



Aos meus Pais

Todo o meu Amor e Gratidão por esta oportunidade que me deram na vida

## **Agradecimentos**

São diversas as pessoas que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o trabalho agora exposto, e a quem gostaria de prestar o meu especial reconhecimento.

Em primeiro lugar à minha família. Representam tudo para mim. Em especial os meus Pais e Irmã. O amor e a compreensão que por mim nutrem são incomensuráveis, estando sempre presentes quando necessito.

Ao meu orientador científico, o Professor Doutor António Raimundo do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra pelo que aprendi com a sua postura científica, competência, espírito crítico e disponibilidade, o meu muito obrigado.

Gostaria ainda de agradecer ao Professor Doutor António Gameiro pela disponibilização do programa Easy CFD que se revelou uma ferramenta de trabalho útil e a todos os professores que participaram na minha educação científica e humana.

Finalmente gostaria de agradecer a todos os meus amigos que me encorajaram e de tantas formas me ajudaram. Abstenho-me de os mencionar individualmente, mas não esqueço o seu apoio. Gostaria também de agradecer ao Sport Lisboa e Benfica pelas emoções que me tem proporcionado ao longo dos anos.

## **Resumo**

Este trabalho centra-se no projecto de um sistema de ventilação de baixo consumo energético, mas capaz de garantir a qualidade do ar no interior de um edifício de serviços, um lar de terceira idade. Para o efeito optou-se por um sistema de ventilação híbrida, com os espaços em que existe grande produção de poluentes e/ou seja recomendado o funcionamento em depressão a serem ventilados mecanicamente e a renovação de ar das restantes zonas do edifício a ser garantida por ventilação natural.

A construção deste sistema implica a alteração da estrutura do edifício, a inclusão de aberturas na sua envolvente e interior (grelhas) e finalmente na utilização de condutas de exaustão e de condutas de insuflação em casos pontuais para instalações sanitárias e algumas salas específicas.

Refere-se a necessidade em utilizar ventilação mecânica em duas zonas particulares, a cozinha e a sala de caldeiras. Se existisse seria também recomendada a ventilação mecânica da garagem.

Para definir os critérios a utilizar na verificação do nível de ventilação de cada espaço do edifício recorreu-se à legislação actualmente em vigor, nomeadamente ao RSECE (Decreto Lei nº 79/2006 de 4 de Abril) e à norma NP 1037-1. A regulamentação anterior impõe caudais mínimos de ar novo que devem ser observados, os quais só é possível garantir em permanência se forem utilizados sistemas mecânicos de ventilação. Por outro lado, caudais de ar novo excessivos causam desconforto e requerem um elevado consumo de energia para aquecimento. Deste modo, considera-se que uma taxa de ventilação de um espaço é aceitável desde que a sua média anual seja igual ou ligeiramente superior ao recomendado pela legislação e que a sua variação ao longo do ano esteja compreendida entre 60% e 140% desse valor.

Para a realização deste trabalho recorreu-se ao programa de simulação denominado CONTAM. Trata-se de um programa muito versátil em termos de simulação da ventilação de edifícios permitindo determinar os caudais de ar novo que passam através das aberturas existentes na envolvente do edifício e a transferência de ar entre salas espaços interiores.

Numa primeira fase procedeu-se à parametrização do edifício em termos do programa CONTAM. Ou seja, efectuou-se a introdução da arquitectura do edifício, a definição e caracterização dos espaços (designados por zonas) a considerar e a especificação das frinchas associadas às janelas e às portas exteriores e interiores.

Numa segunda fase, iniciaram-se as simulações de forma a definir qual a orientação do vento mais favorável e desfavorável para cada uma das zonas. Conhecendo as orientações, iniciou-se a colocação de grelhas de forma a permitir caudais de ar novo aceitáveis nos casos mais favorável e desfavorável.

Após a definição das grelhas, realizou-se a simulação do edifício segundo diversas condições, isto é, para diferentes orientações e velocidades de vento mas também para diferentes temperaturas exteriores e interiores do edifício. Em seguida, processou-se os resultados das simulações, sendo calculados a média e o desvio padrão para cada tipo de zona (quartos, salas & gabinetes, instalações sanitárias e balneários). A média e o desvio padrão foram utilizados na construção de gráficos representativos das renovações de ar novo por zona em função das condições acima referidas. A partir dos gráficos anteriores e dos valores que lhe deram origem foi possível analisar a eficiência do sistema de ventilação proposto e tirar conclusões sobre as melhores práticas a utilizar para garantir que um edifício tenha uma renovação de ar eficaz sem grandes consumos energéticos.

**Palavras-chave:** Ventilação Natural; Ventilação híbrida; Qualidade do ar interior; Simulação de processos de ventilação.

## **Abstract**

This work is about the project of a low-energy consumption ventilation system able to guarantee the quality of air inside a service building, more specifically, a Rest Home. To the effect, it was chosen a hybrid ventilation system, with the areas with high production of pollutants or where depression effectiveness is recommended being mechanically ventilated. As to the other areas, air renovation is being guaranteed by natural ventilation.

The construction of this system implies a change in the building structure, with the inclusion of openings in its envelope and its interior (using vents) and finally with the use of flues and inlet ducts in particular situations in sanitary infrastructures or in specific rooms.

The need to use mechanic ventilation in two specific areas is also mentioned: the kitchen and the boiler room. If there was a garage, this type of ventilation would also be advised.

In order to define the criteria for the levels of ventilation in each area of the building, current legislation was used, mainly the RSECE (Decreto Lei nº 79/2006 de 4 de Abril) and the norm NP 1037-1. These regulations imply minimum air flows of fresh air, which could only be guaranteed in permanence with the use of mechanic ventilation systems. Besides that, excessive fresh air flows cause uneasiness and require high energy consumption for heating. Therefore, the level of ventilation of a certain area is acceptable if its annual average is equal or slightly higher than what is recommended by legislation, being its variation throughout the year between 60% and 140% of that value.

For the project it was used a simulation software called CONTAM. It's a very flexible program in terms of simulating buildings' ventilations, enabling the determination of fresh air flows that pass through the openings of the envelope and the air transfer in the inside areas.

In the first phase of the project the building was parameterized by CONTAM. This meant the introduction of the building architecture, the definition and characterization of the areas (called zones) to consider and the specification of the slits associated to the windows and the inside and outside doors.

Next, simulations were initiated in order to define which orientation of the wind is favorable or unfavorable in each zone. Knowing the wind orientation, vents were installed, with the purpose of allowing acceptable fresh air flows in the favorable and unfavorable cases.

After the definition of the vents, another simulation of the building according to several conditions was done, not only for the orientation and speed of the wind but also for the inside and outside temperatures of the building. Next, the simulation results were processed and the average and deviation for each type of zone were calculated (bedrooms, rooms and offices, sanitary installations and shower stalls). The average and deviation were used to make the graphics of the fresh air flows per zone, according to the conditions mentioned before. Considering these graphics and the analysis of their results it was possible to evaluate the efficiency of the suggested ventilation system and draw conclusions about the best choices, in order to guarantee that the building has a efficient renovation of air without an high energy consumption.

Keywords: Wind; Temperature; vent; duct; natural ventilation

## Índice

Resumo.....	i
Abstract .....	iii
Índice.....	v
Lista de Figuras .....	vii
Lista de Tabelas.....	viii
Capítulo I – Introdução .....	1
I.1. Enquadramento .....	1
I.2. Objectivos .....	2
I.3. Revisão bibliográfica .....	3
Capítulo II – Mecanismos da ventilação natural.....	5
II.1. Efeito do Vento.....	5
II.2. Efeito de Chaminé .....	7
II.2. Efeito Combinado do Vento e de Chaminé.....	8
Capítulo III – Parametrização e Simulação com o CONTAM .....	11
III.1. Edifício e sua Envolvente Urbana.....	11
III.1.1. Descrição do edifício por Pisos.....	11
III.1.2. Análise do Edifício.....	14
III.1.3. Modificação da arquitectura do edifício .....	15
III.2. Simulação com o programa CONTAM .....	16
III.2.1. Estrutura de funcionamento .....	16
III.2.2. Representação do edifício no “Sketchpad” .....	17
III.2.3. Lei da Potência.....	17
III.2.4. Condições nas Fachadas Exteriores .....	18
III.2.5. Simulação .....	20

III.3. Condições Meteorológicas .....	21
III.4. Definição das Áreas das Aberturas de Passagem de Ar.....	22
III.5. Ventilação dos Espaços com Características Particulares .....	25
Capítulo IV – Análise da Ventilação do Edifício.....	28
IV.1. Taxas de Ventilação Recomendadas para cada Espaço.....	28
IV.2. Análise para as Condições Climatológicas mais Prováveis.....	28
IV.2.1. Edifício sem grelhas de ventilação .....	28
IV.2.2. Edifício com grelhas de ventilação .....	29
IV.3. Influência da direcção do Vento .....	32
IV.4. Influência da Velocidade do Vento.....	36
IV.5. Influência da Diferença de Temperatura entre o Exterior e o Interior.....	38
Capítulo V – Conclusões.....	44
Referências.....	47
ANEXOS.....	49
ANEXO A – Representação do Edifício Original .....	50
ANEXO B – Representação do Edifício Modificado .....	57
ANEXO C – Descrição de Portas e Janelas .....	60
ANEXO D – Descrição de Pisos.....	62
ANEXO E – Análise de Caudais .....	66
ANEXO F – Localização de Grelhas .....	75

## Lista de Figuras

Figura 1 - Fluxo Padrão do vento em redor de um Edifício (retirado de [11] )	5
Figura 2 – Gradientes de pressão provocados pelo efeito do vento a barlavento e sotavento de uma fachada (retirado de [12]).	6
Figura 3- Gradientes de Pressão provocados pelo efeito de chaminé no interior e exterior do edifício (retirado de [12])	8
Figura 4 - Gradiente de Pressão provocado pelo efeito combinado do vento e do efeito de chaminé (retirado de [12] )	9
Figura 5 - Desenho da cave no "Sketchpad" do CONTAM.	12
Figura 6 - Desenho do Rés-do-Chão no "Sketchpad" do CONTAM.	13
Figura 7 - Desenho do Piso Superior no "Sketchpad" do CONTAM.	14
Figura 8 - Definição do caudal de ar através de uma abertura.	17
Figura 9 - Perfis de Vento	19
Figura 10 - Simulação da incidência do Vento com um ângulo de 45° no edifício no Programa Easy CFD	19
Figura 11 - Representação de escoamentos e diferenças de Pressão no edifício	20
Figura 12 - Definição de Condições Climáticas no CONTAM	21
Figura 13 - Gráfico com Dados do Vento	22
Figura 14 – Caudais Médios de Ar Novo num Quarto	33
Figura 15 – Caudais Médios de Ar Novo para uma Sala ou Gabinete	34
Figura 16 - Caudais Médios de Ar Novo em Instalações Sanitárias Simples	34
Figura 17 - Caudais Médios de Ar novo em Instalações Sanitárias com Duche	35
Figura 18 – Caudais Médios de Ar Novo num Quarto	36
Figura 19 – Caudais Médios de Ar Novo numa Sala ou Gabinete	37
Figura 20 - Caudais Médios de Ar novo em Instalações Sanitárias Simples	37
Figura 21 – Caudais Médios de Ar Novo para uma Inst. Sanitária c/ Duche	38
Figura 22 – Caudais Médios de Ar novo para um Quarto	40
Figura 23 - Caudais Médios de Ar Novo em Salas & Gabinetes.	41
Figura 24 – Caudais Médios de Ar Novo numa Instalação Sanitária Simples	42
Figura 25 - Caudais de Ar Novo Instalações Sanitárias c/Duche	43

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Área de Grelhas por Ocupante num Quarto.....	30
Tabela 2 - Área de Grelhas por Ocupante - Sala ou Gabinete .....	30
Tabela 3 – Área de Grelhas por m <sup>2</sup> de Pavimento - I.Sanitária C/ Duche .....	30
Tabela 4 – Área de Grelhas por m <sup>2</sup> de Pavimento - I. Sanitária Simples .....	30
Tabela 5 – Área de Grelhas por m <sup>2</sup> de Pavimento - Circulações .....	31
Tabela 6- Taxas de Ar Novo num Quarto nas condições climatológicas mais prováveis .....	31
Tabela 7 – Taxas de Ar Novo numa Sala ou Gabinete nas condições climatológicas mais prováveis .....	32
Tabela 8 – Taxas de Ar Novo numa Instalação Sanitária Simples nas condições climatológicas mais prováveis .....	32
Tabela 9 - Taxas de Ar novo numa Instalação Sanitária C/ Duches nas condições climatológicas mais prováveis .....	32

# **Capítulo I – Introdução**

## **I.1. Enquadramento**

Nos últimos anos, houve um aumento crescente de preocupação e exigência da sociedade relativamente à qualidade de ar no interior dos edifícios e à eficiência energética. Essas preocupações baseiam-se em diversos factores, entre os quais podemos destacar a saúde pública, o conforto e a limitação de recursos energéticos. Para dar resposta a estes problemas, foram tomadas medidas com o intuito de salvaguardar as necessidades de conforto sem recurso a consumos excessivos e desnecessários de energia.

No dia 24 de Abril 2006 foi dado um passo importante, sendo publicados em Diário da República três diplomas, entre os quais, o RSECE (D.L. nº79/2006) [1] , que transpõem parcialmente para a ordem jurídica nacional a Directiva nº 2002/91/CE [2] do Parlamento Europeu relativa ao desempenho energético dos edifícios.

O RSECE define um conjunto de requisitos aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação, os quais, para além dos aspectos da qualidade da envolvente e da limitação de consumos energéticos, abrangem também a eficiência e manutenção dos sistemas de climatização, obrigando igualmente à realização de auditorias periódicas aos edifícios de serviços. Neste regulamento, a qualidade do ar interior surge também com requisitos que abrangem as taxas de renovação de ar.

Actualmente, para cumprir os requisitos de renovação de ar do RSECE, recorre-se a ventilação mecânica através de um sistema constituído por uma UTA (Unidade de Tratamento de Ar) responsável pela insuflação, sendo a extracção do ar interior realizada por ventiladores, grelhas ou boquilhas, etc. De modo a diminuir ao máximo as dimensões das condutas, os Projectistas estão a preferir o funcionamento com 100% de ar novo, recorrendo a UTA's de 100% de ar novo (UTAN's) e a permutadores para recuperação do calor disponível nos caudais de ar de rejeição.

Recorrendo à ventilação mecânica é possível garantir em qualquer circunstância que os caudais de exigidos pela legislação em vigor, como sejam o RSECE [1], a norma NP

1037-1 [3], o SCIE [4] (DL 220/2008 e Portaria 1532/2008), etc. são introduzidos e/ou retirados dos espaços interiores. No entanto, sistemas de ventilação mecânica têm elevados custos de aquisição, de manutenção e fundamentalmente custos com os seus elevados consumos energéticos.

A ventilação natural poderá surgir como alternativa por ser um processo menos dispendioso. No entanto, é necessário perceber a “dependência” da ventilação natural relativamente a factores tais que a localização do edifício, forma do edifício, orientação das fachadas, exposição do edifício ao vento ou temperaturas registadas no local. No entanto existem espaços em que não é possível garantir a qualidade do ar interior sem recorrer à ventilação mecânica, nomeadamente as zonas do edifício com forte produção de poluentes e/ou contaminantes, para as quais é recomendado um funcionamento em depressão. Deste modo, a ventilação híbrida apresenta-se como a alternativa mais interessante, garantindo o funcionamento em depressão dos espaços ditos “sujos” através de ventilação mecânica e assegurando a renovação do ar dos espaços conhecidos como “limpos” através de ventilação natural.

## **I.2. Objectivos**

Pretende-se neste trabalho projectar um sistema de ventilação híbrido de baixo consumo energético mas capaz de garantir a qualidade do ar no interior de um lar de terceira idade.

A construção deste sistema implica fazer alterações à arquitectura inicialmente proposta para o edifício, a inclusão de aberturas na sua envolvente e entre espaços interiores e, também, a utilização de condutas de exaustão e, em casos pontuais, de insuflação.

Este sistema é projectado para permitir uma taxa de ventilação aceitável para os vários espaços do edifício. Para definir os critérios a utilizar na verificação do nível de ventilação de cada espaço recorreu-se à legislação actualmente em vigor, nomeadamente ao RSECE (quartos, gabinetes, salas de estar, sala de refeições e circulações interiores), à norma NP 1037-1 [3] (instalações sanitárias) e à norma EN 13779:2006 [5] (cozinha). Considera-se uma taxa de ventilação de uma zona é aceitável

desde que a sua média anual seja igual ou ligeiramente superior ao recomendado pela legislação e que a sua variação ao longo do ano esteja compreendida entre 60% e 140% desse valor.

### **I.3. Revisão bibliográfica**

No âmbito da realização deste trabalho recorreu-se a bibliografia relacionada com ventilação natural e com ventilação híbrida. Embora nem todos os artigos consultados estivessem directamente relacionados com o tema, todos foram de grande utilidade para a compreensão dos diferentes mecanismos associados a estes dois tipos de ventilação.

