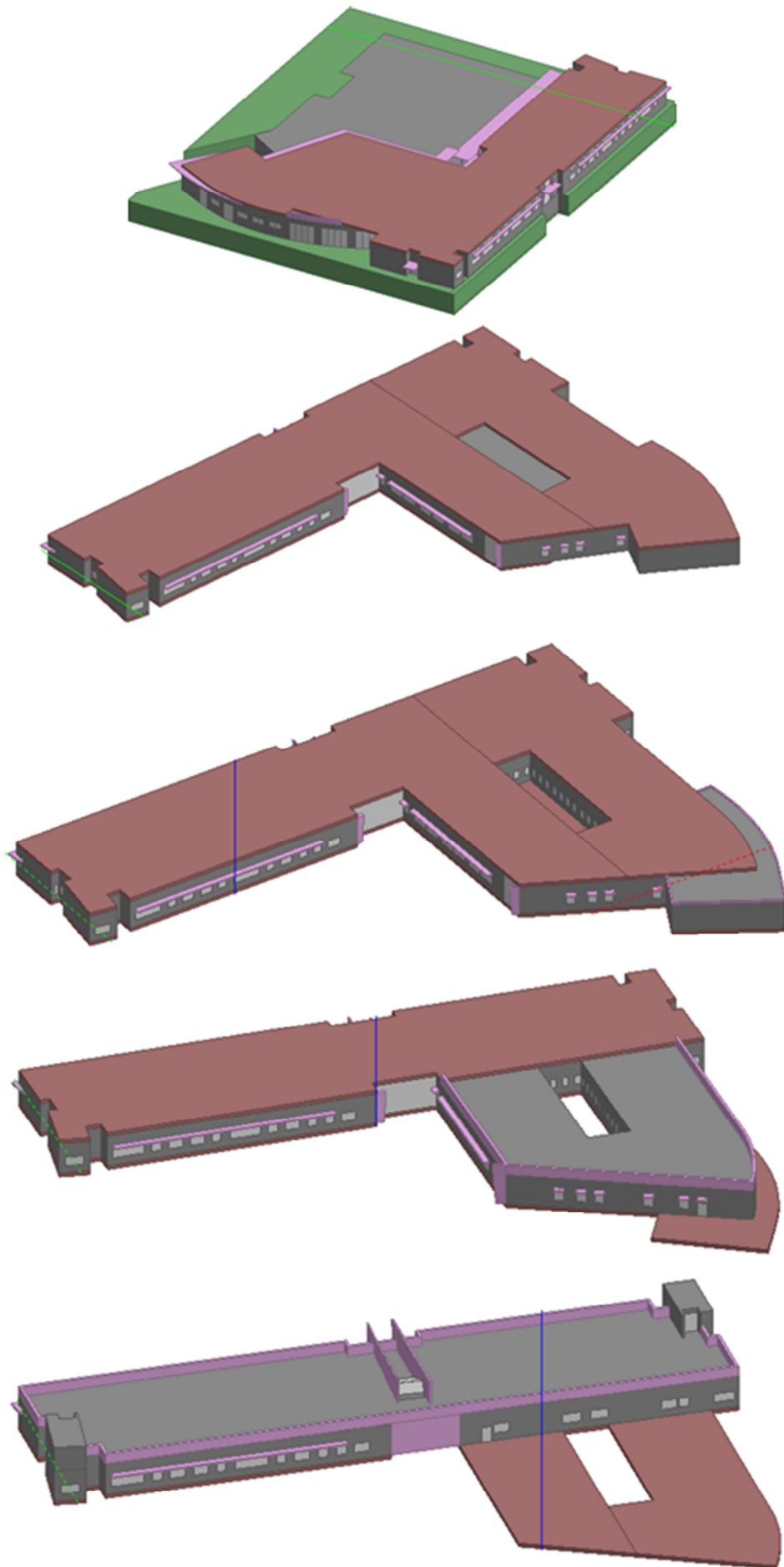
Piso	Espaço	Área (m ²)	Iluminação				Equipamento				Ocupação			
			Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Iluminação (W/m ²)	Equipamento	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Equipamento (W/m ²)	Ocupação	Densidade ocupação (Oc/m ²)
3	F354-Gabinete	13,49	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	5	90	450	33,36	5	0,37
3	F355-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
3	Circulação	547,30	Fluorescente	92	36	4940	9	Fotocopiadora	1	1100	1100	2,01	0	0,00
		Fluorescente	12	9										
		Halogénio	4	50										
		Fluorescente	8	75										
			Fluorescente	18	40									
3	F340-Inst. sanitárias masculinas	34,30	Fluorescente	2	36	252	7	Secador de mãos	2	75	150	4,37		
		Fluorescente	20	9										
3	F339-Inst. Sanitárias femininas	42,86	Fluorescente	1	36	198	5	Secador de mãos	2	75	150	3,50		
		Fluorescente	18	9										
3	Circulação Vertical 1	22,67	Fluorescente	4	75	300	13						0	0,00
3	Circulação Vertical 2	22,88	Fluorescente	4	75	300	13						0	0,00
3	Circulação Vertical 3	29,65	Fluorescente	4	75	300	10						0	0,00
4	F402-Sala de aulas	60,13	Fluorescente	20	58	1232	20	PC	1	135	405	6,74	36	0,60
		Fluorescente	2	36										
4	F403-Sala de aulas	60,22	Fluorescente	20	58	1232	20	PC	1	135	405	6,73	30	0,50
		Fluorescente	2	36										
4	F404-Laboratório de Projectos	98,62	Fluorescente	14	58	1084	11	PC	3	135	405	4,11	18	0,18
		Fluorescente	8	9										
		Halogénio	4	50										
4	F405-Laboratório de Sistemas Digitais	98,68	Fluorescente	14	58	1084	11	PC	10	135	1350	13,68	20	0,20
		Fluorescente	8	9										
		Fluorescente	4	50										
4	F408-Laboratório de Projectos	98,33	Fluorescente	14	58	966	10	PC	4	135	540	5,49	18	0,18
		Fluorescente	6	9										
		Halogénio	2	50										
4	F409-Sala de aulas	67,10	Fluorescente	24	58	1464	22	PC	1	135	405	6,04	35	0,52
		Fluorescente	2	36										
4	F414-Direção de Curso LEEC/MEEC	98,33	Fluorescente	14	58	984	10	PC	8	135	2160	21,97	8	0,08
		Fluorescente	8	9										
		Halogénio	2	50										
4	F418-Direção de Curso LEE/MEE-SEE	86,04	Fluorescente	14	58	916	11	PC	14	135	2610	30,33	14	0,16
		Fluorescente	6	9										
		Halogénio	1	50										
4	F422-Departamento electrotecnia	56,82	Fluorescente	16	58	928	16	PC	5	135	2905	51,13	4	0,07
4	F425-Gabinete	13,39	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,44	2	0,15
4	F426-Gabinete	13,51	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,32	2	0,15
4	F427-Gabinete	13,39	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	1	90	90	6,72	1	0,07
4	F428-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
4	F429-Gabinete	13,39	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	1	90	90	6,72	1	0,07
4	F430-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	3	90	270	20,10	3	0,22
4	F431-Gabinete	13,39	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,44	2	0,15
4	F432-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
4	F433-Gabinete	13,39	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,44	2	0,15
4	F434-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
4	F435-Gabinete	13,39	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,44	2	0,15
4	F436-Gabinete	13,33	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,50	2	0,15
4	F438-Gabinete	20,60	Fluorescente	4	58	232	11	Portátil	2	90	180	8,74	2	0,10
4	F441-Gabinete	32,58	Fluorescente	4	58	232	7	Portátil	5	90	450	13,81	5	0,15
4	F442-Gabinete	11,84	Fluorescente	4	58	232	20	Portátil	2	90	180	15,20	2	0,17

Piso	Espaço	Área (m ²)	Iluminação				Equipamento					Ocupação		
			Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Iluminação (W/m ²)	Equipamento	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Equipamento (W/m ²)	Ocupação	Densidade ocupação (Oc/m ²)
4	F443-Gabinete	12,33	Fluorescente	4	58	232	19	Portátil	2	90	180	14,60	2	0,16
4	F444-Gabinete	12,28	Fluorescente	4	58	232	19	Portátil	2	90	180	14,66	2	0,16
4	F445-Gabinete	11,77	Fluorescente	4	58	232	20	Portátil	2	90	180	15,29	2	0,17
4	F446-Gabinete	13,42	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,41	2	0,15
4	F447-Gabinete	13,39	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,44	2	0,15
4	F448-Gabinete	13,33	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,50	2	0,15
4	F449-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
4	F450-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
4	F451-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
4	F452-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
4	F453-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
4	F454-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
4	F455-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
4	F456-Gabinete	13,43	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,40	2	0,15
4	F457-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
4	F458-Gabinete	13,49	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	3	90	270	20,01	3	0,22
4	F459-Gabinete	13,37	Fluorescente	4	58	232	17	Portátil	2	90	180	13,46	2	0,15
4	Circulação	598,83	Fluorescente	94	36								0	0,00
			Fluorescente	26	9									
			Halógeno	4	50	4798	8							
			Fluorescente	4	75									
			Fluorescente	17	40									
4	F413-Sala Servidores	29,68	Fluorescente	6	58	348	12	PC	9	135	1215	40,94	0	0,00
4	F417-Inst. sanitárias masculinas	39,35	Fluorescente	3	36									
			Fluorescente	24	9	324	8	Secador de mãos	2	75	150	3,81		
4	F415-Inst. Sanitárias femininas	39,07	Fluorescente	2	36									
			Fluorescente	24	9	288	7	Secador de mãos	2	75	150	3,84		
4	F440-Inst. sanitárias masculinas	26,59	Fluorescente	2	36									
			Fluorescente	20	9	252	9	Secador de mãos	2	75	150	5,64		
4	F439-Inst. Sanitárias femininas	32,04	Fluorescente	1	36									
			Fluorescente	18	9	198	6	Secador de mãos	2	75	150	4,68		
4	Circulação Vertical 1	22,67	Fluorescente	4	75	300	13							
4	Circulação Vertical 2	22,88	Fluorescente	4	75	300	13							
4	Circulação Vertical 3	29,65	Fluorescente	4	75	300	10							
5	F502-Sala de aulas	60,13	Fluorescente	20	58	1232	20	PC	1	135			33	0,55
			Fluorescente	2	36			Projector	1	270	405	6,74		
5	F503-Sala de Reuniões	60,22	Fluorescente	20	58	1160	19	PC	1	135	135	2,24	28	0,46
5	F504-Laboratório de Comunicações Ópticas	98,62	Fluorescente	18	58									
			Fluorescente	8	9	1216	12	PC	5	135	675	6,84	16	0,16
			Halógeno	2	50									
5	F505-Laboratório de Redes e Serviços de Comunicação	98,68	Fluorescente	14	58									
			Fluorescente	6	9	966	10	PC	20	135	2700	27,36	20	0,20
			Halógeno	2	50									
5	F508-Laboratório de Telecomunicações	98,33	Fluorescente	14	58									
			Fluorescente	6	9	916	9	PC	10	135	1350		20	0,20
			Halógeno	1	50									
5	F509-Sala de aulas	67,10	Fluorescente	24	58	1464	22	PC	1	135			36	0,54
			Fluorescente	2	36			Projector	1	270	405	6,04		
5	F513-Laboratório de Comunicações por Satélite	36,15	Fluorescente	6	58	348	10	PC	4	135	540	14,94	4	0,11
5	F515-Sala de aulas	119,16	Fluorescente	48	58	2856	24	PC	1	135			70	0,59
			Fluorescente	2	36			Projector	1	270	405	3,40		