Um dos estudos relacionados com a taxa de renovação de ar foi realizado por Delgado [6] O objectivo do estudo consistia na determinação da taxa de renovação de ar numa sala para três casos diferentes recorrendo a equipamento de CO<sub>2</sub>, sendo esses valores posteriormente comparados com valores calculados através de uma expressão para cada caso, determinando-se dessa forma a taxa de renovação de ar.

Viegas, Matos e Pinto realizaram um estudo apoiado pela FCT e financiado pela FEDER, para avaliar o impacto da Norma NP 1037-1 [2002] sobre o desempenho da ventilação natural em edifícios. O estudo realizou-se num apartamento situado no segundo andar de um edifício de três andares em Matosinhos. Verificou-se que durante o inverno, e na ausência de sistemas de ventilação, a temperatura no interior do edifício era baixa aproximando-se da temperatura exterior, provocando desconforto térmico. A temperatura baixa no interior do edifício inviabilizou a ventilação por efeito de chaminé sendo a ventilação por efeito de vento o principal mecanismo de ventilação.

Um estudo realizado por Haves, Graça e Linden [8] demonstrou a utilidade da simulação logo na fase de projecto dos grandes edifícios, sendo possível graças a um programa como o *EnergyPlus* avaliar diferentes estratégias de ventilação, escolhendo a mais adequada. O estudo foi efectuado sobre um edifício federal em San Francisco nos EUA, concluindo-se que para o edifício em questão a ventilação impulsionada pelo vento é mais eficaz do que o efeito de chaminé.

Analisaram-se alguns artigos relacionados com ventilação híbrida entre os quais se destaca o trabalho conjunto de Brohus, Frier e Heiselberg [9]. Este trabalho consistiu na avaliação do desempenho da ventilação híbrida, na sede da Bang & Olufsen, através de um programa de Monitorização. Esse programa que foi estabelecido durante dezoito meses, permitindo investigar a qualidade do ar, o conforto térmico e o consumo de energia do edifício associados à ventilação híbrida, obtendo resultados satisfatórios.

Para além dos citados anteriormente existem outros trabalhos sobre ventilação natural e/ou ventilação híbrida. Não se citam por não estarem directamente relacionados com os objectivos do presente estudo ou por usarem uma metodologia de análise diferente.

## Capítulo II – Mecanismos da ventilação natural

As frinchas e aberturas de um edifício são essenciais na ventilação natural. A ventilação ocorre através destas devido ao diferencial de pressões entre o ar exterior e o ar no interior do edifício. No entanto e como demonstrarei no desenvolvimento deste trabalho não são suficientes para garantir uma adequada qualidade do ar interior.

O diferencial de pressões que ocorre entre dois espaços interiores ou entre um espaço interior e o ambiente exterior tem como origem dois tipos de mecanismos diferentes, mas interligados: incidência do vento na envolvente e efeito de chaminé [10] .

### II.1. Efeito do Vento

O vento ao incidir sobre um edifício provoca uma sobrepressão sobre a fachada a barlavento e uma depressão na fachada a sotavento onde existe uma zona de recirculação.

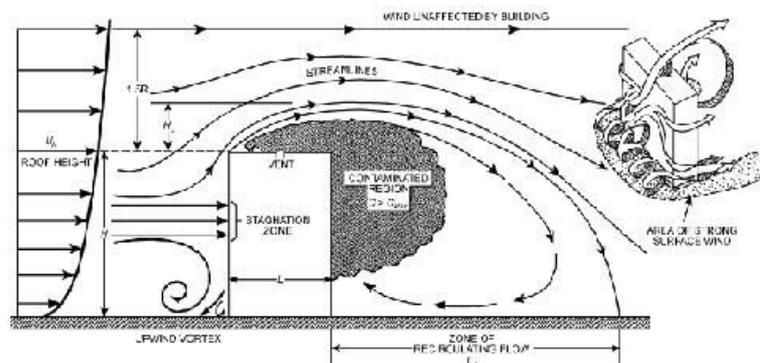


Figura 1 - Fluxo Padrão do vento em redor de um Edifício (retirado de [11] )

A pressão exercida pelo vento sobre a envolvente do edifício e respectivas aberturas é representada pela equação de Bernouilli, assumindo que não existe variação de altura no trajecto do vento [12]

$$P_w = C_p \times \rho \times \frac{U^2}{2} \quad (1)$$

Onde,

$P_w$  = Pressão do vento de superfície relativamente à pressão estática do fluxo de ar livre em redor do edifício, pa

$\rho$  = Massa Volúmica do ar, kg/m<sup>3</sup>

$U$  = Velocidade do vento, m/s

$C_p$  = Coeficiente de pressão do vento de superfície, adimensional.

O coeficiente de pressão é um parâmetro determinado em testes realizados em túnel de vento [10], sendo característico da geometria do edifício e da direcção do vento.

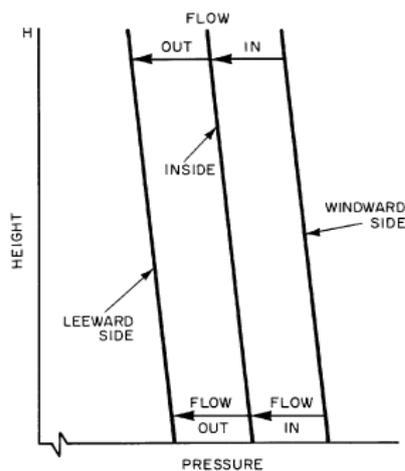


Figura 2 – Gradientes de pressão provocados pelo efeito do vento a barlavento e sotavento de uma fachada (retirado de [12])

Na Figura 2, podemos observar a evolução qualitativa das diferenças de pressão causadas pelo vento e o sentido do escoamento do ar. Nota-se o efeito oposto que o vento provoca a barlavento (caudal de ar escoa do exterior para o interior do edifício) e a sotavento (caudal de ar escoa do interior para o exterior do edifício).

## II.2. Efeito de Chaminé

Numa situação em que não existe vento, o efeito chaminé é o único mecanismo viável para a ventilação natural de um edifício. O efeito de chaminé é originado pela diferença de temperatura e consequentemente pela diferença de massa volúmica entre o ar exterior e o ar interior de um edifício. A diferença de massa volúmica produz então gradientes de pressão com declives diferentes na parte exterior e interior do edifício [13].

Conforme o exposto na literatura [12], a diferença de pressão devido à temperatura pode ser representada por:

$$\Delta P = \rho_o \times \frac{(T_o - T_i)}{T_i} \times g \times (H_{NPL} - H) \quad (2)$$

Onde,

$\rho_o$  = Massa Volúmica do ar exterior, kg/m<sup>3</sup>

$T_o$  = Temperatura do ar exterior, K

$T_i$  = Temperatura do ar interior, K

$H_{NPL}$  = Altura do nível neutro, m

$H$  = Altura relativamente ao plano de referência, m

O nível neutro é o local no envelope do edifício onde não existe diferença de pressão entre o interior e o exterior do edifício. O nível neutro depende da distribuição das aberturas na envolvente do edifício e da resistência que estas oferecem ao escoamento do ar. Assim, num edifício com uma abertura relativamente grande comparado com as restantes, o nível neutro situa-se perto do centro daquela.

Observando a Figura 2 e considerando a ausência de outros mecanismos, pode concluir-se que para uma situação em que a temperatura interior é superior à temperatura exterior, qualquer ponto abaixo do nível neutro no interior do edifício, encontrar-se-á numa situação de depressão (ar escoado do exterior para o interior do

edifício), enquanto qualquer ponto acima desse nível se encontra em sobrepressão (escoamento do ar do interior do edifício para o exterior).

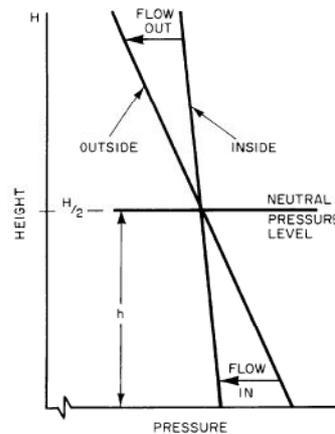


Figura 3- Gradientes de Pressão provocados pelo efeito de chaminé no interior e exterior do edifício (retirado de [12])

## II.2. Efeito Combinado do Vento e de Chaminé

O efeito de chaminé e o efeito do vento não actuam independentemente, mas em simultâneo, pelo que o caudal resultante não pode ser obtido simplesmente por adição de caudais que resultariam de cada um dos mecanismos isoladamente [10]. Será necessário adicionar as diferenças de pressão associadas a ambos os mecanismos e em seguida determinar o caudal associado a essa diferença de pressão total.

Conforme o exposto na literatura [12] e considerando a temperatura no interior do edifício uniforme, a diferença de pressão total através de uma abertura, pode ser calculada em função de um parâmetro de vento de referência  $P_u$ , e de um parâmetro de efeito de chaminé  $P_T$  igual para a todas as aberturas:

$$P_u = \rho_o \times \frac{U_H^2}{2} \quad (3)$$

$$P_T = g \times \rho_o \times \left( \frac{T_o - T_i}{T_i} \right) \quad (4)$$

Onde,

$U_H$  = Velocidade de aproximação do vento à altura da fachada a barlavento, m/s

A diferença de pressão através de cada abertura é dada então por:

$$\Delta P = s^2 \times C_p \times P_U + H \times P_T + \Delta P_I \quad (5)$$

Onde,

$s$  = Factor de Shelter, adimensional

$\Delta P_I$  = Diferença de pressão resultante da presença de sistemas de ventilação mecânica, pa

Os parâmetros do vento de referência e do efeito de chaminé estão associados a todas as aberturas, sendo no entanto necessário valores apropriados de Coeficiente de Pressão ( $C_p$ ), factor de Shelter ( $s$ ) e altura ( $H$ ) para cada uma das aberturas.

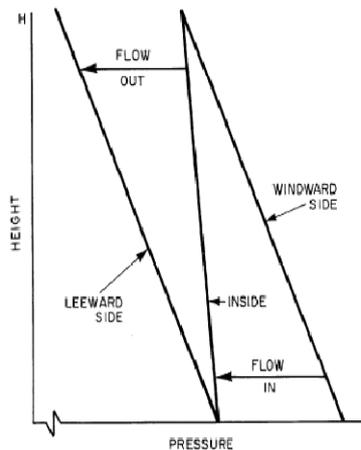


Figura 4 - Gradiente de Pressão provocado pelo efeito combinado do vento e do efeito de chaminé (retirado de [12])

Este gráfico tal como o anterior demonstra uma evolução qualitativa dos gradientes de pressão, para uma importância relativa igual para os dois mecanismos.

Pode-se verificar a partir do gráfico acima que a diferença de pressão na altura máxima da fachada a barlavento e na altura mínima da fachada a sotavento é nula. Essa situação ocorre porque em ambos os casos os mecanismos anulam-se.

A situação oposta ocorre na altura mínima da fachada a barlavento e na altura máxima da fachada a sotavento, em que os dois mecanismos geram escoamentos no mesmo sentido.

A importância relativa de cada um dos mecanismos, depende de vários factores, tais que a altura do edifício, a localização do edifício, a tipologia do terreno e a “protecção” a que o edifício está sujeito (presença de obstáculos tais que árvores ou edifícios vizinhos). O efeito do vento tem uma importância superior ao efeito de chaminé quando edifício está sujeito a uma elevada exposição ao vento, enquanto o efeito de chaminé ganha importância em edifícios de elevada altura.

## **Capítulo III – Parametrização e Simulação com o CONTAM**

### **III.1. Edifício e sua Envolvente Urbana.**

O Lar de Idosos, cujo sistema de ventilação foi projectado, situa-se nos arredores de Coimbra, Zona Climática de Inverno II e Verão VI [14]. O edifício situa-se numa zona suburbana, onde existe nomeadamente a Sudeste uma colina que surge como um obstáculo ao vento a ser considerado. Nas restantes orientações, não existem obstáculos naturais ou construções relevantes que façam obstrução ao vento nas redondezas.

O edifício, constituído por três pisos, possui uma cave cujas fachadas se encontram enterradas, sendo excepção a fachada a Noroeste e uma parte da fachada a Nordeste. O edifício situa-se a uma altitude de 152 metros, apresentando um formato em L e estando servido a Nordeste por um estacionamento exclusivo a funcionários e por uma zona de cargas e descargas, a Sudeste por um estacionamento para visitantes e a Sudoeste por uma estrada de acesso a Coimbra. A Noroeste, para onde está orientada a fachada principal, não existe nenhuma construção relevante.

Apresenta-se no Anexo A a arquitectura inicialmente proposta para o edifício, a qual houve necessidade de efectuar alterações, fundamentalmente da sua divisão interna, para permitir ventilar adequadamente a maioria dos espaços do edifício por ventilação natural.

#### **III.1.1. Descrição do edifício por Pisos**

##### Piso (-1) - Cave

O Piso (-1) é constituído exclusivamente por zonas técnicas. Neste piso, situam-se uma sala de roupa suja, uma sala de roupa limpa, um expediente, uma arrecadação e uma zona de caldeiras.

Neste piso, a zona de caldeiras será o único espaço a ser ventilado, visto estar abrangida pela norma NP 1037-1. [3] Os outros espaços são do tipo área de

armazenamento, mas não se encontram abrangidos pelo RSECE [1] por este abranger somente este tipo de espaços para edifícios comerciais.

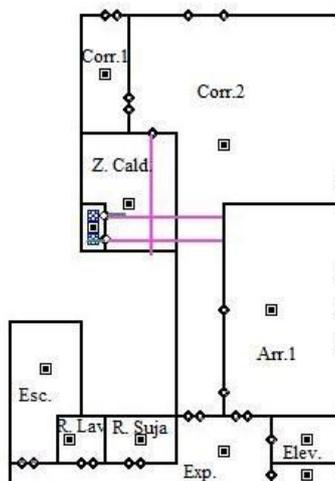


Figura 5 - Desenho da cave no "Sketchpad" do CONTAM

### Piso 0 – Rés-do-chão

O piso 0 possui uma área de quartos constituída por nove quartos com casa de banho completa, uma sala de estar, uma instalação sanitária (com duche de grande dimensão) e uma sala de sujios.

Para além da área residencial acima referida, existe uma área de serviços onde se destaca a cozinha e a sala de refeições. A cozinha será ventilada por uma hotte compensada, criando uma situação de depressão nesta e evitando por consequente a transferência de odores da cozinha para as zonas adjacentes.

Neste piso existem também uma área de saúde composta por um gabinete médico com respectiva instalação sanitária e uma área dedicada ao pessoal onde se inclui quatro balneários, duas instalações sanitárias e uma sala de convívio.

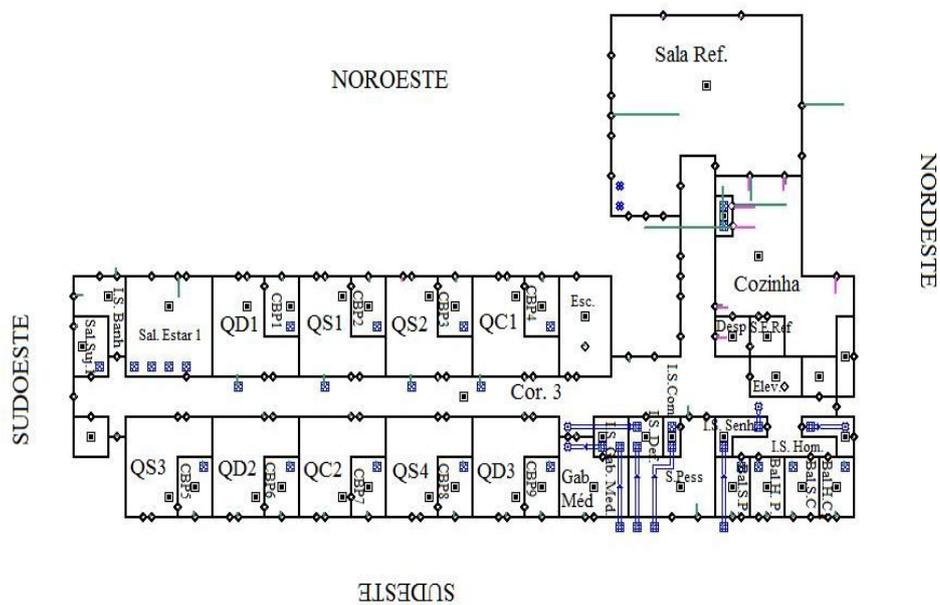


Figura 6 - Desenho do Rés-do-Chão no "Sketchpad" do CONTAM

### Piso 1 – Piso superior

O piso 1 possui uma área de quartos idêntica em tudo à área de quartos do piso 0. A área de direcção e administração situa-se neste piso, sendo constituída por dois gabinetes, uma sala de reunião e uma casa de banho.