Piso	Espaço	Área (m ²)	Iluminação					Equipamento				Ocupação		
			Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Iluminação (W/m ²)	Equipamento	Quantidade	Potência unitária (W)	Potência total (W)	Densidade Equipamento (W/m ²)	Ocupação	Densidade ocupação (Oc/m ²)
5	F516-Laboratório de Processamento de Sinal	98,32	Fluorescente	14	58	966	10	PC	15	135	2295	23,34	20	0,20
			Fluorescente	6	9			Projector	1	270				
			Halogénio	2	50									
5	F518-Laboratório de Energias Renováveis	86,03	Fluorescente	14	58	966	11	PC	15	135	2295	26,68	15	0,17
			Fluorescente	6	9			Projector	1	270				
			Halogénio	2	50									
5	F520-Laboratório de Controlo	63,28	Fluorescente	10	58	580	9	PC	13	135	1755	27,73	20	0,32
5	Circulação	369,51	Fluorescente	42	36	2342	6							
			Fluorescente	10	9									
			Halogénio	4	50									
			Fluorescente	4	75									
			Fluorescente	6	40									
5	Circulação Vertical 1	22,67	Fluorescente	4	75	300	13							
5	Circulação Vertical 2	22,88	Fluorescente	4	75	300	13							
Ext	Zona Exterior	---	Fluorescente	46	9	20244								
			Fluorescente	14	70									
			Halogénio	41	450									
			Fluorescente	1	400									

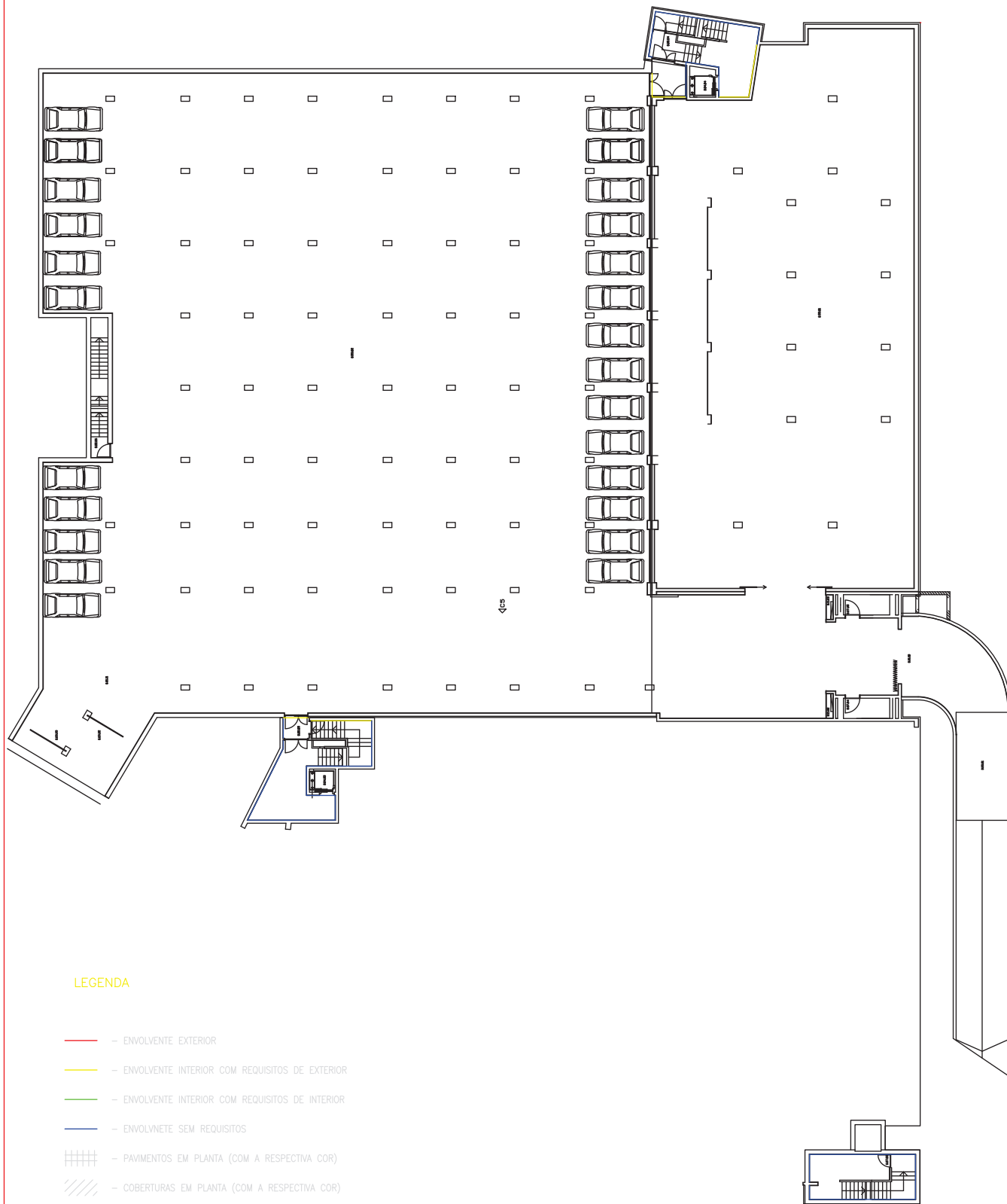
Anexo I. Desenho ilustrativo da metodologia de simulação piso a piso

Pelos motivos já enunciados no ponto 4.1 foi necessário simular o edifício piso a piso, pelo que a influência do piso superior e inferior caso existam teve de ser simulada recorrendo a blocos adiabáticos como se pode verificar neste anexo.



Anexo J. Delimitação de envolvente

RELAÇÃO DE PEÇAS DESENHADAS	
Des. Nr.	
01	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAREDE – PISO 0
02	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAREDE – PISO 1
03	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAREDE – PISO 2
04	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAREDE – PISO 3
05	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAREDE – PISO 4
06	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAREDE – PISO 5
07	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAREDE – PISO COBERTURA
08	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAVIMENTO – PISO 0
09	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAVIMENTO – PISO 1
10	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAVIMENTO – PISO 2
11	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAVIMENTO – PISO 3
12	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAVIMENTO – PISO 4
13	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAVIMENTO – PISO 5
14	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; PAVIMENTO – PISO COBERTURA
15	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; COBERTURA – PISO 0
16	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; COBERTURA – PISO 1
17	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; COBERTURA – PISO 2
18	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; COBERTURA – PISO 3
19	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; COBERTURA – PISO 4
20	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; COBERTURA – PISO 5
21	DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE; COBERTURA – PISO COBERTURA



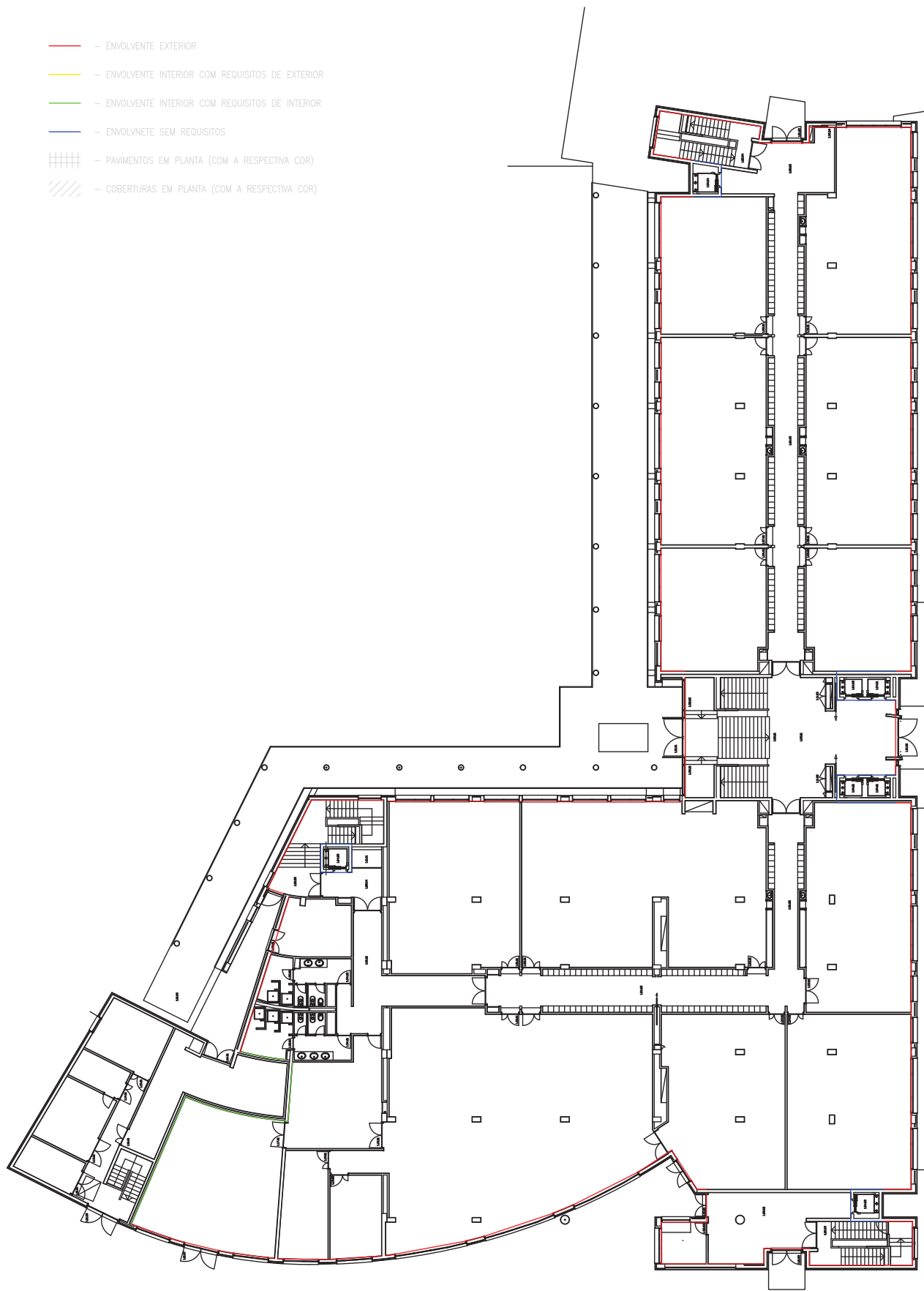
DELIMITACAO DE ENVOLVENTE

PAREDE - PISO 0

Desenho N°	01
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▨ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▧ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)





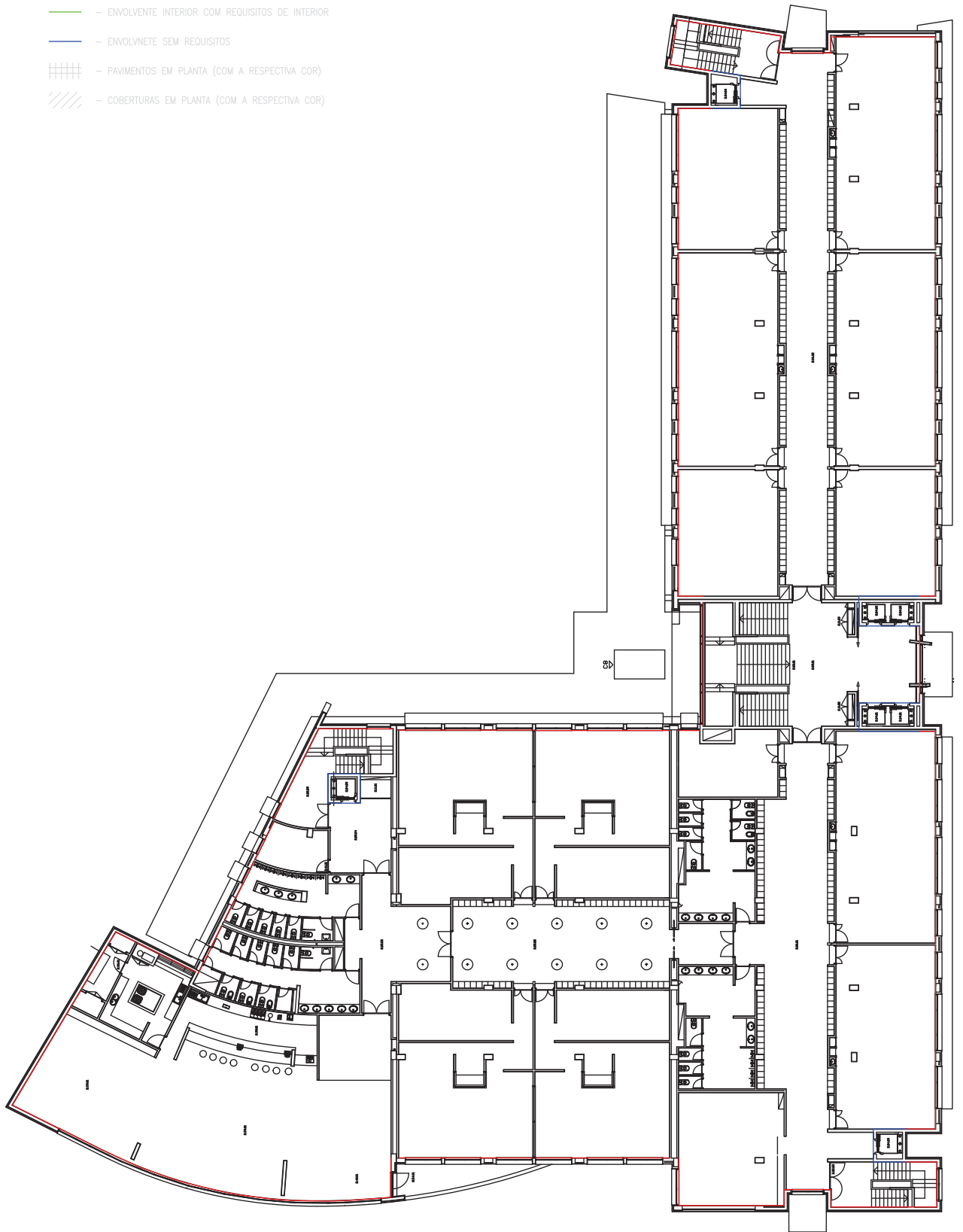
DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