Para além das áreas referidas acima, existe uma área de convívio e actividades de dimensão semelhante à sala de restauração, uma área comum constituída por três instalações sanitárias e duas arrecadações que, sendo áreas de armazenamento, não necessitam de ser ventiladas.

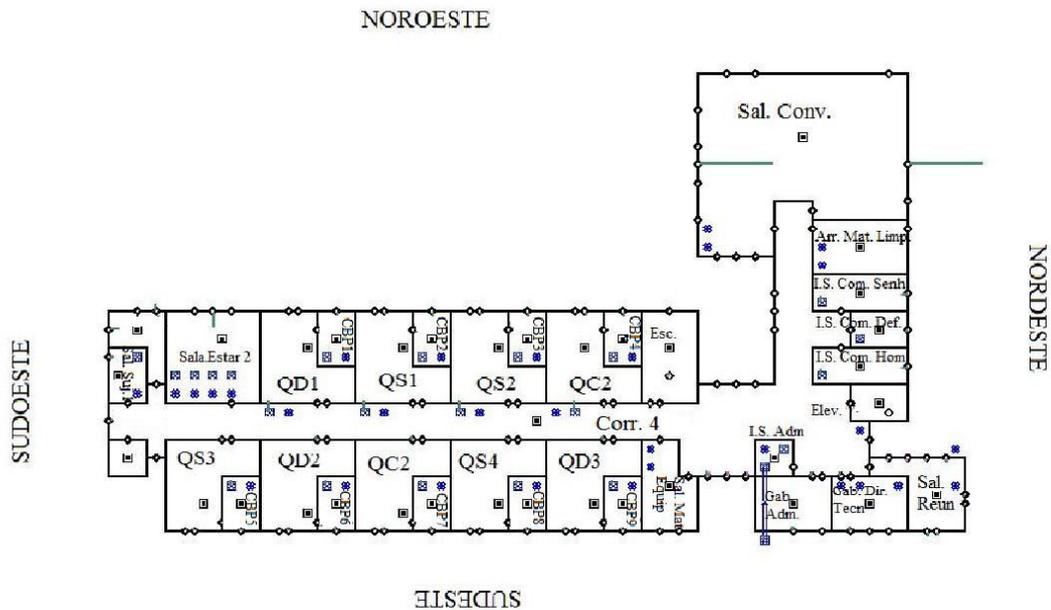


Figura 7 - Desenho do Piso Superior no “Sketchpad” CONTAM

### Simplificações

Este edifício tem uma determinada complexidade, sendo necessário efectuar algumas simplificações para efeitos de simulação com o programa CONTAM.

Neste edifício, a copa e a cozinha não se encontram separadas fisicamente, sendo então consideradas como uma única sala.

No caso dos balneários e instalações sanitárias, as portas interiores são desprezadas já que as frinchas são de grandes dimensões, considerando-se então estas divisões como um todo.

### **III.1.2. Análise do Edifício**

Numa primeira fase procedeu-se à análise do edifício. Para levar em consideração o tipo de ventilação recomendada agrupou-se a totalidade dos espaços em três categorias diferentes: “Espaços ventilados naturalmente sem requisitos de caudal de ar novo”, “

Espaços ventilados naturalmente com requisitos de caudal de ar novo” e “Espaços ventilados mecanicamente”.

Segundo a legislação em vigor, os armazéns do presente edifício devem ser ventilados para evitar bolores, etc. No entanto não existe qualquer exigência relativa a valores mínimos de caudal de ar novo a insuflar ou de caudal de extracção. Ou seja são “Espaços ventilados naturalmente sem requisitos de caudal de ar novo”. Como tal, os armazéns, com excepção da Sala de Equipamentos de Refrigeração situada no piso 0, serão ventilados naturalmente com entradas e saídas de ar através das frestas de portas e janelas. Embora contabilizados a nível de cálculo, os caudais de ar transferidos de e para estes espaços não será analisado neste trabalho.

Consideraram-se dois “Espaços ventilados mecanicamente” (Cozinha no piso 0 e Sala de Caldeiras no piso -1) já que é necessário efectuar a exaustão de produtos de combustão de gás, de partículas de gordura suspensas no ar, etc. nestes locais. Os sistemas de ventilação a preconizar terão de garantir valores mínimos de caudal de ar e funcionamento em depressão em relação aos restantes espaços.

É possível ventilar os restantes espaços por ventilação natural. No entanto, pelas suas características é necessário garantir valores mínimos para as taxas de renovação de ar. Ou seja, são “Espaços ventilados naturalmente com requisitos de caudal de ar novo”.

Esta divisão dos espaços será útil na definição de componentes de ventilação que será realizada posteriormente.

### **III.1.3. Modificação da arquitectura do edifício**

Nas situações em que a temperatura do ar exterior é mais elevada do que a do ar interior existe uma grande tendência para a existência de inversão do sentido da circulação de ar. Ou seja, nestas situações o ar tem tendência a entrar pelas aberturas a maior cota e a abandonar o espaço pelas de menor. Esta inversão de fluxo é indesejável, já que provoca a contaminação dos compartimentos principais com poluentes e odores vindos dos compartimentos de serviço (IS e outros).

Para evitar a contaminação de espaços através do fenómeno anterior optou-se por um esquema de ventilação alternativo, onde a ventilação dos compartimentos principais é efectuada separadamente dos compartimentos de serviço.

Foi necessário alterar a arquitectura do edifício, e mais particularmente dos quartos, para respeitar o esquema de ventilação escolhido. Recorreu-se a condutas de insuflação quando não era possível a alteração da arquitectura. Apresenta-se no Anexo B a arquitectura do edifício após as alterações efectuadas. É de realçar que estas alterações estão relacionadas fundamentalmente com a localização das IS (instalações sanitárias), as quais foram “encostadas” às fachadas exteriores do edifício.

### **III.2. Simulação com o programa CONTAM**

A simulação é efectuada através de equações integrais da continuidade e da conservação de energia. Mais propriamente, o programa recorre a equações que garantem a conservação de massa e à equação de Bernoulli de forma a calcular o caudal de ar que passa através de componentes tais que as grelhas ou através das frinchas.

#### **III.2.1. Estrutura de funcionamento**

Segundo **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, para analisar os caudais através do CONTAM é necessário realizar cinco tarefas:

1. Idealização do edifício
2. Representação do “Sketchpad”
3. Entrada de Dados
4. Simulação
5. Estudo dos Resultados

### III.2.2. Representação do edifício no “Sketchpad”

Numa primeira fase desenhou-se o edifício no “Sketchpad”, tendo em conta as modificações. O desenho é na realidade um esboço, já que é aconselhado ser o mais simples possível. Em seguida, definiu-se cada uma das zonas atribuindo um nome, a área medida (ANEXO D), e a temperatura.

Após a definição das zonas iniciou-se a introdução de componentes do edifício (portas, janelas, envidraçados).

### III.2.3. Lei da Potência

Os componentes dos edifícios (portas, janelas) e os componentes utilizados para a ventilação natural no edifício (grelhas) são definidos no CONTAM através das áreas de passagem a eles associados. O CONTAM “ utiliza” essas áreas de passagem para calcular os fluxos de ar através das zonas.

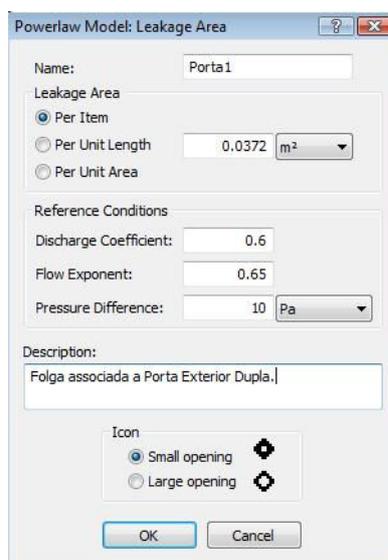


Figura 8 - Definição do caudal de ar através de uma abertura

O cálculo de caudais através de aberturas e infiltrações associadas às componentes acima referidas baseia-se numa variante da lei empírica de potência[12]:

$$Q = C_d \times A \times \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \quad (6)$$

Onde,

$Q$  = Caudal Volúmico, m<sup>3</sup>/s

$C_d$  = Coeficiente de Descarga, adimensional

$A$  = Área de secção da abertura, m<sup>2</sup>

$\Delta P$  = Diferença de pressão através da abertura, pa

$\rho$  = Massa volúmica do ar, kg/m<sup>3</sup>

### **III.2.4. Condições nas Fachadas Exteriores**

#### Coeficientes de pressão

O vento ao incidir no edifício, provoca pressões diferentes nas fachadas do edifício e por consequente, em componentes tais que as grelhas, as janelas e as portas exteriores.

O CONTAM permite definir o coeficiente de pressão para cada parede através de um perfil de pressão dependente do ângulo de incidência do vento sobre as fachadas.

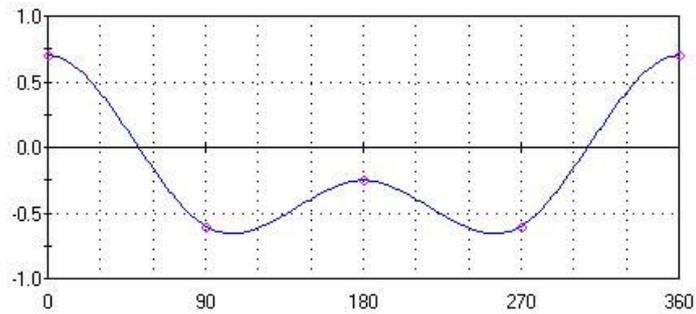


Figura 9 - Perfis de Vento

Os valores necessários para definir este perfil foram obtidos em [16] após a determinação de várias relações geométricas dos edifícios. Na Figura 9 o ângulo 0 representa o lado de incidência do vento.

### Zonas de Recirculação

Como se pode observar na Figura 1, o vento provoca zonas de recirculação junto às fachadas a sotavento, fazendo com que os espaços adjacentes a essa fachada se encontrem em depressão relativamente ao exterior.

Recorreu-se então ao programa Easy CFD fornecido pelo Professor Doutor António Gameiro para determinar zonas de recirculação em situações mais complexas [17].

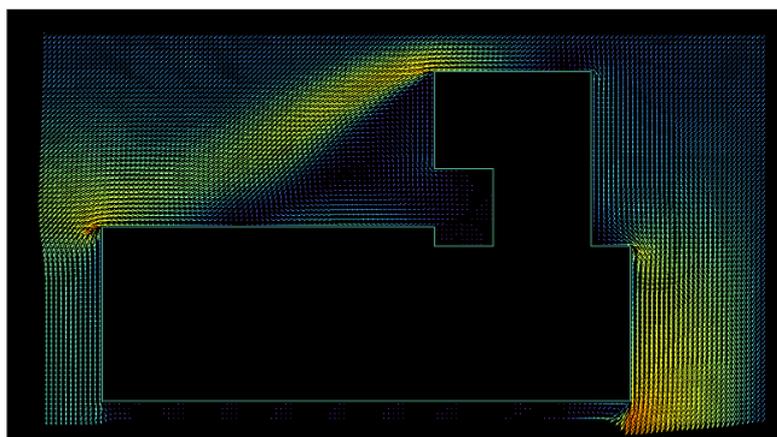


Figura 10 - Simulação da incidência do Vento com um ângulo de 45° no edifício no Programa Easy CFD

### III.2.5. Simulação

Conforme referido em [15], a simulação no CONTAM é a forma de resolver o sistema de equações montado a partir da representação do edifício no “Sketchpad” de forma a prever os caudais de ar transferidos e as concentrações de contaminantes

Este passo envolve a determinação do tipo de análise, sendo possível escolher entre: “Steady State”, “Transient” ou “Cyclical”.

Neste caso escolheu-se o tipo de análise “Steady State”, que mantém a temperatura ambiente, a pressão barométrica, a velocidade e orientação do vento constantes durante a simulação.

Depois de efectuada a simulação, o CONTAM fornece-nos o valor de caudais transferidos entre zonas em [kg/h] ou [kg/s] e a diferença de pressão através das aberturas.

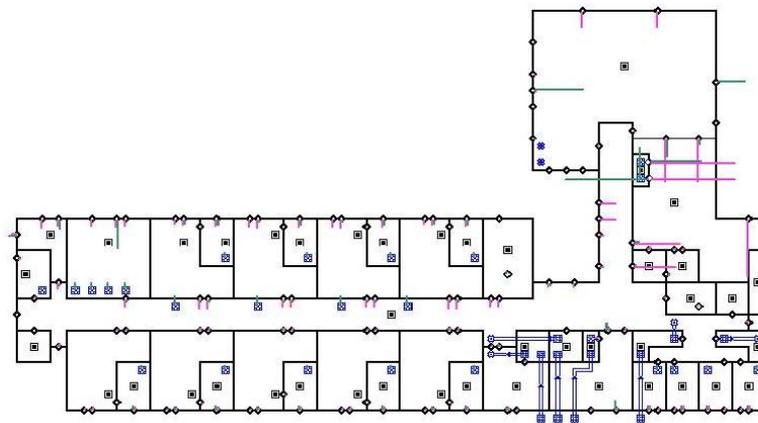


Figura 11 - Representação de escoamentos e diferenças de Pressão no edifício

As linhas verdes acima representam o sentido e a proporção do fluxo de ar entre diferentes zonas do edifício enquanto as linhas a rosa representam a variação de pressão através das aberturas. Considerando uma parede exterior, se uma linha verde iniciar

nessa parede e continuar para o interior do edifício significa que existe admissão de ar. Para a mesma parede, se uma linha rosa iniciar nessa parede e continuar para o interior, significa que o interior do edifício está em depressão relativamente ao exterior. Pode-se referir que para a mesma abertura, as linhas de caudal e pressão têm o mesmo sentido.

### III.3. Condições Meteorológicas

No CONTAM, também é necessário também necessário definir as condições ambientais exteriores, sendo necessário identificar a localização do edifício em termos de latitude e longitude, a temperatura exterior, a pressão, a humidade relativa, e finalmente a velocidade e orientação do vento.

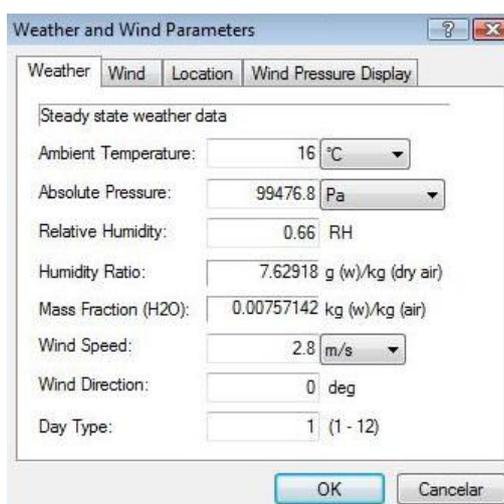


Figura 12 - Definição de Condições Climáticas no CONTAM

Como o edifício está localizado em Coimbra considerou-se na simulação as características climatológicas disponibilizadas pelo Instituto de Meteorologia de Portugal.

Verifica-se que em Coimbra a temperatura média anual corresponde a 16°C, sendo a temperatura média de Inverno e Verão respectivamente de 13 °C e 20°C [18]. Os dados fornecidos pelo Instituto de Meteorologia de Portugal, mostram que as temperaturas máximas e mínimas de Inverno são respectivamente de 20°C e -5°C, enquanto no Verão a temperatura varia entre 42°C e 5°C.

Através da Figura 9, pode-se observar que o vento sopra com maior frequência de Noroeste a uma velocidade e que a velocidade média anual é de 2,8 m/s e que, salvos situações pontuais, varia entre 2,2 m/s e 4,2 m/s.

Como foi observado anteriormente, o vento sopra predominantemente de Noroeste, o que será muito importante para as simulações, já que a fachada principal do edifício está orientada para essa direcção, estando todas as outras fachadas orientadas para direcções menos favoráveis, estando as fachadas de menores dimensões orientadas a Nordeste e Sudoeste, enquanto a fachada oposta, à frente da qual existe um obstáculo natural, está orientada a Sudeste.

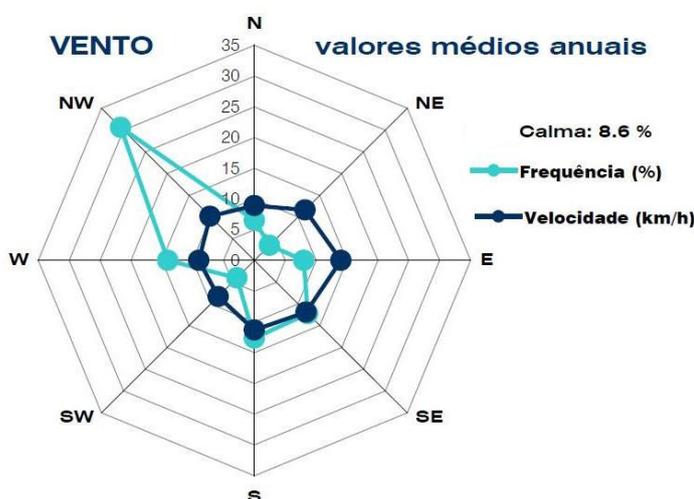


Figura 13 - Gráfico com Dados do Vento

### III.4. Definição das Áreas das Aberturas de Passagem de Ar

No âmbito da simulação e para efeitos de simplificação considera-se as paredes interiores, exteriores e o tecto estanques. Pretende-se neste trabalho simular a ventilação do edifício para a situação mais desfavorável, isto é, considerando as portas e janelas fechadas. Sendo assim, as únicas aberturas que beneficiam a ventilação no edifício são as portas, janelas e grelhas.

### III.4.1. Frestas de portas e janelas

O cálculo das áreas de passagem realiza-se através da seguinte equação:

$$A_p = l_p \times P \quad (7)$$

Onde,

$l_p$  = Largura de passagem, m/m.Linear

$P$  = Perímetro de porta ou janela, m

Considerou-se uma largura de passagem média para as portas de 3 mm após diversas observações. Apresenta-se no Anexo C as correspondentes áreas de passagem relativas às frestas das portas e janelas.

As caixilharias das janelas e envidraçados neste edifício são de PVC, e após a consulta de várias empresas especializadas, considerou-se uma largura de passagem por metro linear de 0,30 mm por metro linear.

-se uma largura de passagem por metro linear de 0,30 mm por metro linear.

### III.4.2. Grelhas de ventilação

Para definir as áreas de passagem das grelhas, recorreu-se a um catálogo de uma empresa especializada na área de ventilação. Desse catálogo retiraram-se áreas efectivas das grelhas.

O posicionamento das grelhas tem importância, sendo usual colocar-se as grelhas de admissão e de transferência a 20 cm do chão enquanto as grelhas de extracção são colocadas a 20 cm do tecto.

### III.4.3. Conduitas de ventilação

As conduitas são utilizadas para realizar a exaustão e, em casos pontuais, a insuflação de algumas zonas.

A maior parte dos modelos de conduitas baseia-se na relação Darcy-Colebrook, composta pela equação de Darcy [12]:

$$\Delta p_f = \frac{1000 \times f \times L}{D_h} \times \rho \times \frac{V^2}{2} \quad (8)$$

$\Delta p_f$  = Queda de pressão ao longo do comprimento do tubo devido à fricção, pa

$f$  = Factor de fricção, adimensional

$D_h$  = Diâmetro hidráulico, mm

$V$  = Velocidade, m/s

A outra equação, designada por equação de Colebrook, é dada por [12]:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3.7 \times D_h} + \frac{2.51}{Re \times \sqrt{f}} \right) \quad (9)$$

Onde,

$\varepsilon$  = Rugosidade da parede da conduita, mm

$Re$  = Número de Reynolds, adimensional

Para as conduitas, considerou-se uma rugosidade de 0,09 mm.

O CONTAM também considera as quedas de pressão locais associadas a perdas dinâmicas que resultam da característica da montagem das conduitas [12]:

$$C = \frac{2 \times \Delta P_L}{\rho V^2} \quad (10)$$

$\Delta P_L$  = Queda de pressão local, pa

Para definir o somatório de perdas locais numa conduta, é necessário calcular a perda local em cada uma das zonas da conduta necessárias e somá-las, sendo em seguida introduzido o valor no CONTAM

Conforme o exposto na literatura [16], a abertura exterior das condutas de exaustão de ar em telhados de inclinação igual ou superior a 15°, deve situar-se 0,5 m acima, pelo menos, do plano horizontal tangente a qualquer construção contida numa superfície de raio igual a 10 m e eixo coincidente com o eixo da abertura. Refere-se ainda a colocação de chapéus de protecção, para evitar a entrada de chuva pela abertura.

### **III.5. Ventilação dos Espaços com Características Particulares**

De forma a minimizar o consumo energético do edifício a ventilação dos espaços com requisitos de qualidade do ar interior será feita recorrendo a ventilação natural. No entanto existem dois espaços em que existe a probabilidade de geração de contaminantes do ar interior, a Cozinha e a Sala técnica na Cave. Para garantir que os poluentes produzidos nestes dois espaços não migram para os restantes é necessário garantir que elas irão funcionar em depressão em relação aos restantes. Lamas [19] refere que nestes casos, devem ser garantidas depressões entre 2 e 6 N/m<sup>2</sup> em relação aos espaços vizinhos. Estas depressões só podem ser garantidas recorrendo a sistemas de ventilação mecânica.

### Cozinha

Segundo diversas empresas especializadas na venda e instalação de equipamentos de ventilação, o número mínimo de renovações por hora para cozinhas industriais é de 15 Ren/h. Sabendo que a cozinha tem um volume de 135,36 m<sup>3</sup>:

$$Q = Nr \times V \quad (11)$$

Onde,

$Q$  = Caudal Volúmico de Ar, m<sup>3</sup>/h

$Nr$  = N° de Renovações de ar, ren/h

$V$  = Volume da sala (m<sup>3</sup>)

Com base na equação acima verifica-se que serão então extraídos 1580,4 m<sup>3</sup>/h da cozinha.

Com base na equação acima verifica-se que será necessário extrair um caudal de ar de 1580,4 m<sup>3</sup>/h da cozinha.

De forma a respeitar, os valores de depressão referidos anteriormente, utiliza-se uma hotte compensada, que para além de extrair o ar do interior da sala, insufla ar novo de forma a compensar o ar extraído, evitando a extracção de ar excessiva de outros espaços. Definiu-se um caudal de insuflação de compensação de cerca de 950 m<sup>3</sup>/h.

### Sala de Caldeiras

Segundo a norma NP 1037-1 [3], o caudal tipo para locais onde estão instaladas caldeiras é calculado por:

$$Q = 5 \times Qn \quad (12)$$

Onde,

$Qn$  = Potência Nominal das Caldeiras (kW)

A potência nominal das caldeiras a instalar na sala técnica, obtém-se recorrendo a valores médio da prática da engenharia para cada tipo de espaços. Obtiveram-se assim 38 kW para a potência da caldeira do sistema de aquecimento e 12 kW para a caldeira de apoio ao sistema de colectores solares para a preparação de AQS, do que resulta uma potência somada ( $Q_n$ ) de 50 kW. Trata-se de um valor aproximado mas com precisão suficiente para a partir dele se determinar o caudal de ventilação da sala de Caldeiras.

Com base nas considerações acima, obteve-se um caudal de 250 m<sup>3</sup>/h para a sala de caldeiras.

A sala de Caldeiras, tal como a cozinha, encontra-se num estado de ligeira depressão relativamente aos espaços adjacentes, sendo necessário um caudal de insuflação de cerca de 220 m<sup>3</sup>/h de forma a cumprir os níveis de depressão recomendados [19].

## **Capítulo IV – Análise da Ventilação do Edifício**

### **IV.1. Taxas de Ventilação Recomendadas para cada Espaço**

Para definir os critérios a utilizar na verificação do nível de ventilação de cada espaço recorreu-se à legislação actualmente em vigor, nomeadamente ao RSECE (quartos, gabinetes, salas de estar, sala de refeições e circulações interiores), à norma NP 1037-1 [3] (instalações sanitárias) e à norma EN 13779:2006 [5] (cozinha). Considera-se uma taxa de ventilação de uma zona é aceitável desde que a sua média anual seja igual ou ligeiramente superior ao recomendado pela legislação e que a sua variação ao longo do ano esteja compreendida entre 60% e 140% desse valor

### **IV.2. Análise para as Condições Climatológicas mais Prováveis**

Segundo os dados do Instituto de Meteorologia de Portugal, para Coimbra, a situação mais provável durante o ano, será o vento soprar de Noroeste com uma intensidade de 2,8 m/s e para uma temperatura ambiente exterior de 16°C. Assumindo que a temperatura média anual do ar no interior do edifício é de 20°C, resulta uma diferença de temperatura  $\Delta T = T_{\text{exterior}} - T_{\text{interior}} = -4^{\circ}\text{C}$ .

#### **IV.2.1. Edifício sem grelhas de ventilação**

Inicialmente efectuou-se um estudo com o objectivo de analisar a influência da permeabilidade (traduzida pelas frestas) das portas e janelas na ventilação natural. O estudo incidiu nos quartos, já que estes possuem frestas com áreas consideráveis, para as oito orientações de vento correspondentes aos oito octantes geodésicos. Verificou-se que os caudais mais favoráveis ocorreram para o vento de Noroeste sendo no entanto

muito insuficientes para cumprir as taxas de ventilação natural recomendadas para cada espaço, confirmando os resultados em [20]

Pode observar-se que existe uma grande diferença de caudais entre quartos no Rés-do-Chão e no Piso Superior. Essa diferença é explicada pela presença de ventilação mecânica no piso 0 que afecta as restantes zonas do mesmo piso.

#### **IV.2.2. Edifício com grelhas de ventilação**

Conforme ficou descrito anteriormente, não é possível conseguir caudais de ar novo suficientes para garantir uma boa qualidade do ar interior sem recorrer a grelhas de ventilação. Surge então a necessidade de estudar a melhor localização para estas grelhas e as correspondentes áreas efectivas de passagem.

Através de várias simulações preliminares sistemáticas com o programa CONTAM chegou-se à distribuição de grelhas, condutas e chaminés da qual se apresenta um resumo a seguir. Apresenta-se no Anexo F uma especificação mais detalhada desta distribuição de aberturas de ventilação.

Nas tabelas seguintes, são apresentados os valores médios (Média) e desvios padrão (DP) de quatro parâmetros que nos indicam a área de grelhas interiores e exteriores por ocupante ou área de pavimento consoante o tipo de espaço.

Será útil de referir que *Aint* refere-se à área efectiva das grelhas entre espaços interiores, enquanto *Aadm* e *Aextrac* se referem respectivamente às áreas efectivas das grelhas a 20 cm do chão ou condutas de admissão e das grelhas a 280 cm do chão ou condutas de exaustão, correspondendo *Aext* à área total efectiva de grelhas de admissão e extracção. Nas tabelas  $\text{cm}^2/\text{P}$  representa a área efectiva das grelhas por pessoa e  $\text{cm}^2/\text{m}^2$  representa a área efectiva das grelhas por  $\text{m}^2$  de área de pavimento.

Tabela 1 - Área de Grelhas por Ocupante num Quarto

Area de Grelhas por Pessoas - Quarto				
	<i>Aint</i> [cm <sup>2</sup> /P]	<i>Aadm</i> [cm <sup>2</sup> /P]	<i>Aextrac</i> [cm <sup>2</sup> /P]	<i>Aext</i> [cm <sup>2</sup> /P]
Média	124,44	203,61	-	203,61
DP	42,15	47,02	-	47,02

Tabela 2 - Área de Grelhas por Ocupante - Sala ou Gabinete

Area de Grelhas por Pessoas – Sala ou Gabinete				
	<i>Aint</i> [cm <sup>2</sup> /P]	<i>Aadm</i> [cm <sup>2</sup> /P]	<i>Aextrac</i> [cm <sup>2</sup> /P]	<i>Aext</i> [cm <sup>2</sup> /P]
Média	181,25	194,42	160,24	283,44
DP	81,48	57,82	90,02	134,46

Tabela 3 – Área de Grelhas por m<sup>2</sup> de Pavimento - I.Sanitária C/ Duche

Area de Grelhas por m <sup>2</sup> de Pavimento - Instalações Sanitárias C/ Duche				
	<i>Aint</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	<i>Aadm</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	<i>Aextrac</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	<i>Aext</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
Média	-	62,45	37,28	99,73
DP	-	7,67	10,31	15,74

Tabela 4 – Área de Grelhas por m<sup>2</sup> de Pavimento - I. Sanitária Simples

Area de Grelhas por m <sup>2</sup> de Pavimento – Instalações Sanitárias Simples				
	<i>Aint</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	<i>Aadm</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	<i>Aextrac</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	<i>Aext</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
Média	-	61,46	47,47	108,93
DP	-	15,52	12,41	14,80

Tabela 5 – Área de Grelhas por m<sup>2</sup> de Pavimento - Circulações

Área de Grelhas por m <sup>2</sup> de Pavimento - Circulações				
	<i>Aint</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	<i>Aadm</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	<i>Aextrac</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	<i>Aext</i> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
Média	15,31	-	15,82	15,82
DP	13,31	-	0,95	0,95

Com a distribuição de aberturas de ventilação apresentada nas tabelas anteriores, a renovação do ar interior dos espaços é, em média, suficiente para garantir uma boa qualidade do ar interior. Conforme se pode observar na Tabelas seguintes, para as condições climatológicas mais prováveis, os caudais médios de ar novo estão compreendidos entre os valores especificados anteriormente como aceitáveis, situando-se acima do valor de renovação de ar novo recomendado pela legislação sem no entanto atingir valores de caudais que provoquem desconforto.

A única exceção reside no caudal médio para Instalações Sanitárias simples onde o caudal é ligeiramente inferior ao caudal recomendado por legislação, existindo uma diferença de 0,21 Renovações de Ar. No entanto é preciso referir que para este tipo de espaço, a orientação do vento a Noroeste é uma das mais desfavoráveis, como se poderá verificar posteriormente.

Tabela 6- Taxas de Ar Novo num Quarto nas condições climatológicas mais prováveis

Taxas de Ar Novo no Quarto [Ren/h]				
	Ren/h mínimas [60%]	Ren/h Máximas [140%]	Ren/h Recomendadas	Ren/h Calculadas
Média	0,52	1,21	0,86	1,19
DP	0,17	0,40	0,28	0,30

Tabela 7 – Taxas de Ar Novo numa Sala ou Gabinete nas condições climatológicas mais prováveis

Taxas de Ar Novo - Sala & Gabinete [Ren/h]				
	Ren/h mínimas [60%]	Ren/h Máximas [140%]	Ren/h Recomendadas	Ren/h Calculadas
Média	2,40	5,60	4,00	4,17
DP	0,98	2,28	1,73	1,86

Tabela 8 – Taxas de Ar Novo numa Instalação Sanitária Simples nas condições climatológicas mais prováveis

Taxas de Ar Novo - Instalação Sanitária C/ Duche [Ren/h]				
	Ren/h mínimas [60%]	Ren/h Máximas [140%]	Ren/h Recomendadas	Ren/h Calculadas
Média	2,55	5,95	4,25	4,04
DP	0,24	0,57	0,41	0,82

Tabela 9 - Taxas de Ar novo numa Instalação Sanitária C/ Duches nas condições climatológicas mais prováveis

Taxas de Ar Novo - Instalação Sanitária C/ Duche [Ren/h]				
	Ren/h mínimas [60%]	Ren/h Máximas [140%]	Ren/h Recomendadas	Ren/h Calculadas
Média	2,47	5,75	4,39	4,91
DP	0,35	0,81	0,58	0,60

### IV.3. Influência da direcção do Vento

Analisa-se agora a influência da direcção do vento sobre a taxa de renovação de ar nos diferentes tipos de espaço.

De forma a perceber os gráficos, é necessário referir que estes baseiam-se na taxa de renovação média de ar novo que ocorre num tipo de sala para uma determinada orientação do vento e para uma Temperatura interior de 20°C, Temperatura exterior de

16°C, e uma velocidade de 2,8 m/s. De realçar que a direcção predominante do vento (Noroeste) corresponde a 315° e que a direcção Norte aparece representada duas vezes (0° e 360°).

### Quartos

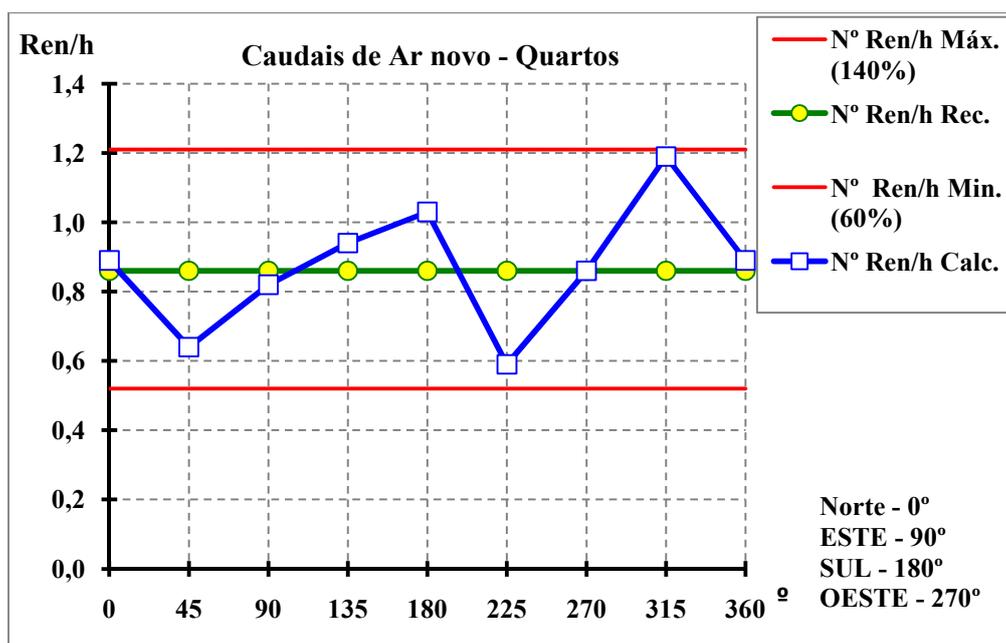


Figura 14 – Caudais Médios de Ar Novo num Quarto

A figura acima mostra-nos que graças à disposição das grelhas, os quartos são devidamente ventilados, existindo quatro orientações para as quais os caudais médios superam o caudal mínimo recomendado, sendo que para as restantes orientações, os caudais médios de ar novo são aceitáveis, situando-se sempre acima dos 60% do caudal mínimo recomendado.