PAREDE - PISO 1

Desenho Nº	02
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
-  - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
-  - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



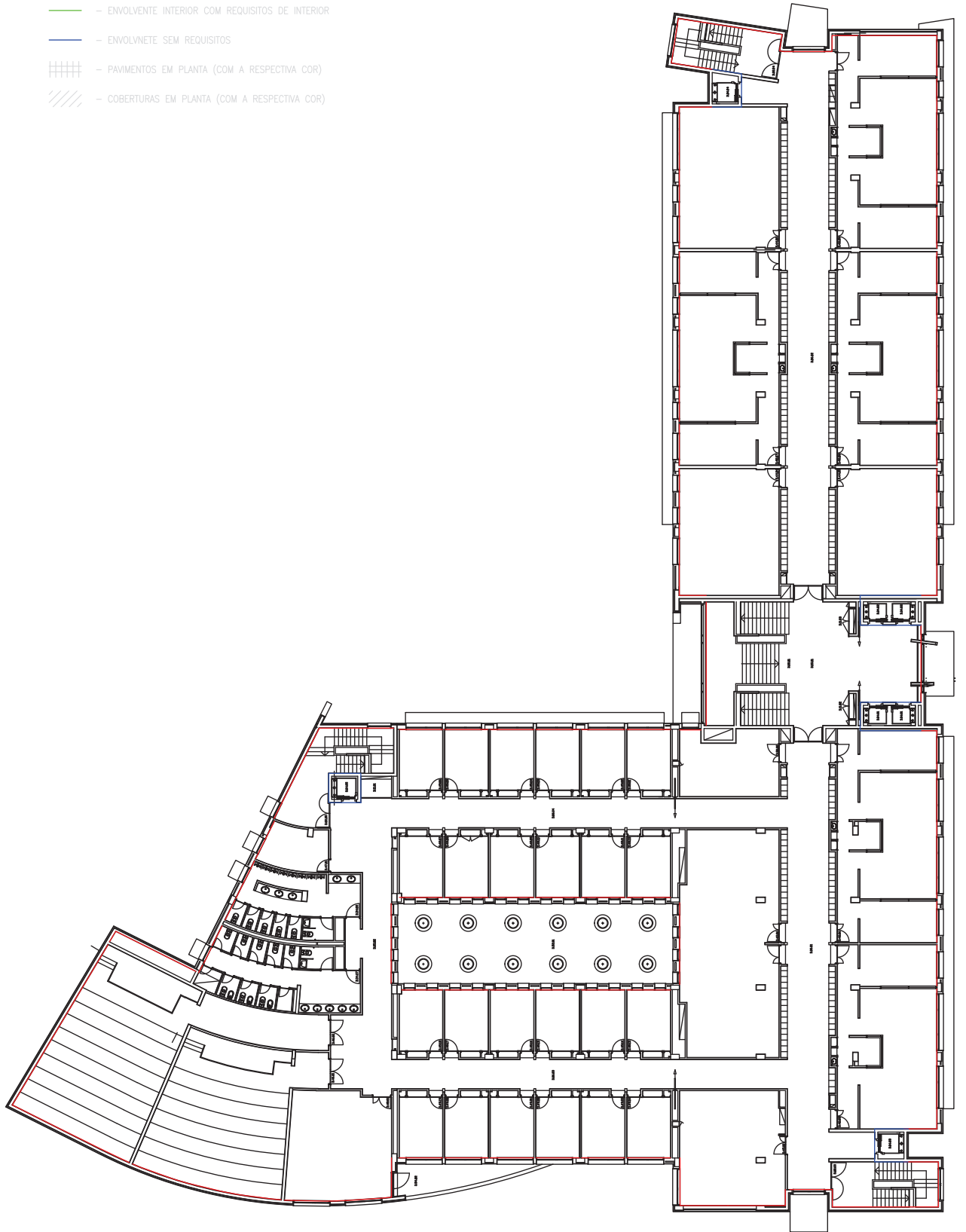
DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

PAREDE - PISO 2

Desenho Nº	03
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▨ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▧ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



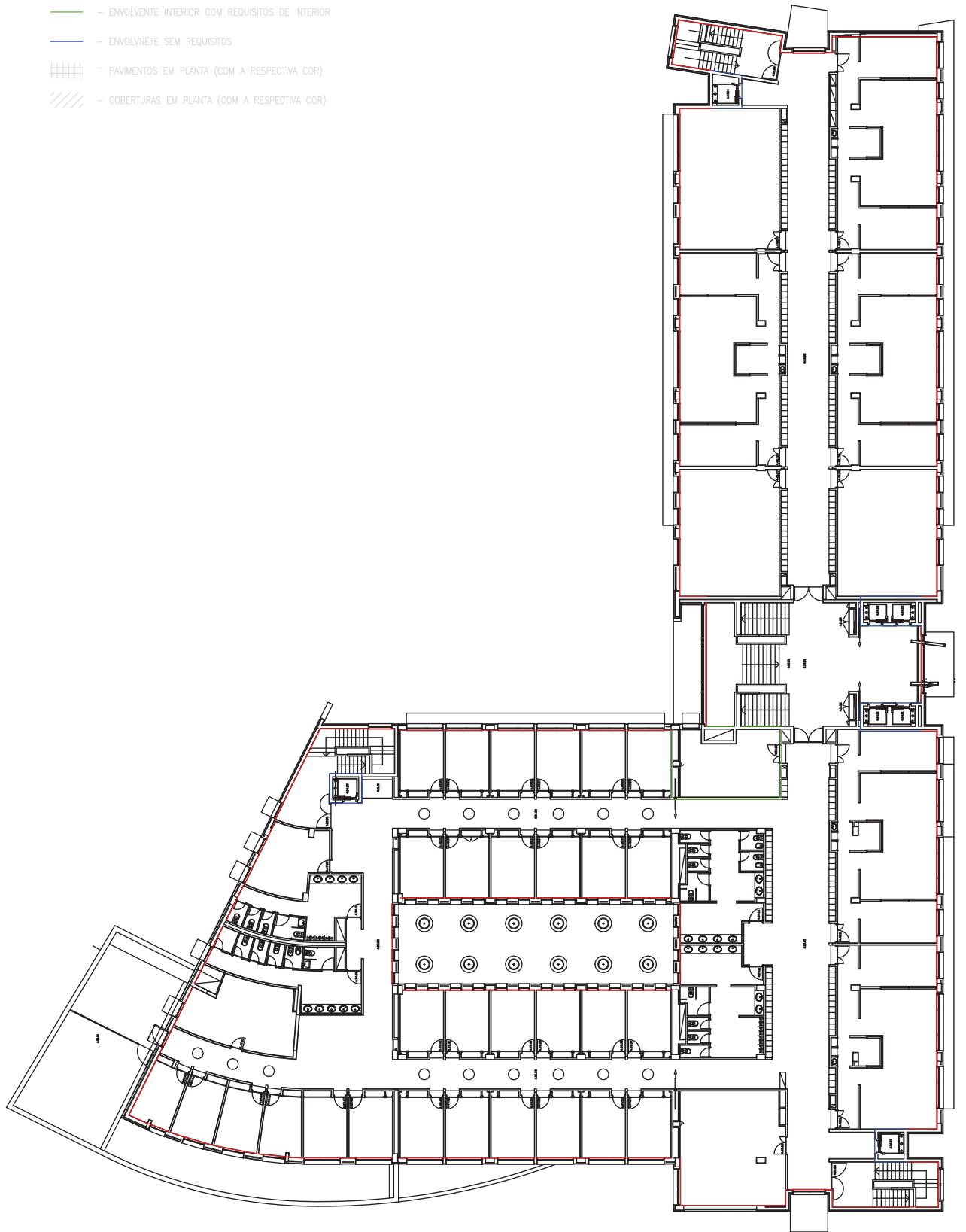
DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

PAREDE - PISO 3

Desenho Nº	04
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▨ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▧ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



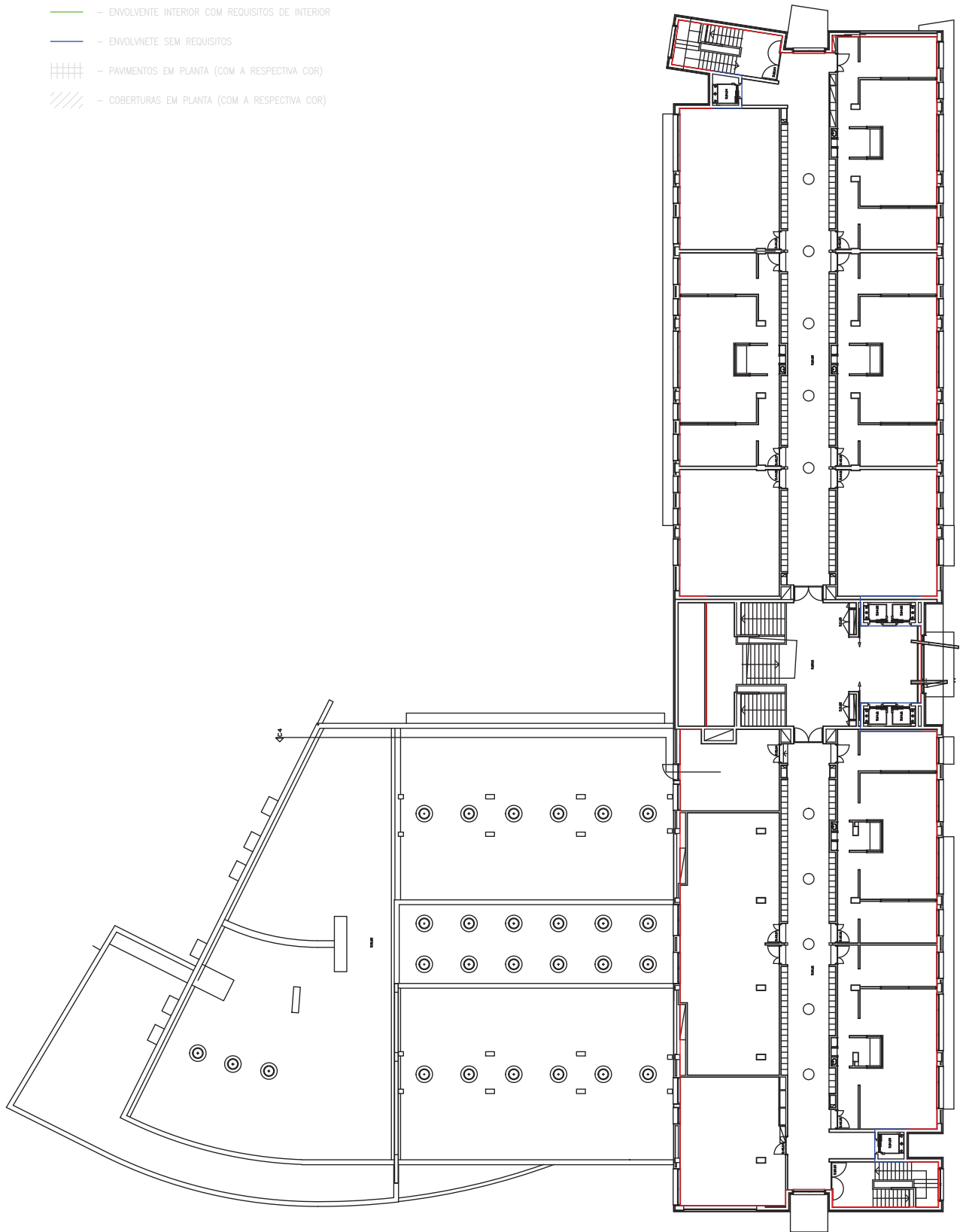
DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