## Salas e Gabinetes

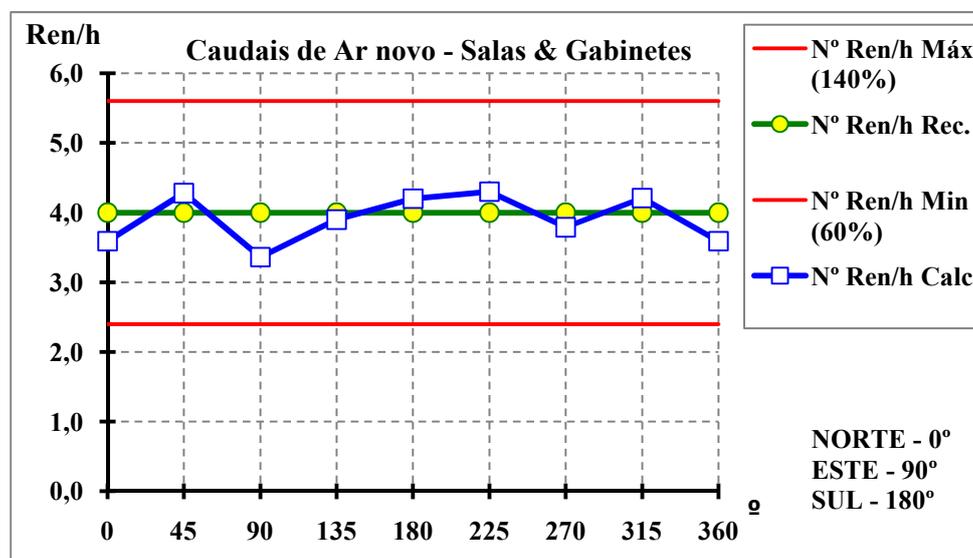


Figura 15 – Caudais Médios de Ar Novo para uma Sala ou Gabinete

À semelhança do que ocorre nos quartos, existem quatro orientações, onde se inclui a orientação do Vento predominante, que permitem caudais médios superiores aos mínimos recomendados pela legislação.

## Instalações Sanitárias Simples

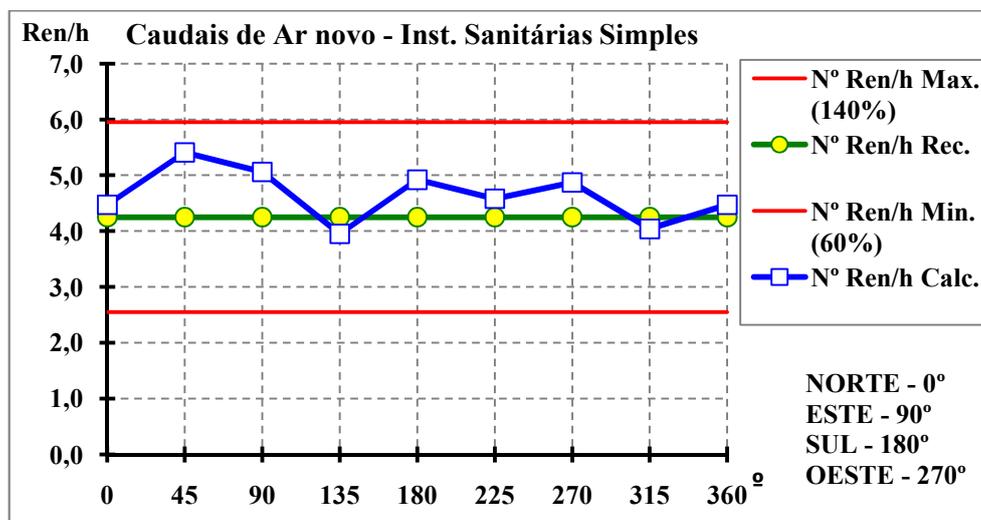


Figura 16 - Caudais Médios de Ar Novo em Instalações Sanitárias Simples

No caso das Instalações Sanitárias Simples, o caudal médio causado pelo vento de Noroeste é ligeiramente inferiores, ao caudal mínimo recomendado. No entanto para seis das restantes orientações, os caudais médios são superiores ao recomendado.

### Instalações Sanitárias c/ Duche

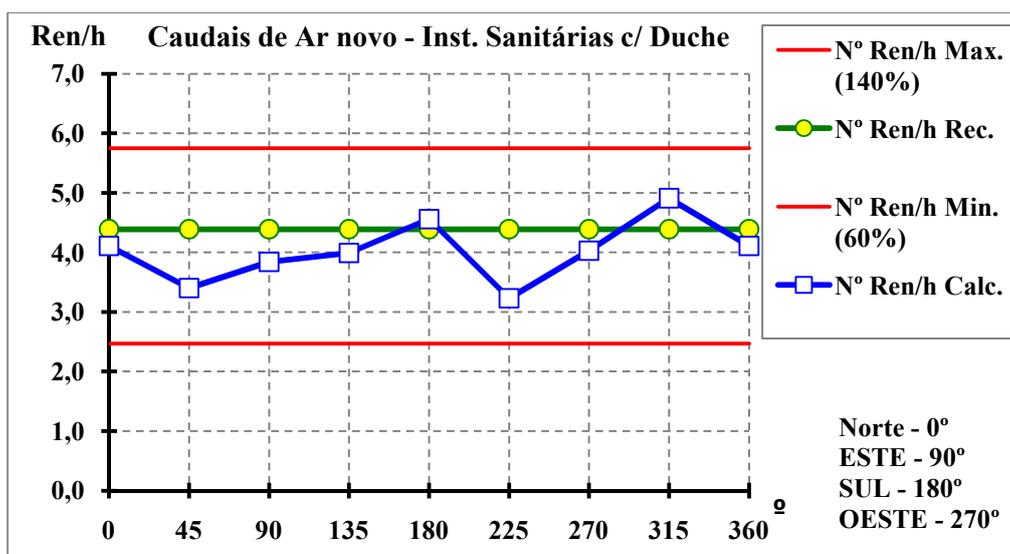


Figura 17 - Caudais Médios de Ar novo em Instalações Sanitárias com Duche

Observando a Figura 17, podemos concluir que as instalações sanitárias com duche são o tipo de sala para o qual a disposição de grelhas é menos eficiente, existindo apenas duas orientações, entre as quais a orientação de Noroeste, que promovem um caudal médio superior ao mínimo recomendado.

Observando os gráficos anteriores, pode-se verificar que as grelhas permitem uma ventilação que cumpra os requisitos mínimos de ventilação natural.

#### IV.4. Influência da Velocidade do Vento

Para analisar a influência da velocidade do vento, considera-se a diferença de temperatura de  $-4^{\circ}\text{C}$  e um vento de Noroeste, fazendo variar a velocidade do vento.

Pode observar-se que as renovações de ar por hora variam proporcionalmente com a velocidade do vento.

##### Quartos

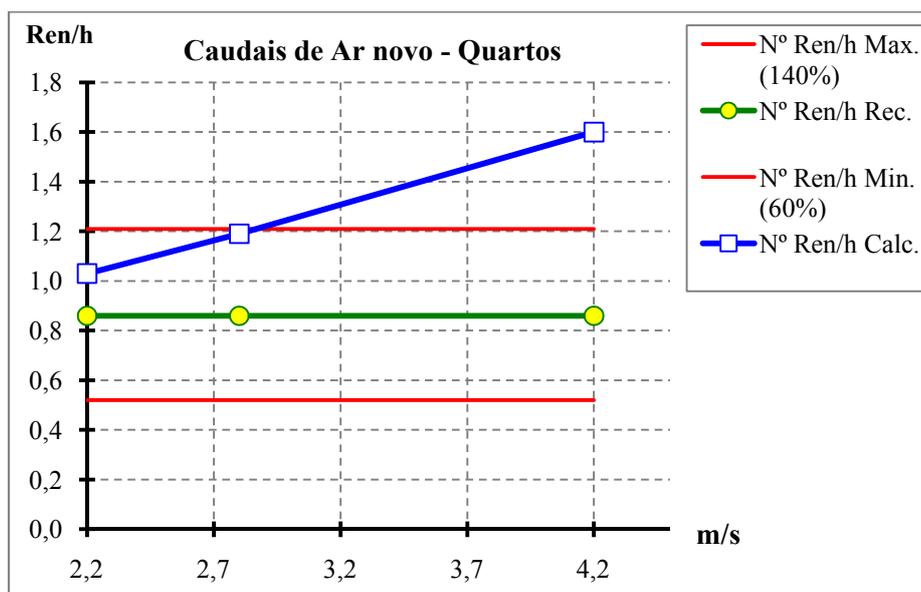


Figura 18 – Caudais Médios de Ar Novo num Quarto

Observa-se neste gráfico que o caudal de ar novo médio aumenta proporcionalmente com a velocidade do vento sendo que o caudal recomendado é superado em qualquer uma das situações definidas. No entanto verifica-se que o vento com uma velocidade de 4,2 m/s é desconfortável já que provoca um caudal superior ao máximo aceitável.

## Salas e Gabinetes

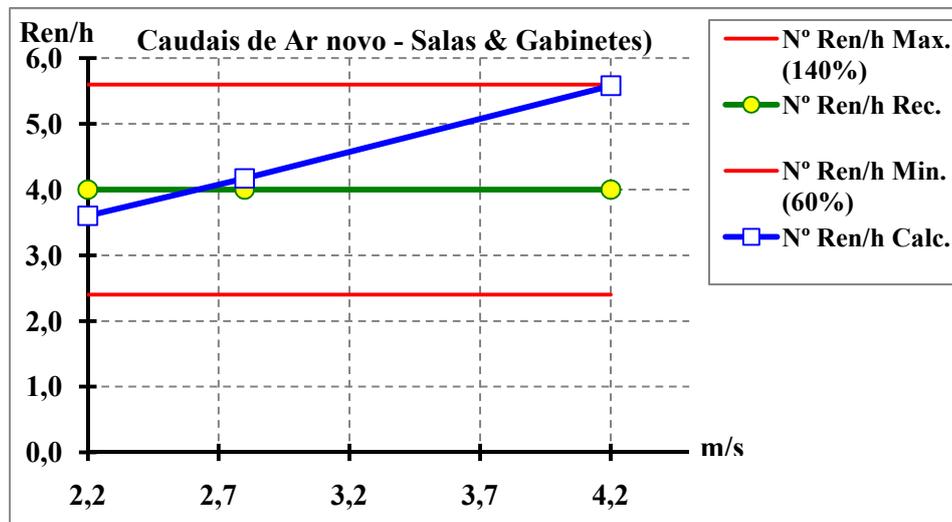


Figura 19 – Caudais Médios de Ar Novo numa Sala ou Gabinete

A evolução dos caudais de ar novo em função da velocidade do vento é semelhante à evolução de caudais que ocorre nos quartos, no entanto neste caso a velocidade máxima do vento não provoca desconforto, como acontece nos quartos.

## Instalações Sanitárias Simples

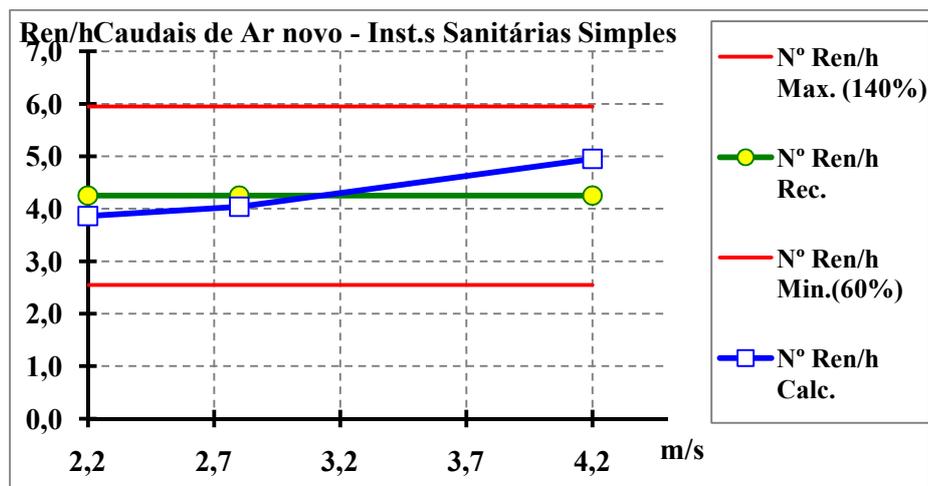


Figura 20 - Caudais Médios de Ar novo em Instalações Sanitárias Simples

Na Figura anterior pode-se observar que é necessária uma velocidade superior a 2,8 m/s para o vento a Noroeste de forma a cumprir o caudal mínimo recomendado.

#### Instalações Sanitárias c/ Duche

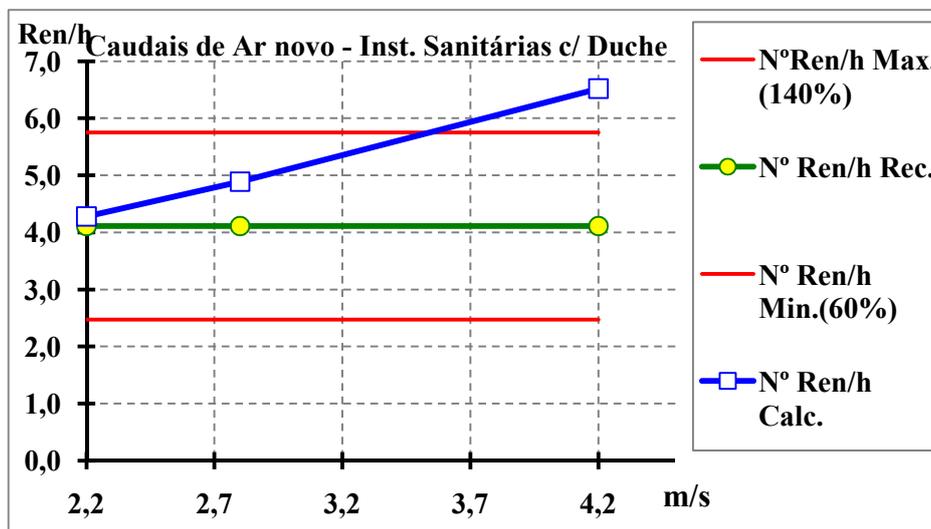


Figura 21 – Caudais Médios de Ar Novo para uma Inst. Sanitária c/ Duche

Observa-se que os caudais médios de ar novo em função da velocidade para as instalações sanitárias c/ Duches superam para as três velocidades o caudal recomendado. No entanto, à semelhança dos quartos, os caudais resultantes do vento com uma velocidade de 4,2 m/s provocam desconforto, ultrapassando o caudal máximo aceitável.

#### **IV.5. Influência da Diferença de Temperatura entre o Exterior e o Interior**

De forma a analisar os gráficos seguintes, é necessário referir que as simulações foram efectuadas para um vento de Noroeste, com uma velocidade de 2,8 m/s. Definidas as características relacionadas com o vento, simulou-se a ventilação do edifício para

várias temperaturas do ar exterior, correspondentes a valores médios, máximos e mínimos de Verão e de Inverno para Coimbra. No caso de Inverno considerou-se uma temperatura média do ar dos espaços interiores de 20°C e no Verão de 25°C. No entanto como o que promove a ventilação natural é a diferença de temperatura entre o ar exterior e o ar interior e não o valor absoluto destas temperaturas, a análise que se segue é em função de  $\Delta T = T_{\text{exterior}} - T_{\text{interior}}$ . Verificou-se que para Coimbra esta diferença de temperatura pode variar entre -25°C e +17°C.

Observa-se nos gráficos abaixo, que os caudais aumentam com o valor absoluto da diferença de temperatura, sendo de referir que para diferenças de temperaturas inferiores a -5°C, as renovações de ar provocam desconforto porque ultrapassam o N° de Renovações/hora máximo, mas também por diminuírem a temperatura interior do edifício e/ou aumentarem a energia necessária para o aquecimento do edifício.

É também interessante realçar que, para o mesmo valor absoluto da diferença de temperatura, os caudais de ar novo são maiores quando  $\Delta T$  é negativo ( $T_{\text{exterior}} < T_{\text{interior}}$ ) do que quando é positivo ( $T_{\text{exterior}} > T_{\text{interior}}$ ). Este fenómeno deve-se à combinação dos dois mecanismos associados à ventilação natural: o efeito de chaminé e o efeito do vento. Quando  $\Delta T < 0$ , ambos os mecanismos criam uma depressão no interior do edifício relativamente ao exterior promovendo o fluxo de ar que se desloca do exterior para o interior do edifício através das grelhas e condutas de admissão que se situam a 20 cm do chão. Quando  $\Delta T > 0$ , os mecanismos deixam de actuar no mesmo sentido, diminuindo a diferença de pressão nas aberturas de admissão e por consequente o caudal de ar novo. Quando  $\Delta T \gg 0$ , ocorrerá um fenómeno denominado inversão de fluxo, que ocorre quando o efeito de chaminé se torna predominante relativamente à pressão do vento existindo fluxo de ar do interior do edifício para o exterior através das grelhas e condutas de admissão. Estes fenómenos são confirmados pelos quatro gráficos apresentados, sendo de referir que os caudais que ocorrem nos quartos e na maioria das salas e gabinetes para  $\Delta T = 17^\circ\text{C}$  são caudais vindos dos corredores (que possuem condutas de exaustão), onde ocorre a inversão do sentido do fluxo de ar.

## Quartos

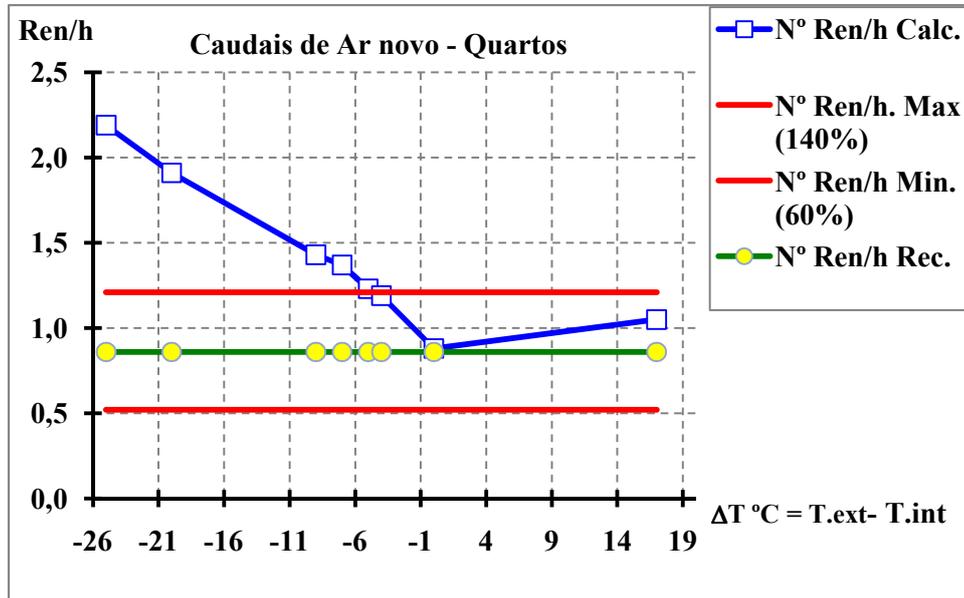


Figura 22 – Caudais Médios de Ar novo para um Quarto

Observando a Figura anterior verifica-se que existirá taxas de renovação de ar excessivas para diferenças de temperatura inferiores a  $-6^{\circ}\text{C}$ , situação essa que ocorre durante o Inverno para temperaturas exteriores inferiores a  $14^{\circ}\text{C}$  (situação muito provável), e no Verão para temperaturas exteriores inferiores a  $19^{\circ}\text{C}$  (situação que pode ocorrer à noite). Pode-se ainda referir que as taxas de renovação de ar mais baixas verificam-se para  $\Delta T=0$ , isto é quando efeito de chaminé é nulo.

## Salas e Gabinetes

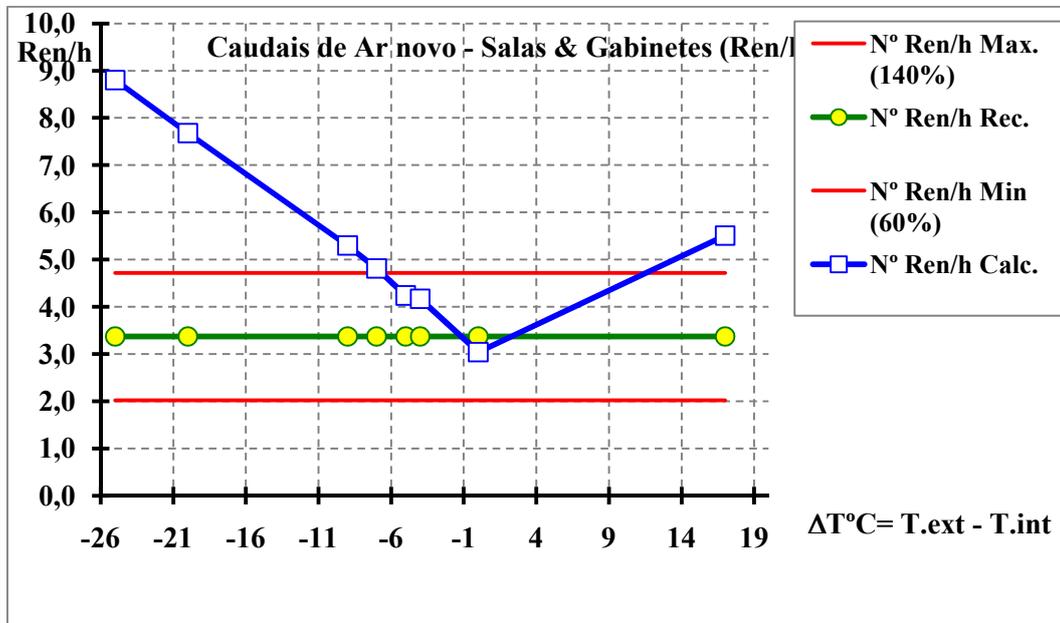


Figura 23 - Caudais Médios de Ar Novo em Salas & Gabinetes

O gráfico anterior demonstra-nos uma variação de caudais de ar em função da diferença de temperatura muito semelhante ao gráfico anterior, existindo neste caso três diferenças de temperaturas para as quais o caudal cumpre a legislação, onde se inclui a diferença correspondente à temperatura média anual para Coimbra.

## Instalações Sanitárias Simples

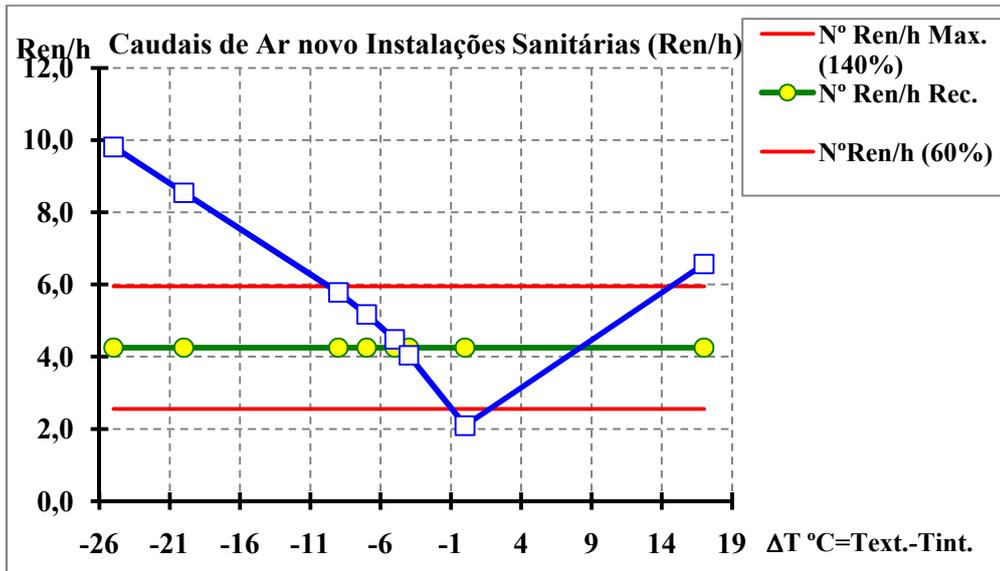


Figura 24 – Caudais Médios de Ar Novo numa Instalação Sanitária Simples

Neste caso, verificam-se dois casos (onde se inclui a diferença de temperatura correspondente à temperatura exterior média anual para Coimbra) em que a renovação de ar é inferior ao recomendado pelas normas e regulamentos aplicáveis. É necessário referir que no segundo caso correspondente  $\Delta T=0$ , o caudal médio de ar novo não é aceitável sendo inferior a 60% do caudal mínimo recomendado.

## Instalações Sanitárias c/ Duche

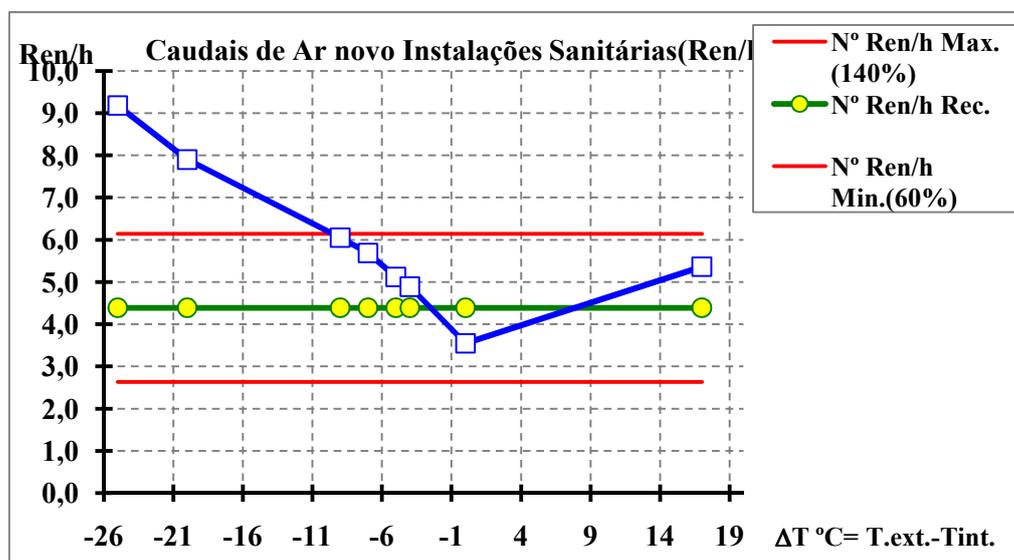


Figura 25 - Caudais de Ar Novo Instalações Sanitárias c/Duche

Observa-se que este é o tipo de espaço, onde o tamanho e disposição de grelhas e condutas é o mais eficaz em termos de ventilação, existindo cinco diferenças de temperaturas para as quais os nº de renovações por hora recomendadas são respeitadas.

## Capítulo V – Conclusões

Do trabalho desenvolvido podem retirar-se as conclusões que se apresentam a seguir.

1. A necessidade de colocação de hottes compensadas, ou a inclusão de ventiladores de insuflação nos espaços ventiladas mecanicamente. A inclusão de elementos de insuflação permite reduzir a depressão (criada pela extracção) dos espaços ventilados mecanicamente relativamente aos espaços adjacentes. Diminuir a depressão da cozinha relativamente à sala de restauração e corredor não evita somente a extracção excessiva de ar climatizado destas zonas mas também das restantes zonas presentes no mesmo andar.
2. A maior dificuldade na colocação de grelhas na envolvente surgiu para quartos e respectivas instalações sanitárias privativas “viradas” para Noroeste. A dificuldade é devida ao facto de a taxa de renovações originadas pelo vento de Noroeste ser superior em cerca de 50% relativamente ao nº de renovações originadas pela segunda orientação mais favorável (Este). Esta disparidade de taxas de renovações torna difícil a escolha de grelhas.
3. As modificações realizadas consistiram na deslocação das instalações sanitárias privativas para uma posição em contacto directo com o exterior. Essas alterações permitiram ventilar de uma forma independente as casas de banho e os quartos. No caso das instalações sanitárias os caudais de ar entram por uma grelha de admissão, sendo o ar extraído por condutas de exaustão. Nos quartos o ar desloca-se para o interior do mesmo através de uma grelha de admissão sendo transferido para o corredor (onde existem quatro condutas de exaustão) através de uma grelha interior. Estas modificações permitiram que, para a situação climatológica mais provável, os quartos e as suas instalações sanitárias conseguissem taxas de renovação de ar superiores ao valor mínimo recomendado pelos regulamentos e normas aplicáveis. Outra das vantagens consiste na diminuição de fluxos de ar entre o quarto e as casas de banho correspondendo para a situação de referência a um valor entre 10 e 20% do caudal admitido nos quartos. Esta diminuição de fluxo reduz a possibilidade de haver transporte de poluentes e maus cheiros das casas de

banho para os quartos quando ocorre inversão do sentido do fluxo de ar, situação típica de Verão e para elevadas temperaturas exteriores.

4. Observando os gráficos de taxas de renovação de ar médias verifica-se que na globalidade, o sistema de ventilação híbrida preconizado garante uma ventilação eficaz do edifício para todas as orientações possíveis do vento. Para a situação mais provável as taxas de renovação recomendadas são cumpridas à excepção do caso das instalações sanitárias simples, embora mesmo para estas o caudal de ar se aproxime do valor mínimo recomendado. No entanto é necessário reconhecer que a utilização de grelhas auto-reguláveis poderá aumentar a eficácia do sistema de ventilação híbrida, em particular, para casos onde exista grande diferença de caudais originados por orientações de vento diferentes.
5. O sistema de ventilação mostra-se menos eficaz quando existe uma grande diferença de temperaturas entre o ar ambiente exterior e o interior do edifício. Verifica-se que para diferenças de temperatura inferiores a  $-5^{\circ}\text{C}$  ( $= T_{\text{exterior}} - T_{\text{interior}}$ ), as taxas de renovação de ar ultrapassam o limite de conforto definido, com risco de provocar a diminuição de temperatura no interior do edifício e/ou aumentar o consumo de energia para aquecimento. Quando  $\Delta T \gg 0$ , situação possível de ocorrer no Verão, existe inversão do sentido do fluxo de ar.. Este fenómeno é indesejável em virtude de potenciar o transporte de contaminantes dos espaços ditos “sujos” em termos de qualidade do ar interior para os conhecidos como “limpos”.
6. Refere-se que foram colocadas condutas de admissão para a insuflação das instalações sanitárias que não partilham paredes com o exterior de forma a reduzir ao máximo a transferência de ar poluído das instalações sanitárias para os espaços adjacentes. As condutas são colocadas junto ao solo quando não prejudicam a actividade que ocorre nos espaços por onde passam. O sistema típico de ventilação para salas e gabinetes consiste em grelhas de admissão para a insuflação, sendo o fluido “conduzido” para o corredor, onde existem condutas de exaustão, através de grelhas interiores. Existem, no entanto, excepções: as salas de maior volume, devido ao grandes caudais a que estão sujeitas. A ventilação nas salas de estar faz-se através de grelhas de admissão e condutas de exaustão, enquanto para as salas de restauração e de

convívio, existem grelhas de admissão numa parede e grelhas de extracção a uma altura de 2,8m na parede oposta.