PAREDE - PISO 4

Desenho Nº	05
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▨ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▧ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



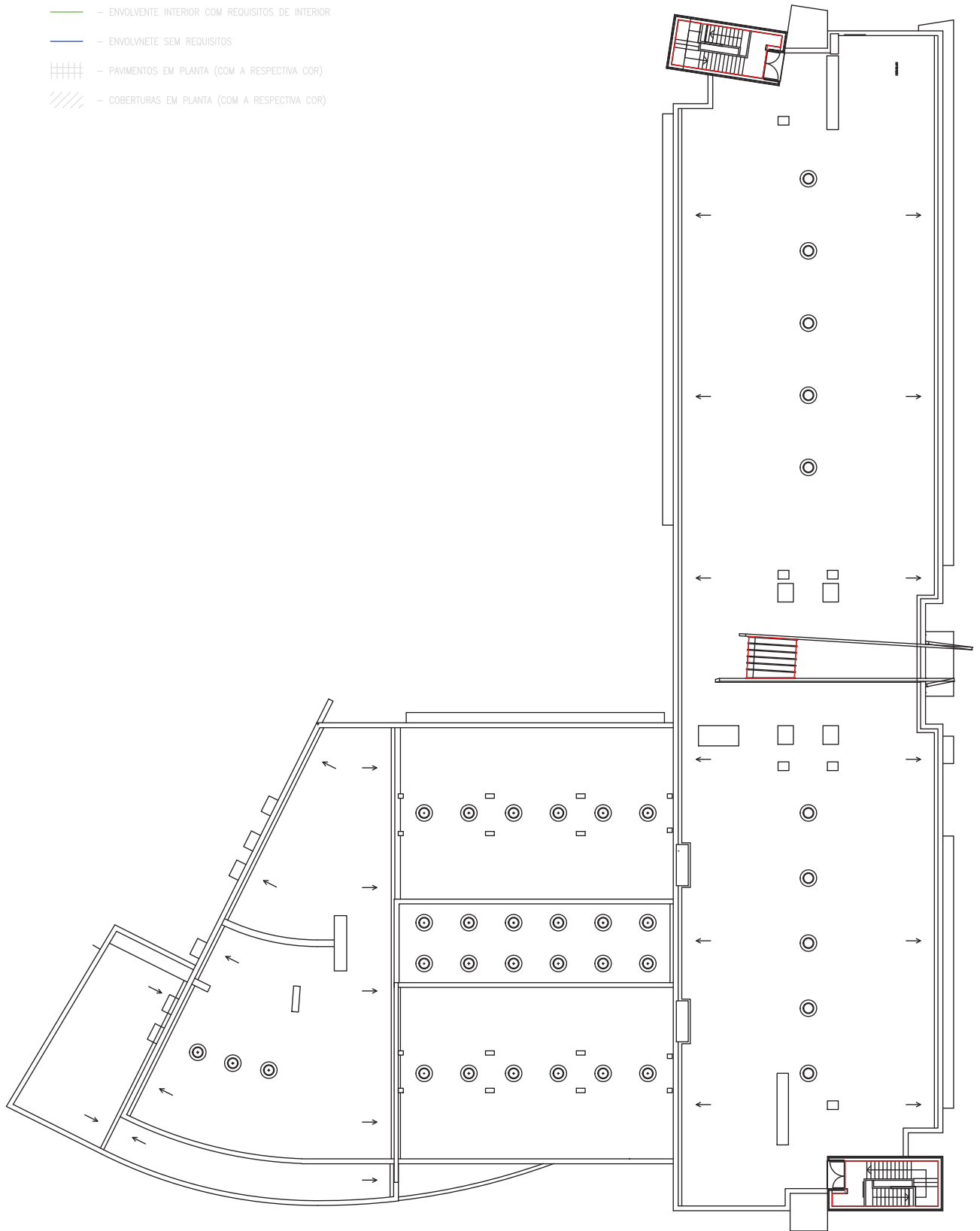
DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

PAREDE - PISO 5

Desenho Nº	06
Escalas	SE

LEGENDA

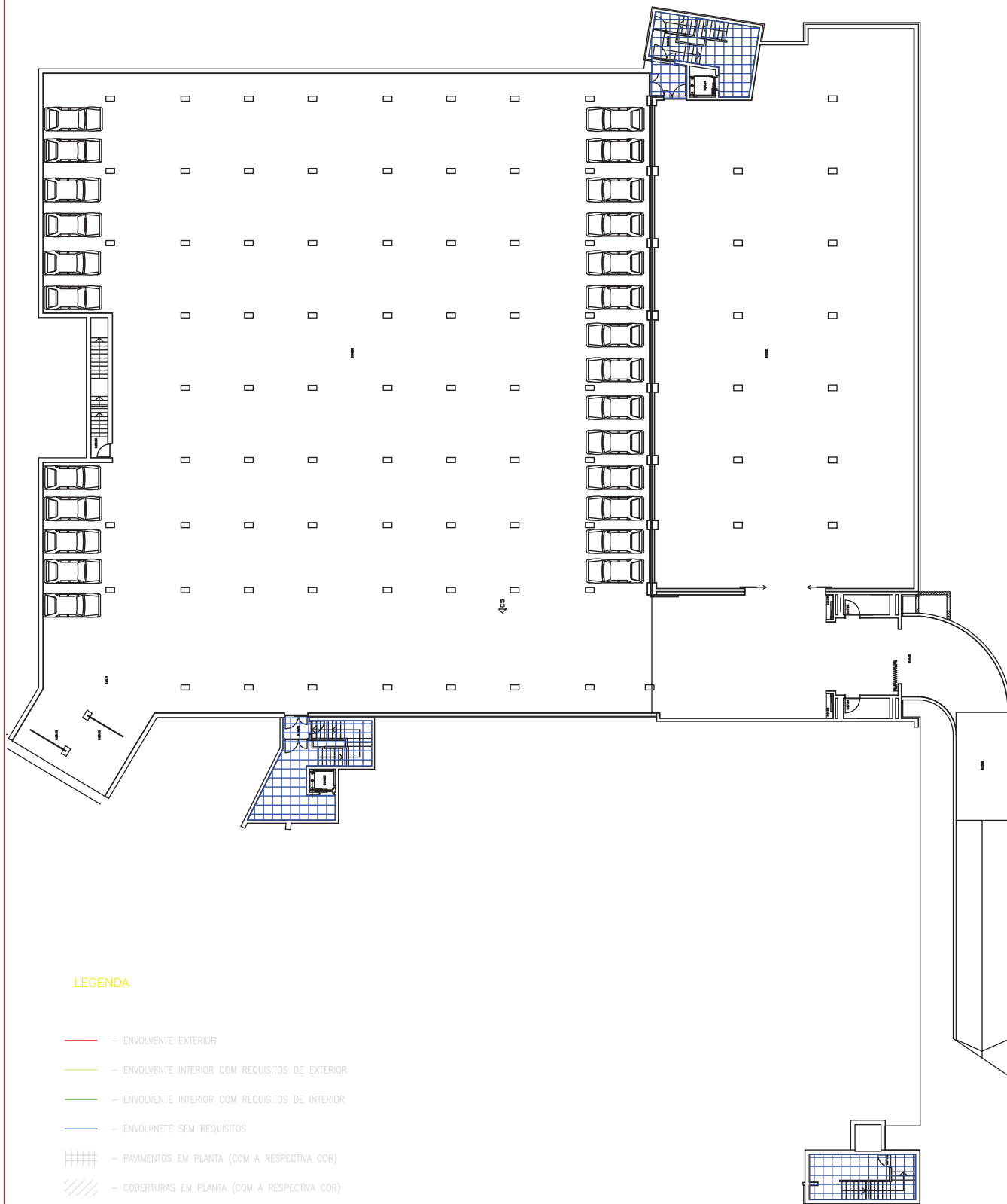
- ENVOLVENTE EXTERIOR
- ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

PAREDE - PISO COBERTURA

Desenho Nº	07
Escalas	SE



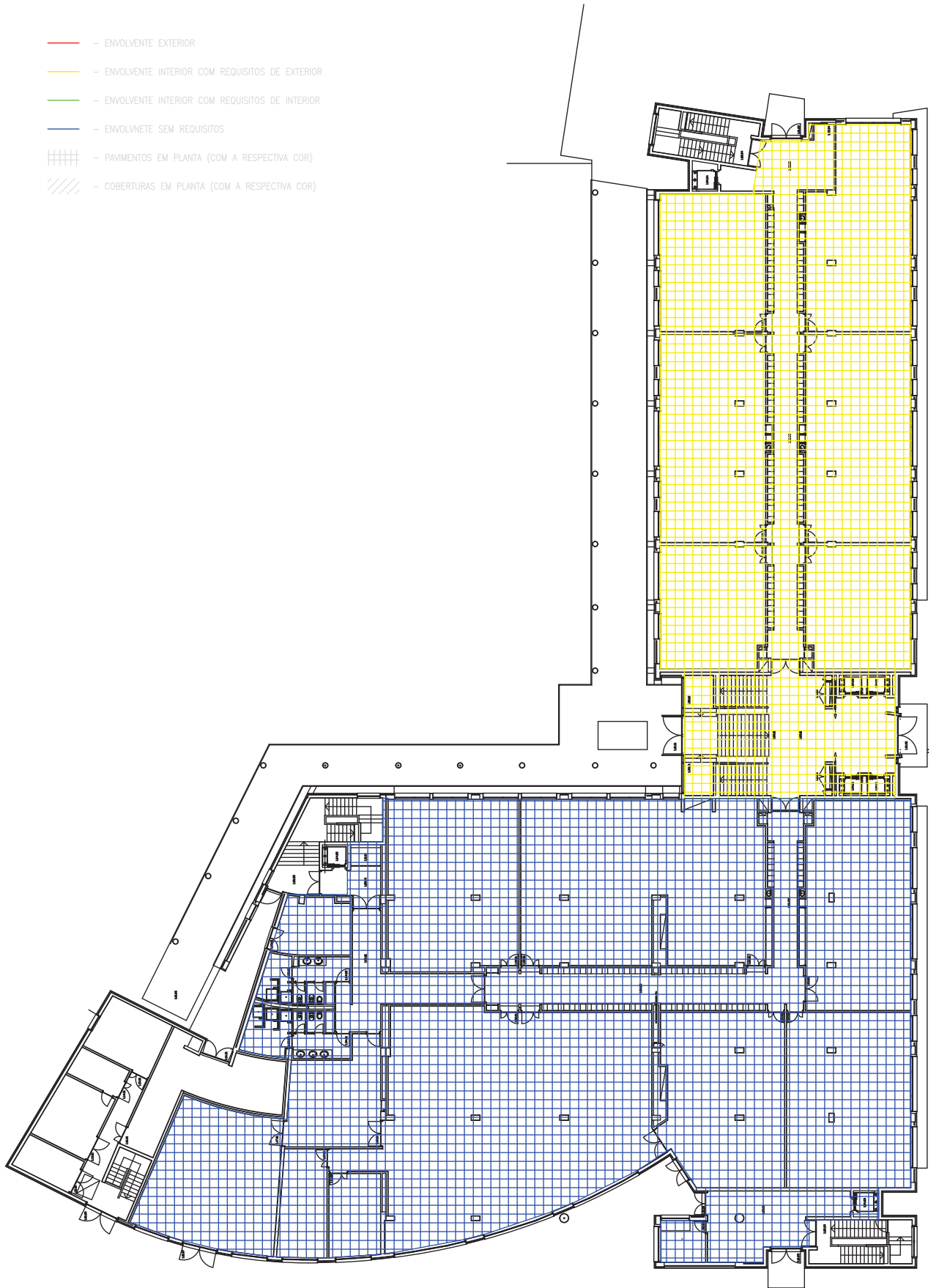
DELIMITACAO DE ENVOLVENTE

PAVIMENTO - PISO 0

Desenho Nº	08
Escalas	SE

LEGENDA

- ENVOLVENTE EXTERIOR
- ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



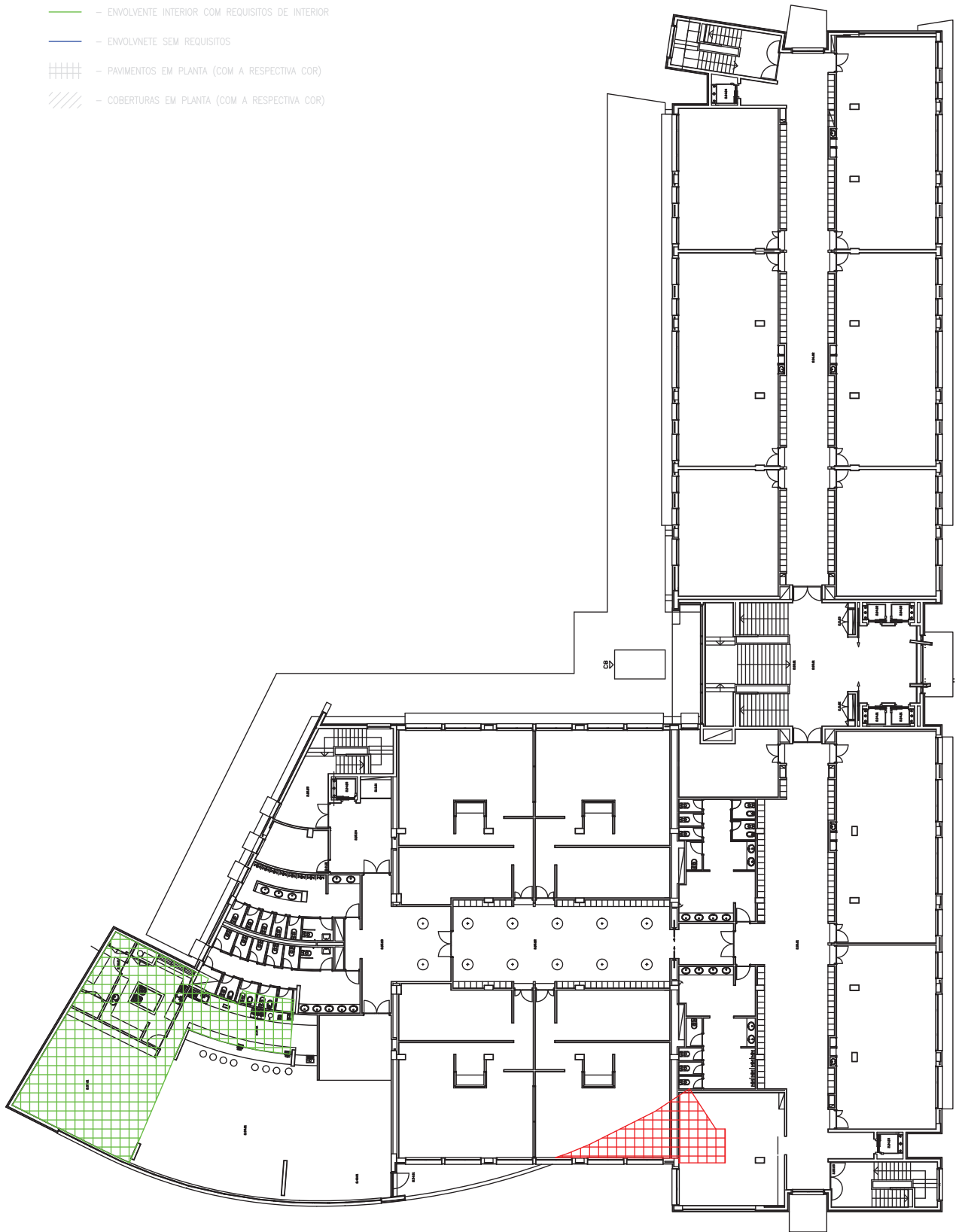
DELIMITACAO DE ENVOLVENTE

PAVIMENTO - PISO 1

Desenho N°	09
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▨ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▧ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



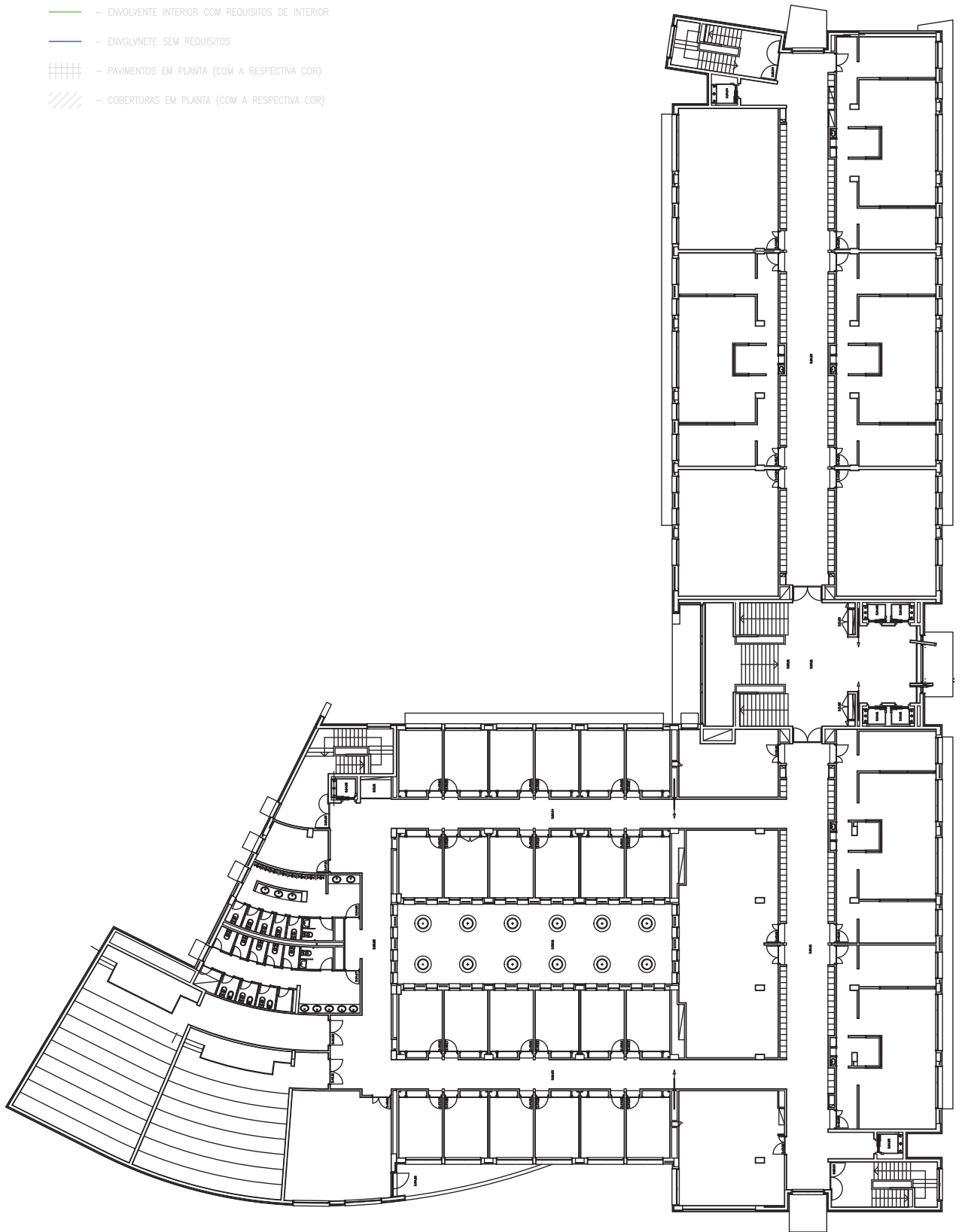
DELIMITACAO DE ENVOLVENTE

PAVIMENTO - PISO 2

Desenho N°	10
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▨ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▧ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



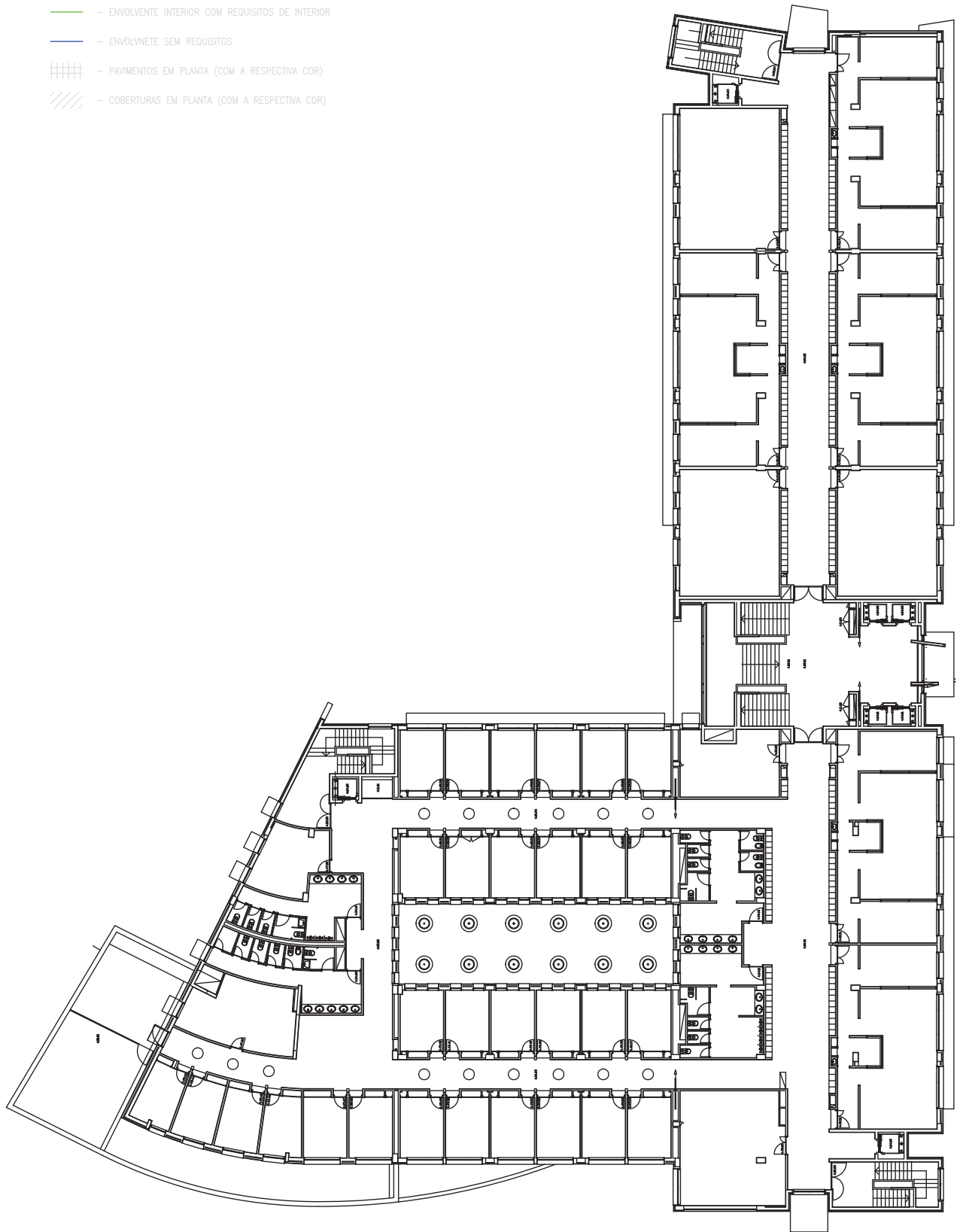
DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