## Referências

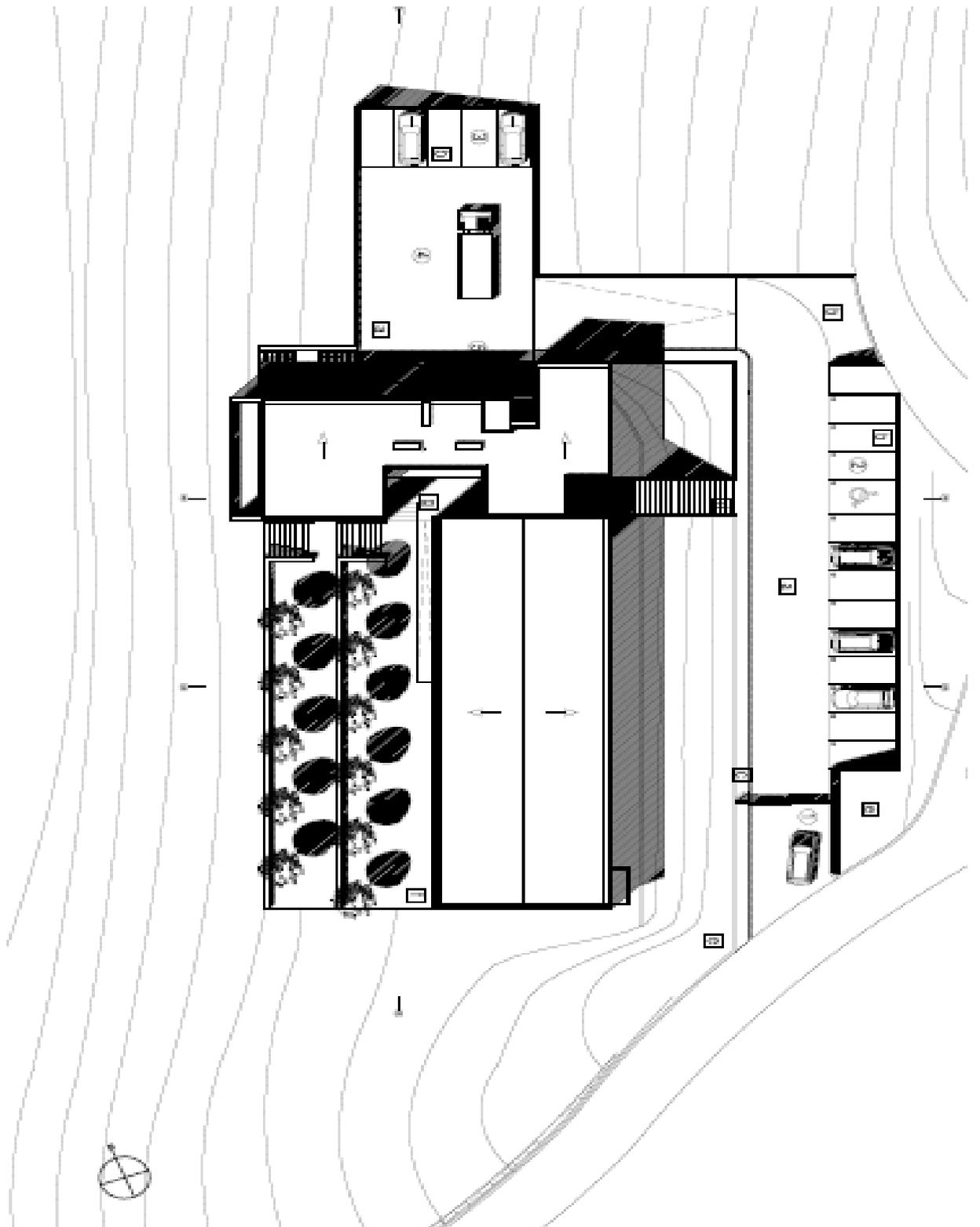
- [1] **RSECE** (2006). *Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios*, Decreto-Lei nº 79/2006 de 4 de Abril.
- [2] **DIRECTIVA Nº 2002/91/CE** (2002), *Directiva 2002/91/CE do Parlamento e do Conselho de 16 de Dezembro 2002 relativa ao desempenho energético dos edifícios*, Norma Europeia
- [3] **NP-1037\_1** (2002), *Ventilação e evacuação dos produtos da combustão dos locais com aparelhos a gás*, Norma Portuguesa
- [4] **SCIE** (2008), *Segurança Contra Incêndios e Edifícios*, Decreto-Lei nº220/2008 de 12 de Novembro
- [5] **EN 13779** (2006), *Ventilation for Non-Residential Buildings – Performance Requirements for Ventilation and Room – Conditioning Systems*
- [6] **DELGADO, H.**, *Taxa de Renovação de Ar numa Sala*
- [7] **VENTURA F.; VIEGAS, J.C.**, *Modelação da Ventilação Natural Numa Habitação*, FCT
- [8] **HAVES,P.; GRAÇA,G.;LINDEN,P.**(2003), *Use of Simulation in the Design of a Large Naturally Ventilated Commercial Office Building*, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University of California, San Diego
- [9] **BROHUS, H.** (2002), *Measurements of Hybrid Ventilation Performance in an Office Building*, DK- Teknik & Environment, Denmark
- [10] **AFONSO, C.F.A** (1989), *Uma Metodologia para a Caracterização de Fluxos de Ar Multizona em Edifícios*, Dissertação apresentada à FEUP
- [11] **ASHRAE** (1999), *1999 ASHRAE Handbook – HVAC Applications*, USA
- [12] **ASHRAE** (2005), *2005 ASHRAE Handbook – Fundamentals SI*, USA
- [13] **CHIARELLO, J.ANA** (2006), *Ventilação Natural por Efeito Chaminé – Estudo em Modelo Reduzido de Pavilhões Industriais*, Porto Alegre, Dissertação apresentada à UFRGS
- [14] **RCCTE** (2006), *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*, Decreto-Lei nº 80/2006 de 4 de Abril.

- [15] **WALTON, GEORGE N.; DOLS, W.STUART** (2008), *CONTAM 2.4 User Guide and Program Documentation, National Institute of Standards and Technology*
- [16] **VIEGAS, J.C.** (2002), *Ventilação Natural de Edifícios de Habitação*, LNEC
- [17] **GAMEIRO Lopes, A.** (2009), *Programa EasyCFD*, Departamento de Engenharia Mecânica, FCTUC
- [18] **INSTITUTO DE METEOROLOGIA**, *Normas Climatológicos de Coimbra*
- [19] **BISPO LAMAS, F.** (2009) *RSECE – Análise e Projecto de Sistemas de Ventilação – Regras de Boa Prática*, DEM
- [20] **FERREIRA, M.E.D.C.** (2009), *Cálculo das Taxas de Renovação de Ar no Edifícios Ventilados Naturalmente com Recurso ao Programa CONTAM*, DEM/UC