PAVIMENTO - PISO 3

Desenho Nº	11
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▣ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▨ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

PAVIMENTO - PISO 4

Desenho Nº

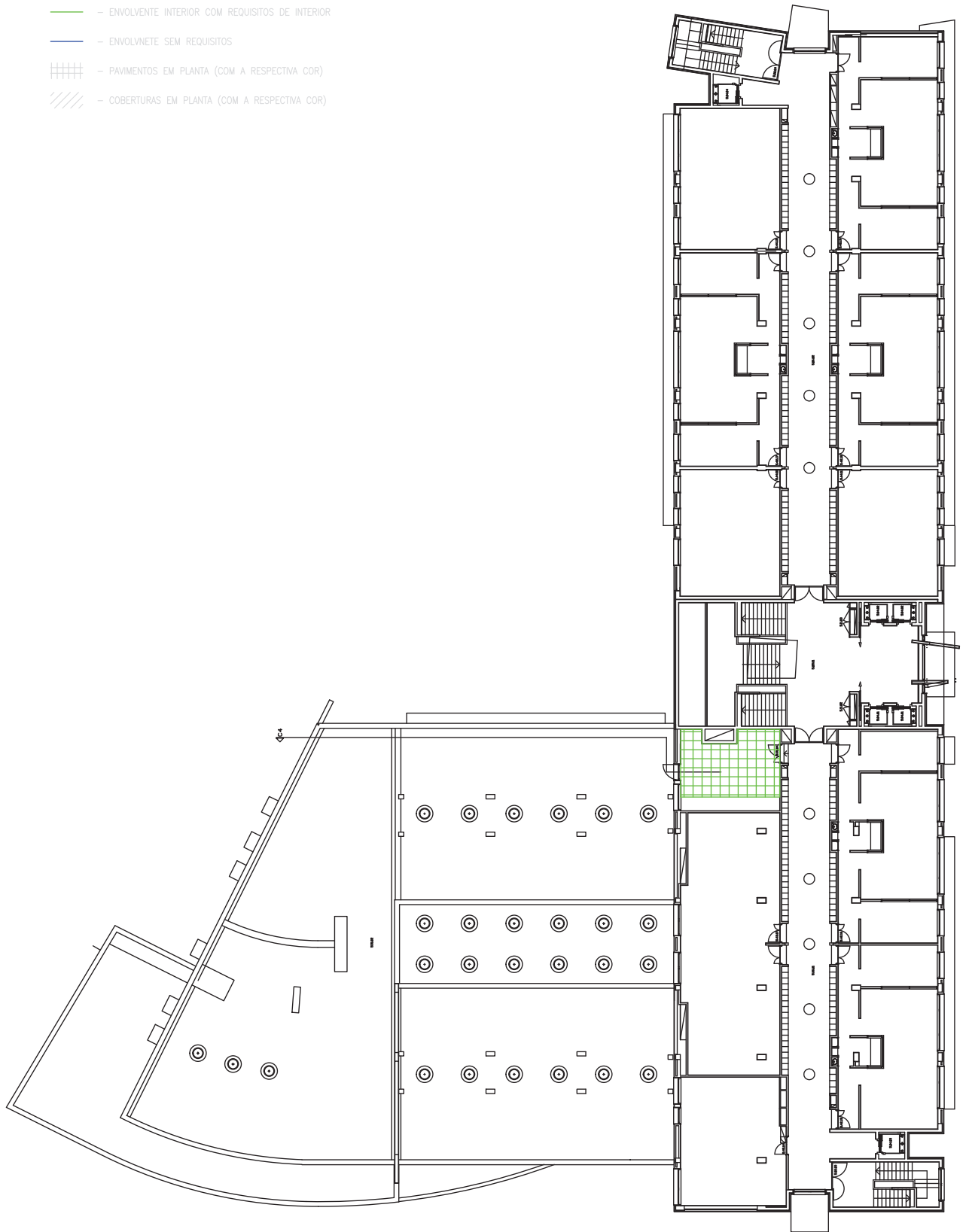
12

Escalas

SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▣ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▨ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



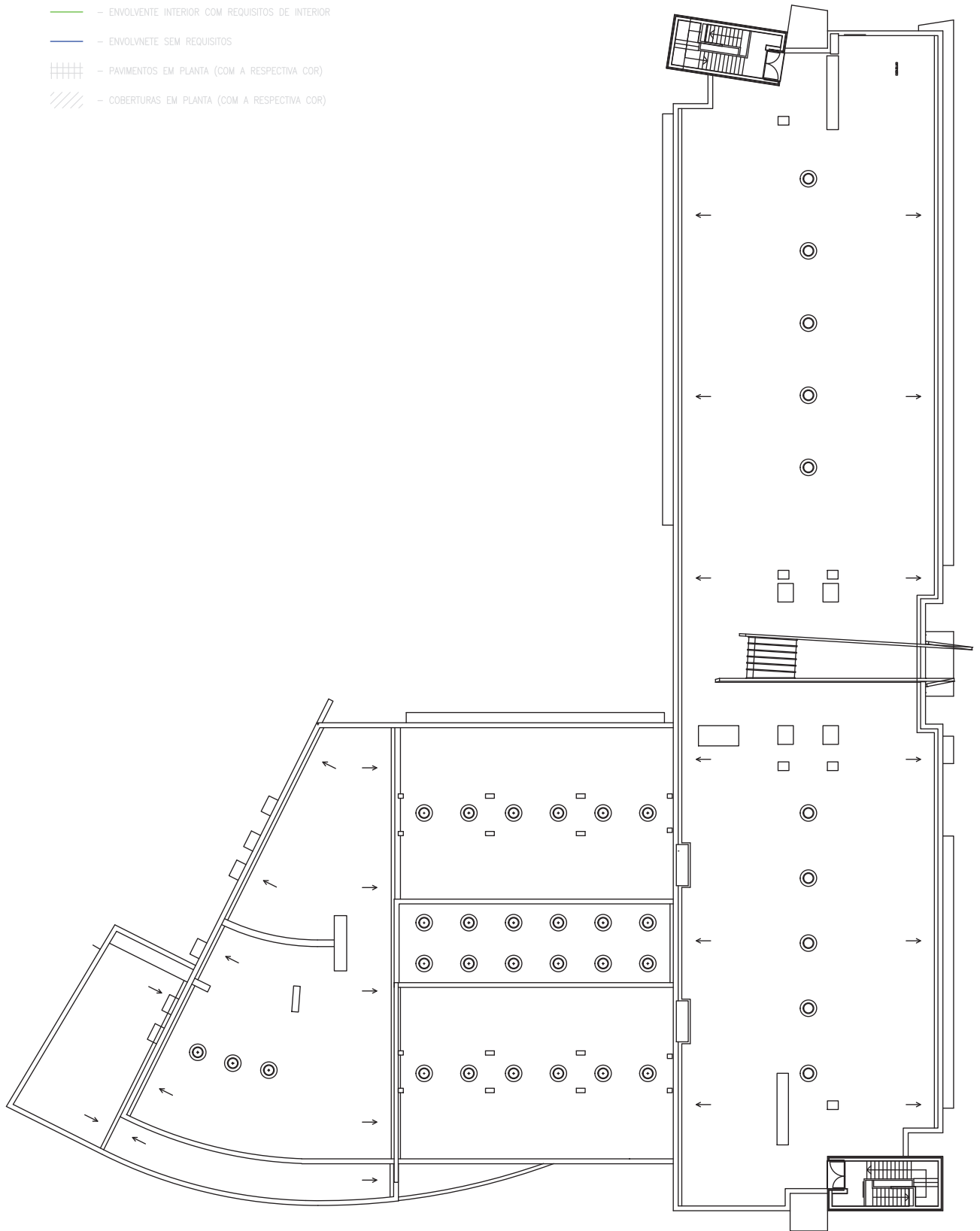
DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

PAVIMENTO - PISO 5

Desenho Nº	13
Escalas	SE

LEGENDA

- ENVOLVENTE EXTERIOR
- ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



DELIMITACAO DE ENVOLVENTE

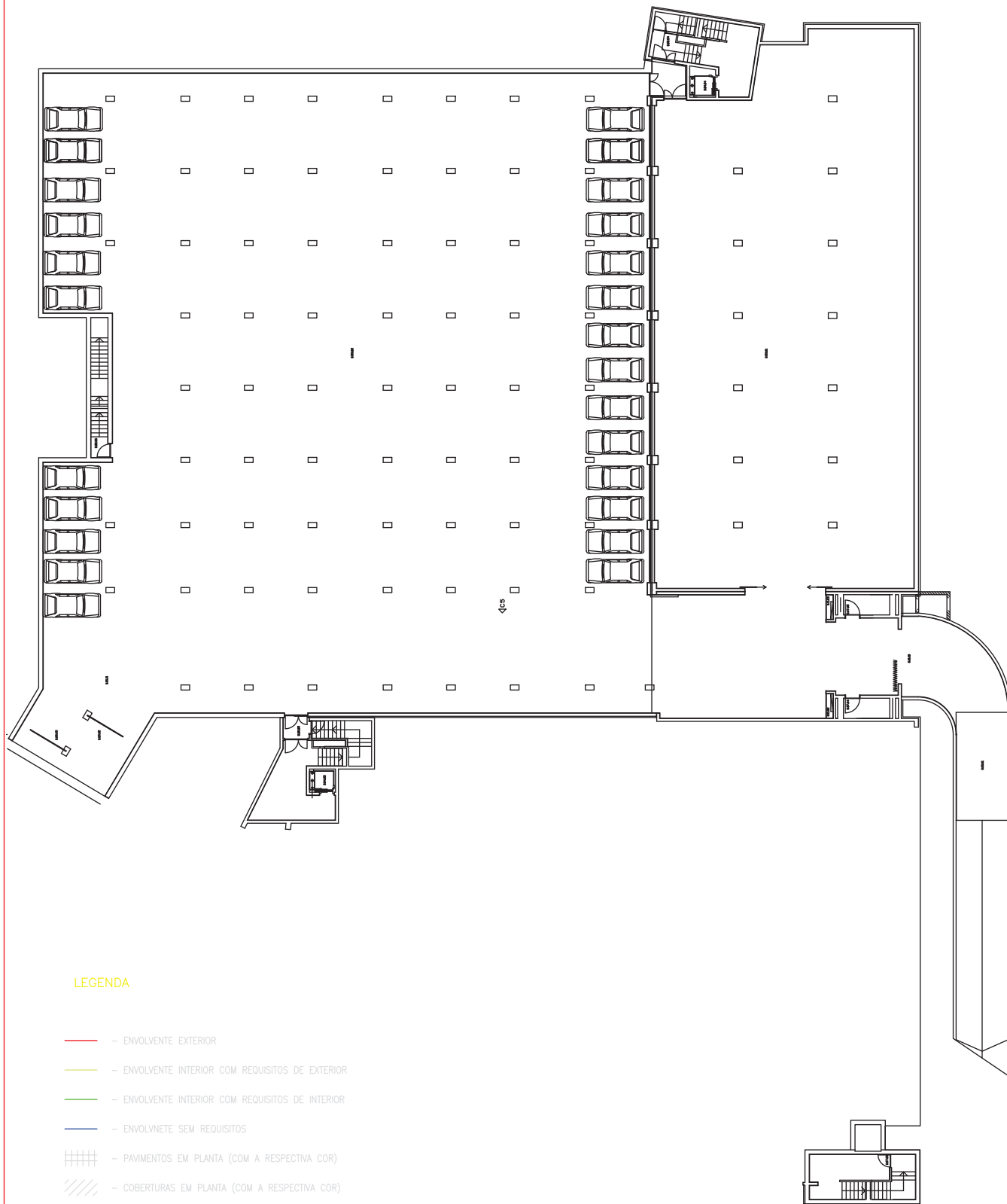
PAVIMENTO - PISO COBERTURA

Desenho Nº

14

Escalas

SE



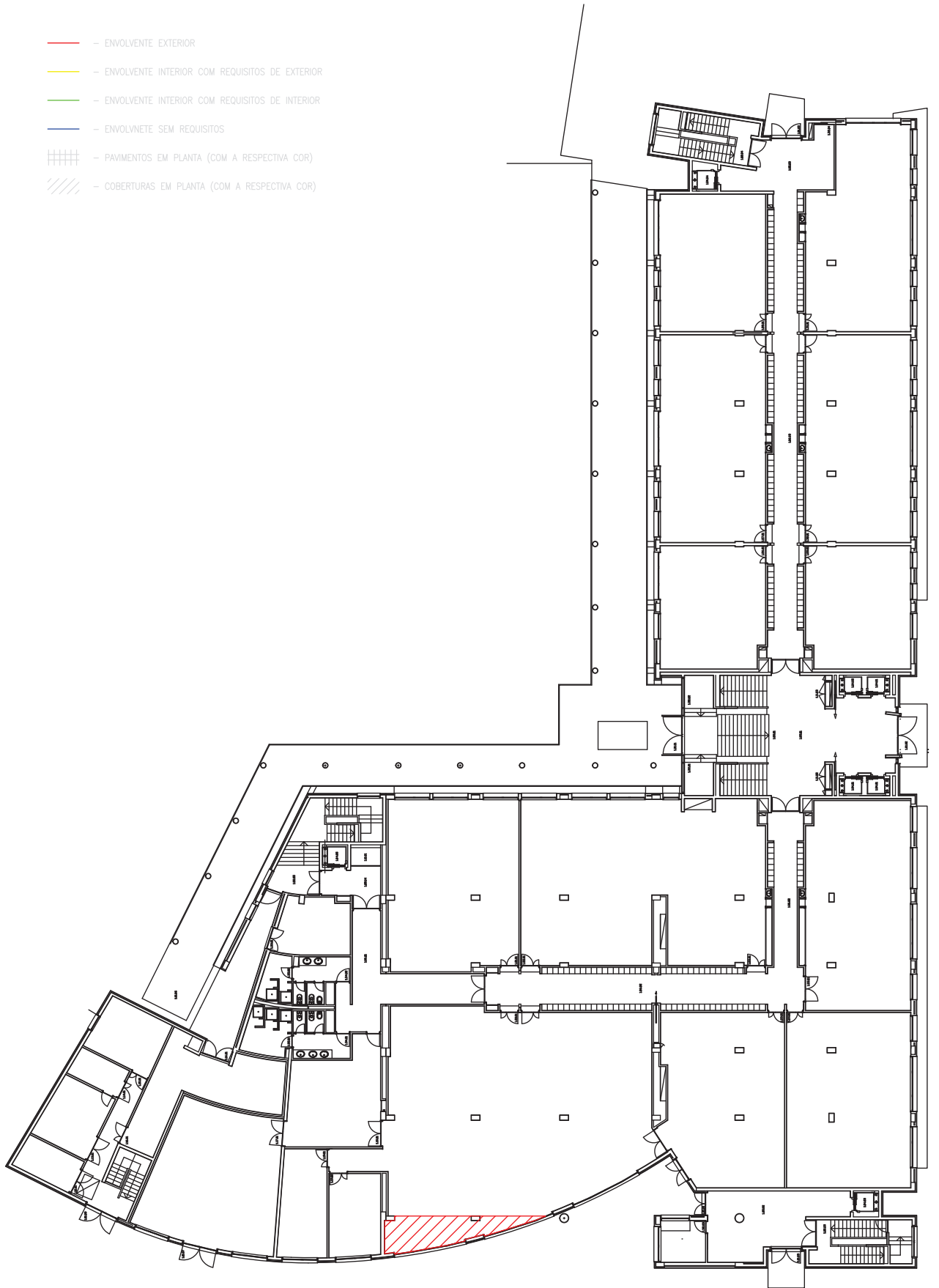
DELIMITACAO DE ENVOLVENTE

COBERTURA - PISO 0

Desenho Nº	15
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▨ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▧ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



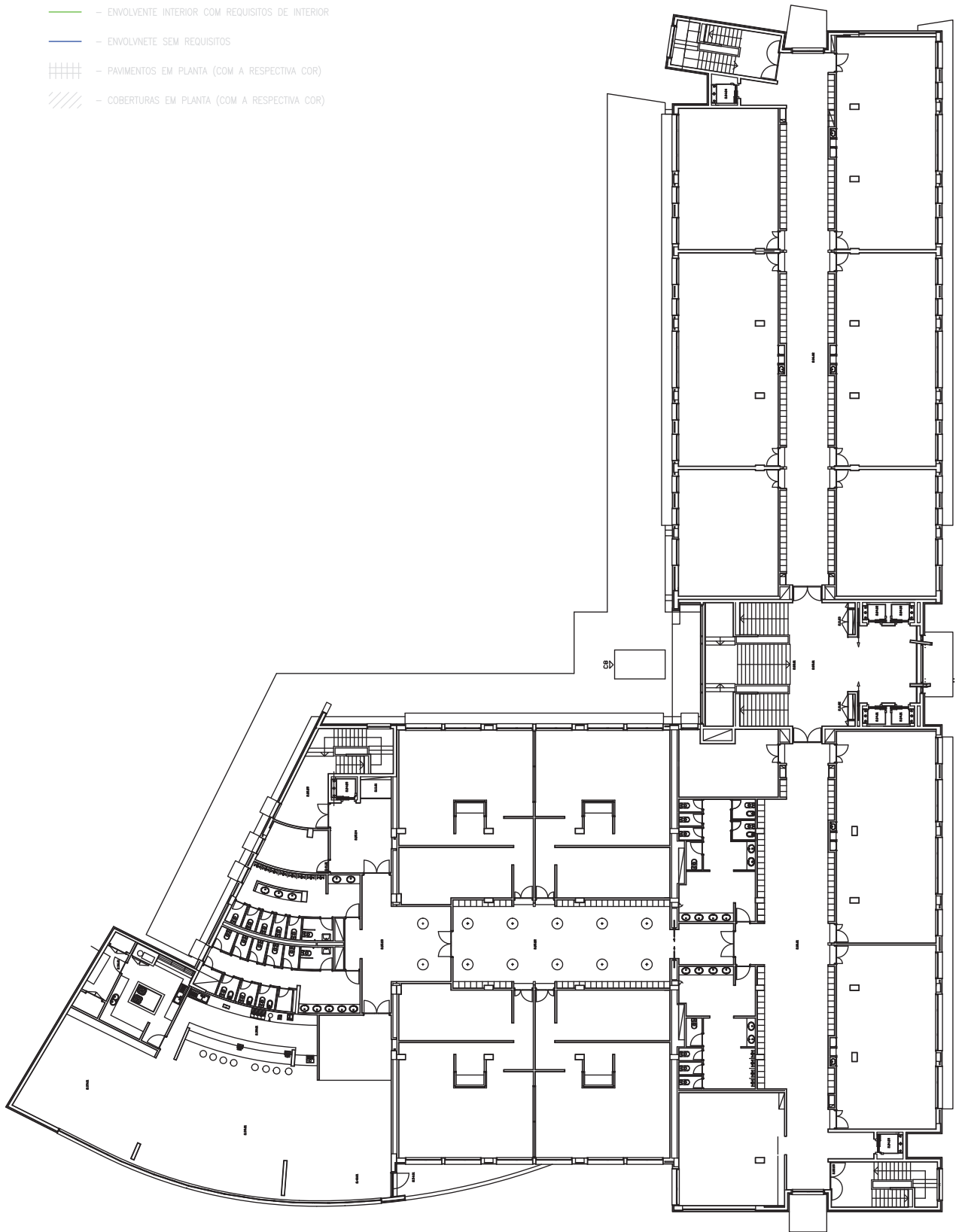
DELIMITACAO DE ENVOLVENTE

COBERTURA - PISO 1

Desenho Nº	16
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▨ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▧ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



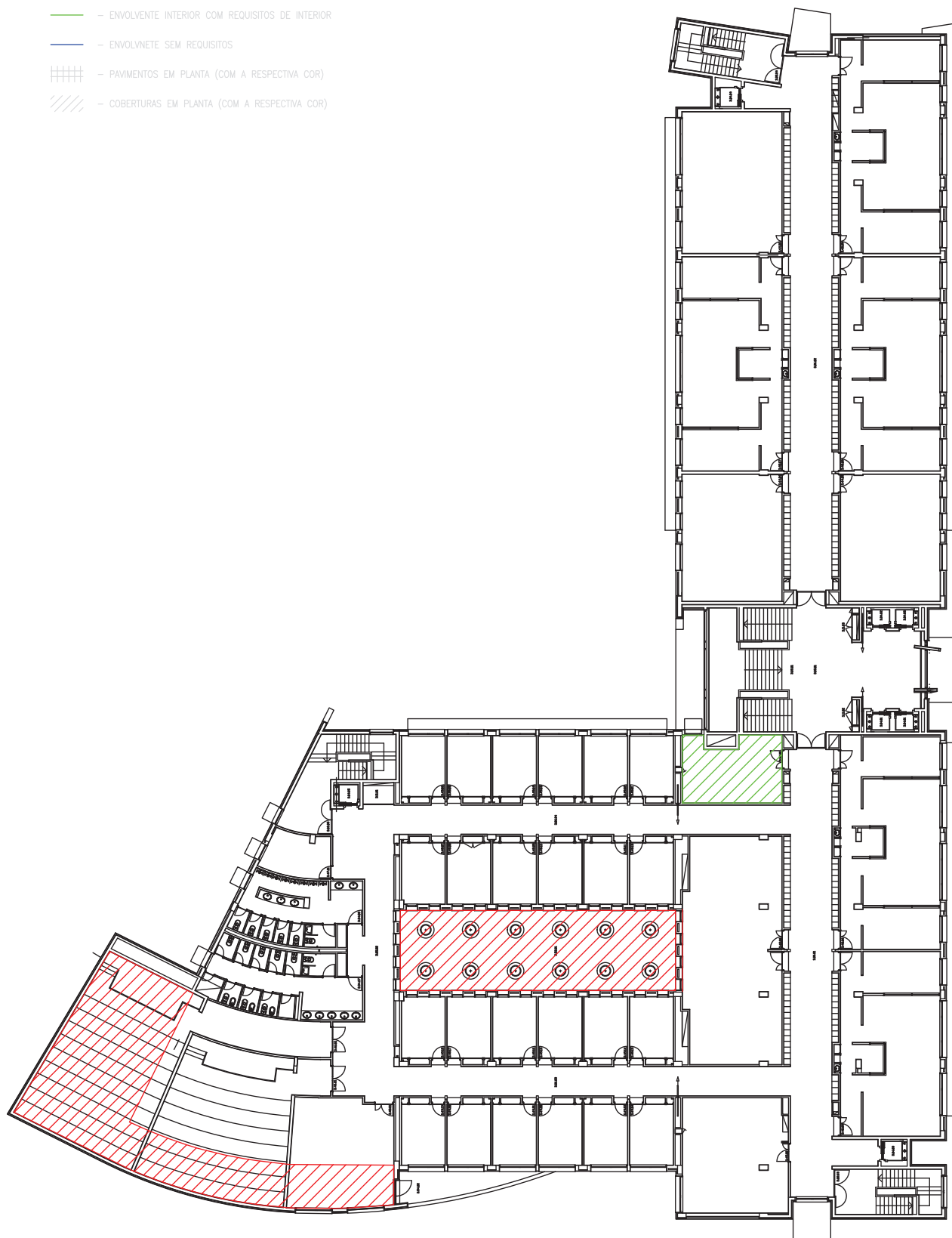
DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

COBERTURA - PISO 2

Desenho Nº	17
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▨ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▧ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



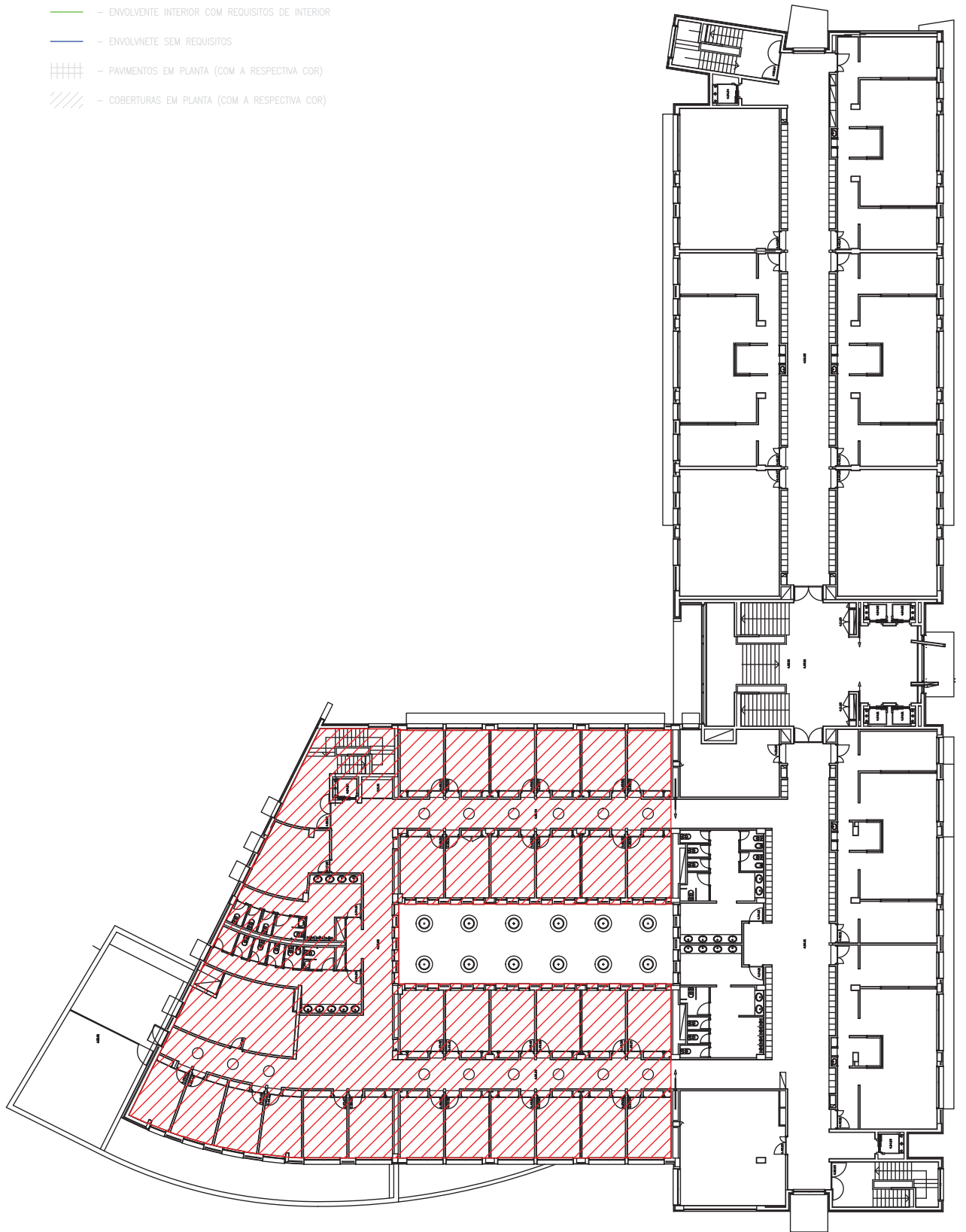
DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

COBERTURA - PISO 3

Desenho Nº	18
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▨ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▧ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



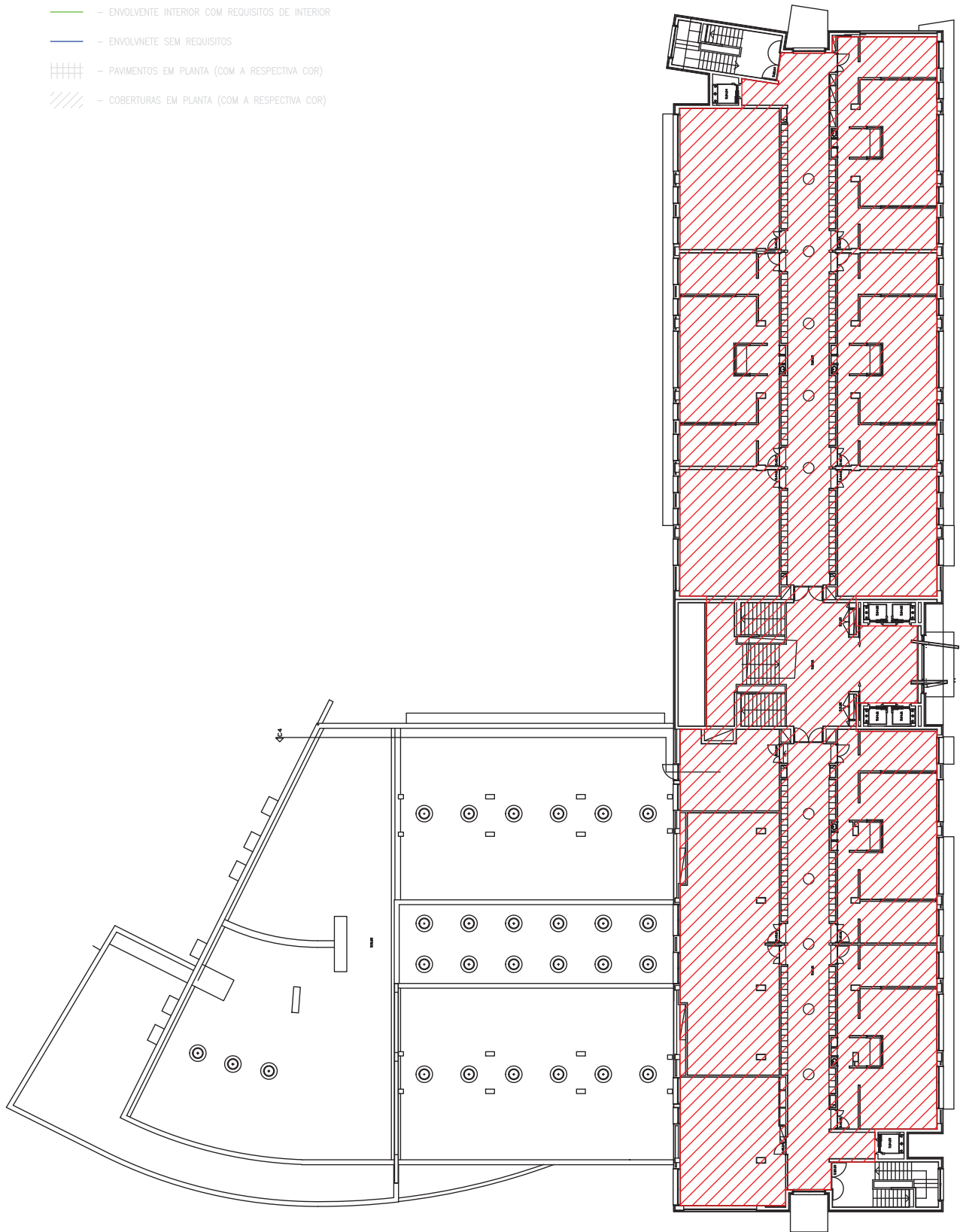
DELIMITAÇÃO DE ENVOLVENTE

COBERTURA - PISO 4

Desenho Nº	19
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLVENTE SEM REQUISITOS
- ▣ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▨ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



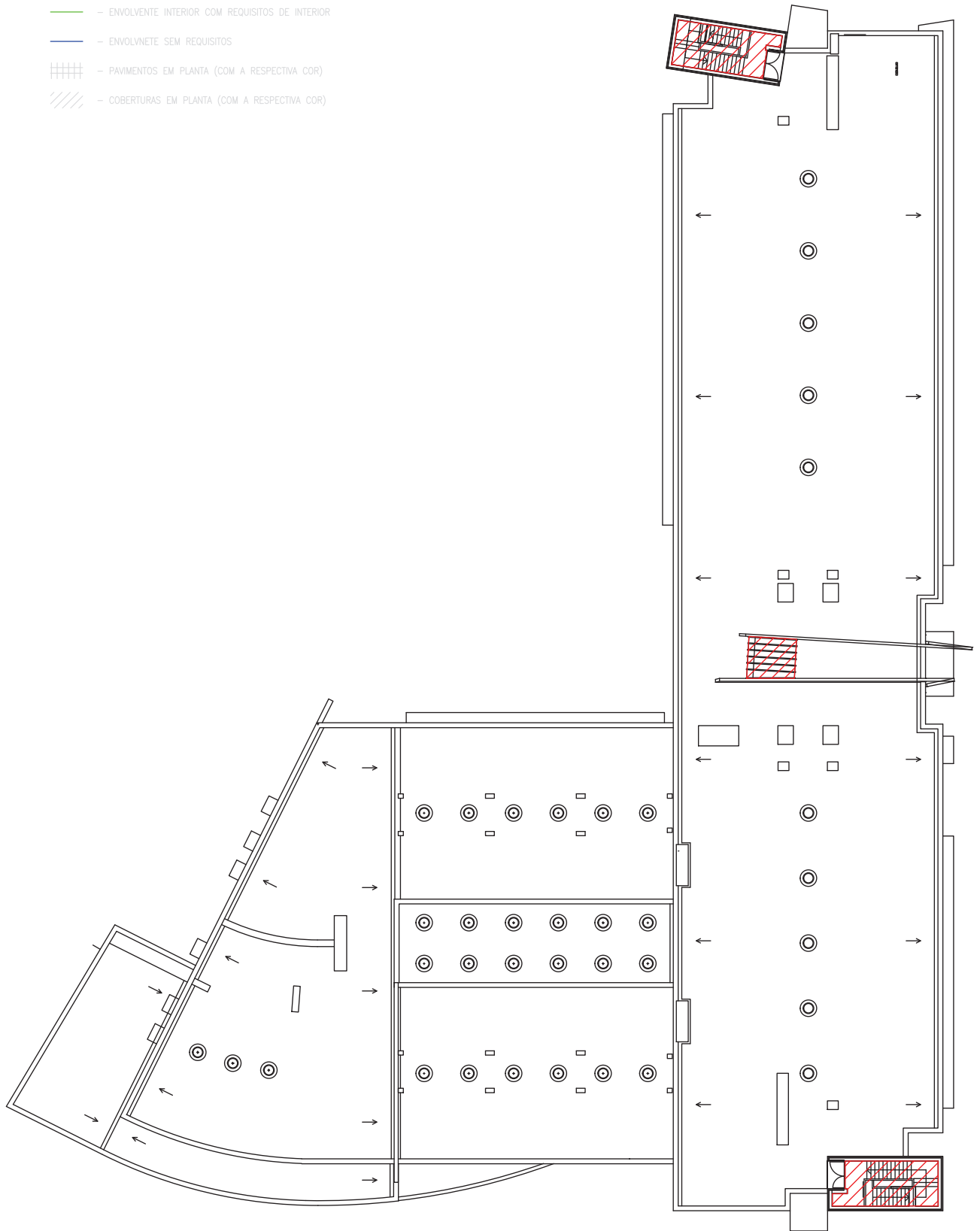
DELIMITACAO DE ENVOLVENTE

COBERTURA - PISO 5

Desenho Nº	20
Escalas	SE

LEGENDA

- - ENVOLVENTE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE EXTERIOR
- - ENVOLVENTE INTERIOR COM REQUISITOS DE INTERIOR
- - ENVOLNETE SEM REQUISITOS
- ▣▣▣▣ - PAVIMENTOS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)
- ▨▨▨▨ - COBERTURAS EM PLANTA (COM A RESPECTIVA COR)



DELIMITACAO DE ENVOLVENTE

COBERTURA - PISO COBERTURA

Desenho Nº

21

Escalas

SE