## **ANEXOS**

## **ANEXO A – Representação do Edifício Original**

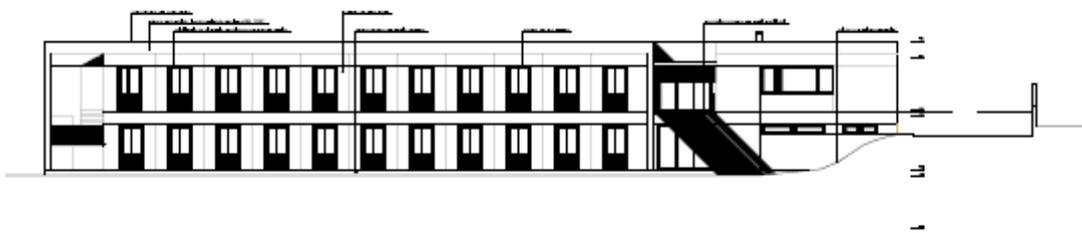
## Implantação do Edifício



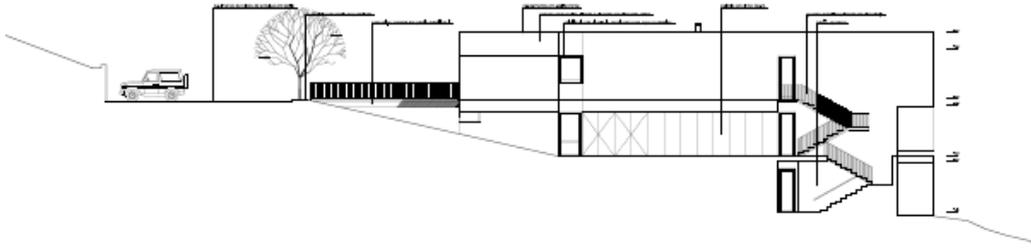
## Alçado Principal - NOROESTE



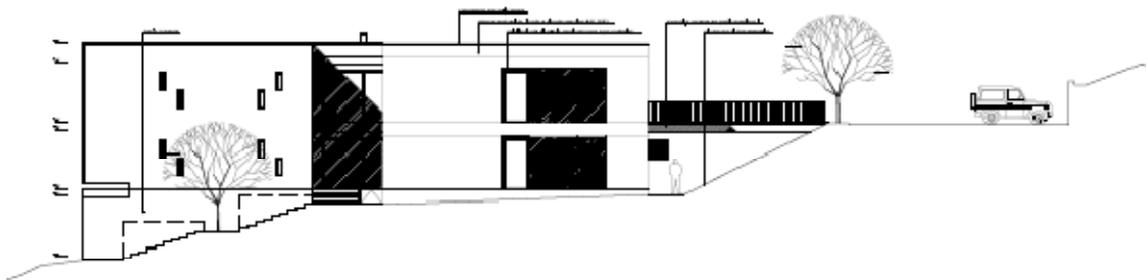
## Alçado Posterior - SUDESTE



### Alçado Lateral (NORDESTE)

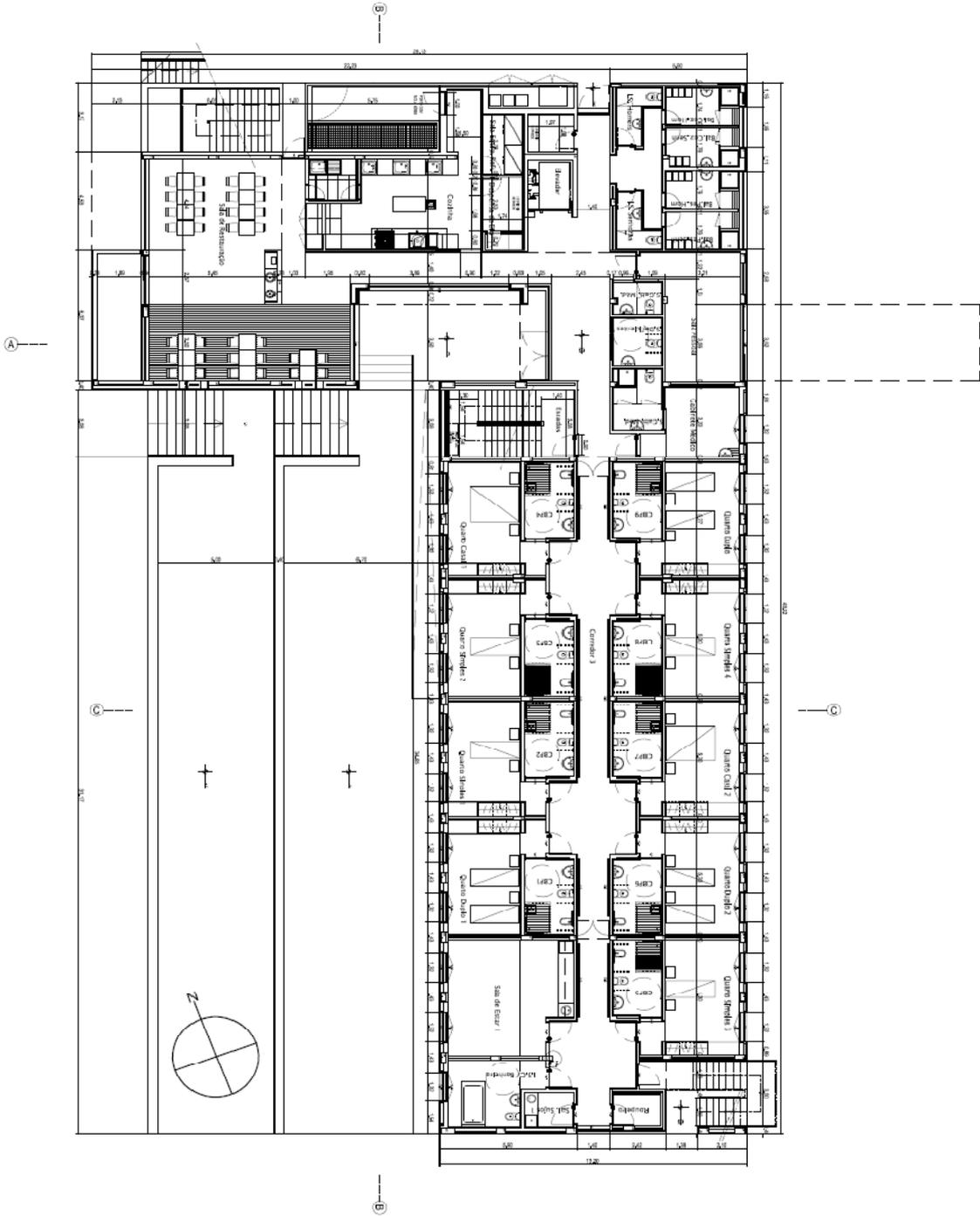


### Alçado Lateral (SUDOESTE)

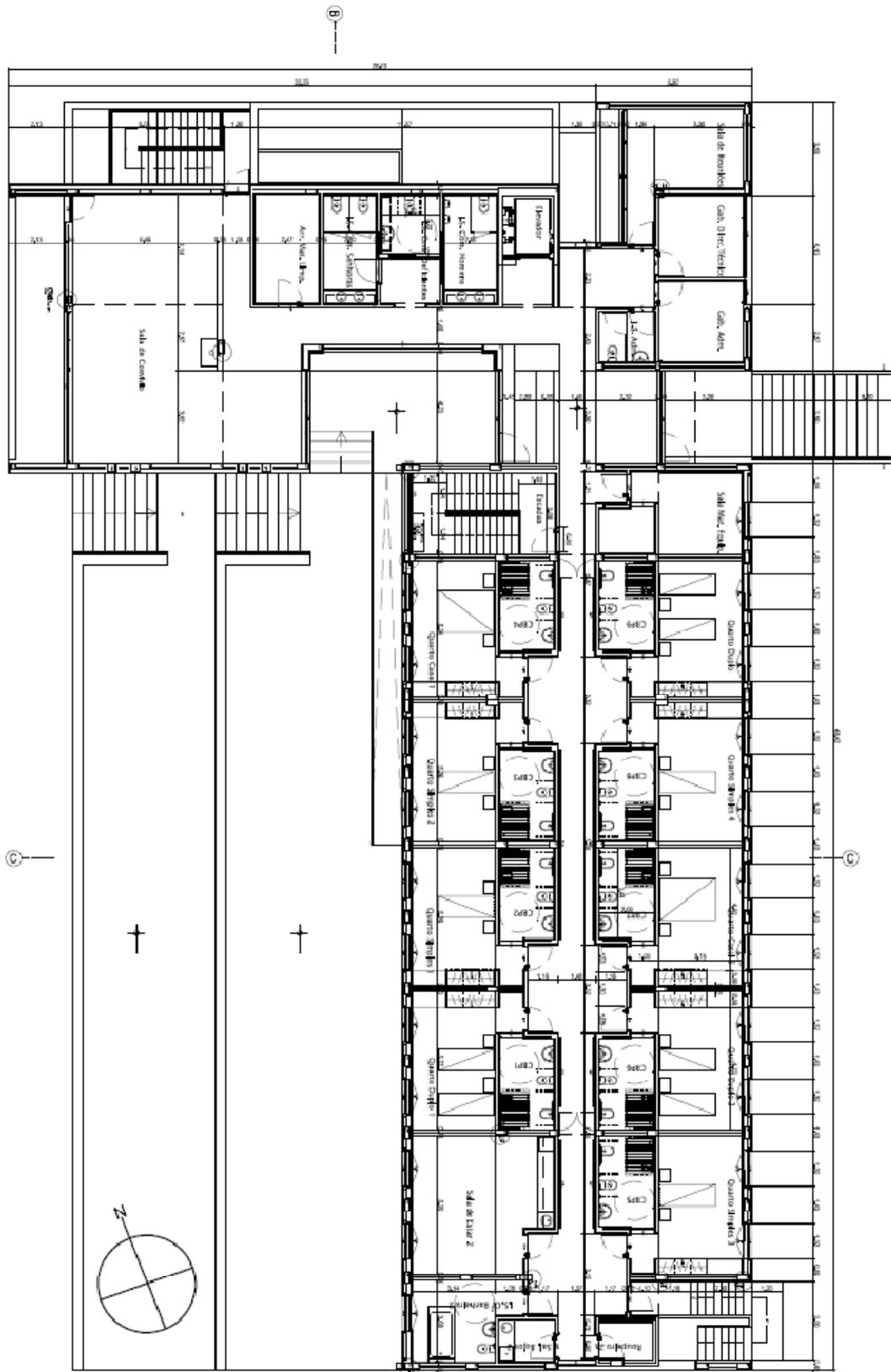




# Planta – Rés-do-chão

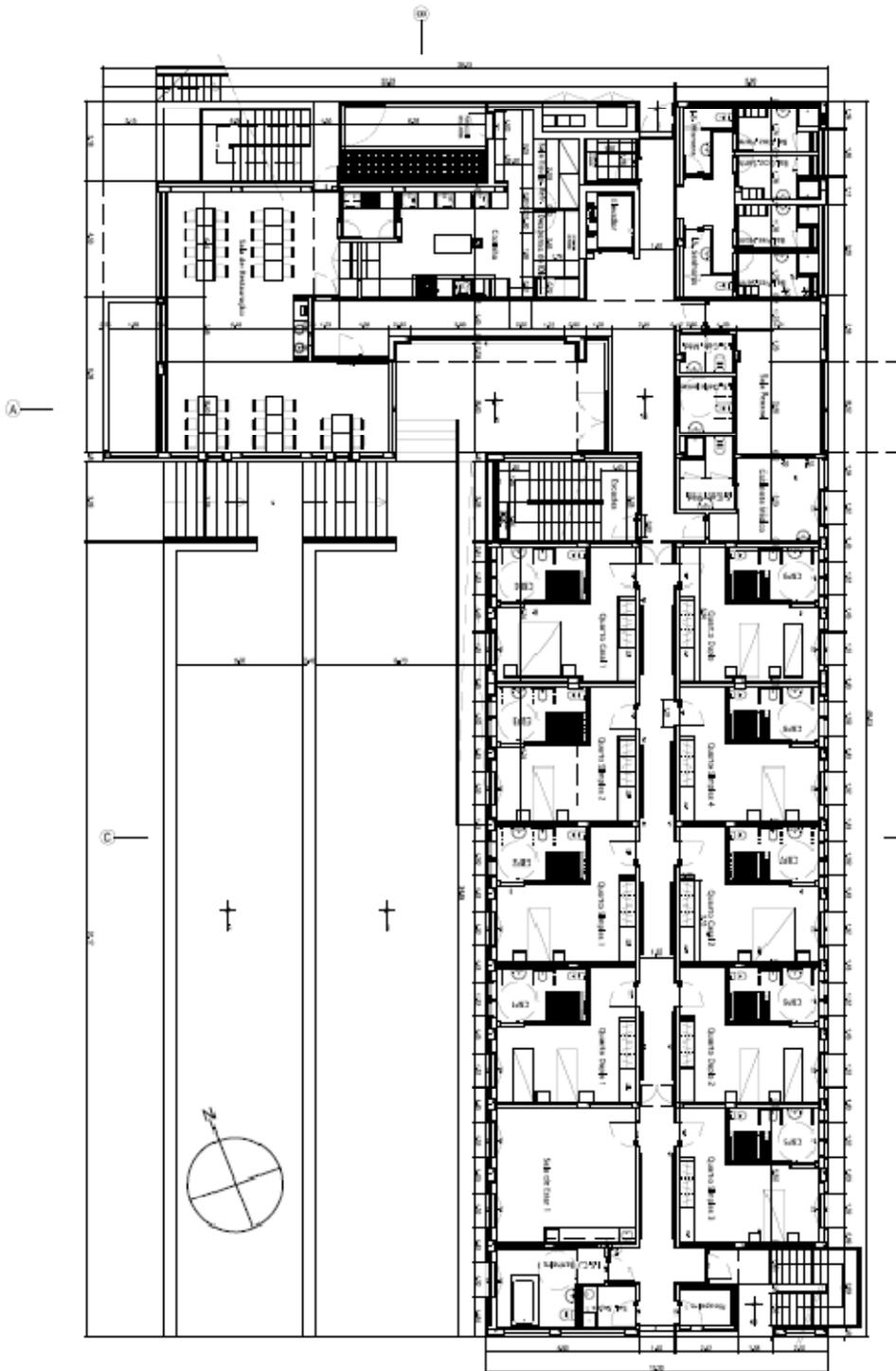


# Planta – Piso Superior



## **ANEXO B – Representação do Edifício Modificado**

# Planta Modificado – Rés-do-chão





## **ANEXO C – Descrição de Portas e Janelas**

## Portas

Portas				
Nome da Porta	Designação	Perímetro [m]	Área de Fuga [m <sup>2</sup> ]	Nº de Unidades
Porta 1	P.Exterior Dupla	12,40	0,0372	2
Porta 2	P.Interior Dupla	10,99	0,0330	2
Porta 3	P.Interior Simples	5,60	0,0168	2
Porta 4	P.Exterior - VA0.3	6,86	0,0206	6
Porta 5	P.Interior - VM0.1	5,77	0,0173	41
Porta 6	P.Interior Deslizante	5,77	0,0173	26
Porta 7	P.Interior WC & Cozinha	5,30	0,0159	5
Porta 8	P.Interior Dupla Coz.-Rest.	10,80	0,0520	1
Porta 9	P.Interior Simples Coz.-Res	5,40	0,0162	1
Porta 10	P.Interior Simples Coz.-An	5,56	0,0167	2
Porta 11	P.Simples Arrecadação	5,50	0,0165	1
Porta 12	P.Dupla Exterior 1º Piso	14,12	0,0424	1
Porta 13	P.Exterior Simples VA.02	7,66	0,0230	4
Porta 14	P.Exterior Simples 1º Piso	10,63	0,0319	2

## Janelas

Janelas				
Nome da Janela	Designação	Perímetro [m]	Área de Fuga [m <sup>2</sup> ]	Nº de Unidades
Janela 1	J. Térrea de Menor Dim.	5,00	0,0015	1
Janela 2	J. Térrea de Maior Dim.	8,00	0,0024	1
Janela 3	J.Exterior Dupla	14,26	0,0043	1
Janela 4	Envidraçado	13,07	0,0039	1
Janela 5	Envidraçado VA.12	8,80	0,0026	4
Janela 6	Pequeno Envidraçado	6,56	0,0020	1
Janela 7	Envidraçado VA.11	7,34	0,0022	3
Janela 8	Envidraçado VA.15	7,15	0,0021	3
Janela 9	Janelas Balneários Menor Di	2,35	0,0007	2
Janela 10	Janelas Balneários Maior Di	4,04	0,0012	2
Janela 11	Janela VA.11 - Quartos	12,46	0,0037	44
Janela 12	Envidraçado VA.22	7,94	0,0024	4
Janela 13	Janelas de pequena dim.	2,40	0,0007	8
Janela 14	Envidraçado VA.21	11,80	0,0035	1
Janela 15	Envidraçado VA.14	8,02	0,0024	3
Janela 16	Janela VA.16	4,54	0,0014	2
Janela 17	Janela VA.17	7,11	0,0021	1
Janela 18	Envidraçado VA.18	7,64	0,0023	3
Janela 19	Janela 1º Andar	5,90	0,0018	1

## **ANEXO D – Descrição de Pisos**

## Piso (-1) - Cave

Piso (-1) - Cave			
Tipo de Sala	Espaço	Área [m <sup>2</sup> ]	Código
Armazem	Expediente	22,00	Exp.
Armazem	Roupa Suja	6,10	R.Suja
Armazem	Roupa Lavada	6,10	R.Lavada
Armazem	Arrecadação	38,70	Arr.
Z.Técnica	Sala Caldeiras	9,12	S.Caldeira
Acesso	Corredor 1	58,80	Corr.1
Acesso	Corredor 2	9,12	Corr.2
Acesso	Escadas	17,2	Esc.
Acesso	Elevador	4,56	Elev.

## Piso 0 – Rés-do-chão

Piso 0 - Rés-do-chão			
Tipo de Sala	Espaço	Área [m <sup>2</sup> ]	Código
Quarto	Quarto Duplo 1	18,06	QD1
Quarto	Quarto Simples 1	18,06	QS1
Quarto	Quarto Simples 2	18,06	QS2
Quarto	Quarto Casal 1	18,06	QC1
Quarto	Quarto Simples 3	18,06	QS3
Quarto	Quarto Duplo 2	18,06	QD2
Quarto	Quarto Casal 2	18,06	QC2
Quarto	Quarto Simples 4	18,06	QS4
Sala & Gabinete	Sala Pessoal	20,50	S.Pess
Sala & Gabinete	Gabinete Médico	11,26	Gab.Méd.
Sala & Gabinete	Sala de Estar	26,56	Sal. Estar 1
Sala & Gabinete	Sala de Refeições	72,66	Sal.Ref.
Instalações Sanitárias	I.S. Homens	3,61	I.S. Hom.
Instalações Sanitárias	I.S. Senhoras	3,61	I.S. Senh.
Instalações Sanitárias	I.S. Comuns	3,12	I.S.Com
Instalações Sanitárias	I.S. Deficientes	4,61	I.S. Def.
Inst.s San. C/Duche	Balneário Homens (Coz.)	5,41	Bal.H.C.
Inst.s San. C/Duche	Balneário Senhoras (Coz.)	5,41	Bal.S.C
Inst.s San. C/Duche	Balneário Homens (Pes.)	5,41	Bal.H. P.
Inst.s San. C/Duche	Balneário Senhoras (Pes.)	5,41	Bal.S.P.
Inst.s San. C/Duche	Inst.San. Gab. Médico	5,86	I.S. Gab. Med.
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 1	7,18	CBP1
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 2	7,18	CBP2
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 3	7,18	CBP3
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 4	7,18	CBP4
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 5	7,18	CBP5
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 6	7,18	CBP6
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 7	7,18	CBP7
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 8	7,18	CBP8
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 9	7,18	CBP9
Inst.s San. C/Duche	Inst. Sanitária c/ Banheira 1	11,13	I.S.Banh.
Zona Técnica	Sala Sujos	3,43	Sal.Suj.1
Zona Técnica	Cozinha & Copa	35,12	Cozinha
Armazem	Despensa do Dia	5,82	Despensa
Armazem	Sala de Equip. de Refrigeração	4,82	S.E.Ref
Acesso	Escadas	17,2	Esc.
Acesso	Elevador	4,56	Elev.
Acesso	Corredor	114,27	Corr.3

## Piso 1 – Piso Superior

Piso 1 - Piso Superior			
Tipo de Sala	Espaço	Área [m <sup>2</sup> ]	Código
Quarto	Quarto Duplo 1	18,06	QD1
Quarto	Quarto Simples 1	18,06	QS1
Quarto	Quarto Simples 2	18,06	QS2
Quarto	Quarto Casal 1	18,06	QC1
Quarto	Quarto Simples 3	18,06	QS3
Quarto	Quarto Duplo 2	18,06	QD2
Quarto	Quarto Casal 2	18,06	QC2
Quarto	Quarto Simples 4	18,06	QS4
Sala & Gabinete	Sala de Reuniões	15,56	Sala Reun.
Sala & Gabinete	Gabinete Director Técnico	9,90	Gab. Dir. Técn.
Sala & Gabinete	Gabinete Administração	10,14	Gab. Adm.
Sala & Gabinete	Sala de Estar 2	26,56	Sala.Estar 2
Sala & Gabinete	Sala de Convivio	72,66	Sala Conv.
Instalações Sanitárias	I.S. Direcção e Administr.	4,10	I.S. Dir.Adm
Instalações Sanitárias	I.S. Comum Homens	8,22	I.S. Com. Hom.
Instalações Sanitárias	I.S. Comum Deficientes	4,55	I.S. Com. Def.
Instalações Sanitárias	I.S. Comum Senhoras	8,22	I.S. Com. Senh
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 1	7,18	CBP1
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 2	7,18	CBP2
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 3	7,18	CBP3
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 4	7,18	CBP4
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 5	7,18	CBP5
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 6	7,18	CBP6
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 7	7,18	CBP7
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 8	7,18	CBP8
Inst.s San. C/Duche	Casa de Banho Privativa 9	7,18	CBP9
Inst.s San. C/Duche	Inst. Sanitária c/ Banheira 2	11,13	I.S.Banh.
Zona Técnica	Sala Sujos	3,43	Sal.Suj.2
Armazem	Sala de Material E Equip.	16,79	S.Mat.- Equip.
Armazem	Arrumos De Material de Limp.	10,18	Arr. Mat. Limp.
Acesso	Escadas	17,2	Esc.
Acesso	Elevador	4,56	Elev.
Acesso	Corredor	108,14	Corr.4

## **ANEXO E – Análise de Caudais**

## Influência da direcção do Vento - Quartos

Caudais e Renovações de Ar em Quartos em Função da orientação do Vento																	
Orientação	Código	NOROESTE - 315°		NORTE - 0°		NORDESTE - 45°		ESTE - 90°		SUDESTE - 135°		SUL - 180°		SUDOESTE - 225°		OESTE - 270°	
		[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]
Rês de Chão	QD1	82,53	1,52	27,89	0,51	39,48	0,61	49,83	0,92	38,83	0,72	44,08	0,81	34,03	0,63	38,23	0,71
	QS1	67,33	1,24	35,35	0,65	28,42	0,44	36,13	0,67	29,60	0,55	31,74	0,59	26,03	0,48	27,57	0,51
	QS2	67,26	1,24	35,28	0,65	48,17	0,74	36,08	0,67	29,75	0,55	31,90	0,59	26,03	0,48	27,73	0,51
	QC1	82,63	1,53	49,50	0,91	63,16	0,97	49,98	0,92	39,02	0,72	44,26	0,82	34,23	0,63	38,41	0,71
	QS3	35,00	0,65	37,58	0,69	30,31	0,47	30,95	0,57	41,69	0,77	44,49	0,82	26,20	0,48	36,71	0,68
	QD2	70,63	1,30	76,36	1,41	61,27	0,94	62,61	1,16	84,43	1,56	90,32	1,67	52,20	0,96	74,40	1,37
	QC2	70,60	1,30	76,32	1,41	61,23	0,94	62,58	1,15	84,43	1,56	90,27	1,67	52,20	0,96	74,37	1,37
	QS3	35,00	0,65	37,58	0,69	30,31	0,47	30,95	0,57	41,70	0,77	44,49	0,82	26,20	0,48	36,71	0,68
	QD3	70,63	1,30	76,36	1,41	61,29	0,94	62,62	1,16	84,43	1,56	90,30	1,67	52,20	0,96	74,33	1,37
Piso Sup.	QD1	82,10	1,52	11,79	0,22	26,25	0,40	43,92	0,81	28,11	0,52	35,48	0,65	24,19	0,45	26,49	0,49
	QS1	69,51	1,28	35,93	0,66	22,64	0,35	36,69	0,68	23,92	0,44	30,06	0,55	20,49	0,38	23,75	0,44
	QS2	69,51	1,28	35,95	0,66	47,29	0,73	36,69	0,68	23,92	0,44	30,06	0,55	20,49	0,38	23,75	0,44
	QC1	82,07	1,51	42,94	0,79	56,82	0,87	43,88	0,81	28,11	0,52	35,44	0,65	24,14	0,45	27,30	0,50
	QS3	39,24	0,72	40,78	0,75	24,63	0,38	30,28	0,56	47,18	0,87	51,68	0,95	22,64	0,42	39,32	0,73
	QD2	66,08	1,22	68,87	1,27	41,54	0,64	51,41	0,95	80,05	1,48	87,11	1,61	38,47	0,71	66,23	1,22
	QC2	66,08	1,22	68,87	1,27	41,54	0,64	51,41	0,95	80,05	1,48	87,11	1,61	38,47	0,71	66,23	1,22
	QS4	39,16	0,72	40,70	0,75	24,63	0,38	30,63	0,57	47,18	0,87	51,58	0,95	22,57	0,42	39,24	0,72
	QD3	66,08	1,22	68,87	1,27	41,54	0,64	51,41	0,95	80,05	1,48	87,11	1,61	38,47	0,71	66,23	1,22
Média		1,19		0,89		0,64		0,82		0,94		1,03		0,59		0,83	
Desvio Padrão		0,30		0,36		0,22		0,21		0,44		0,46		0,20		0,36	

## Influência da direcção do Vento – Salas & Gabinetes

Caudais e Renovações de Salas & Gabinetes em Função da Orientação do Vento																	
Orientação	Código	NOROESTE - 315°		NORTE - 0°		NORDESTE - 45°		ESTE - 90°		SUDESTE - 135°		SUL - 180°		SUDOESTE - 225°		OESTE - 270°	
		[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]
Rês De Chão	S.Pes	188,18	3,06	198,84	3,23	131,97	2,15	160,33	2,61	160,33	3,61	234,89	3,82	135,27	2,20	196,76	3,20
	Gab.Médico	69,98	2,07	74,13	2,19	42,83	1,27	58,39	1,73	58,39	2,32	82,35	2,44	43,99	1,30	67,93	2,01
	Sal. Estar 1	579,25	6,97	303,59	3,65	303,15	3,65	395,22	4,75	395,22	4,04	389,73	4,69	304,80	3,67	160,23	1,93
	Sal.Ref.	967,34	4,44	1197,62	5,49	1498,34	6,87	533,10	2,45	533,10	5,08	954,31	4,38	1894,08	8,69	1337,43	6,14
	Gab. Dir. Técn.	82,22	2,77	90,81	3,06	33,88	1,14	64,92	2,19	64,92	3,66	115,17	3,88	40,30	1,36	87,25	2,94
Piso Superior	Gab Adm.	81,66	2,68	90,26	2,97	32,84	1,08	64,09	2,11	64,09	3,54	114,97	3,78	39,30	1,29	86,75	2,85
	Sala Reunião	182,38	3,91	140,58	3,01	567,88	12,17	370,22	7,93	370,22	4,22	280,35	6,01	347,25	7,44	219,34	4,70
	Sala Estar 2	606,53	7,30	257,92	3,10	255,99	3,08	377,98	4,55	377,98	3,61	376,50	4,53	255,44	3,07	322,14	3,88
	Sala Conv.	936,73	4,30	1212,34	5,56	1545,03	7,09	416,28	1,91	416,28	5,05	930,59	4,27	2116,68	9,71	1415,93	6,50
Média		4,17		3,59		4,28		3,36		3,90		4,20		4,30		3,79	
Desvio Padrão		1,86		1,16		3,75		2,04		0,84		0,95		3,38		1,67	

## Influência da direcção do Vento – I.S. Simples

Caudais e Renovações de Instalações Sanitárias em Função da Orientação do Vento																	
Orientação	NOROESTE - 315°		NORTE - 0°		NORDESTE - 45°		ESTE - 90°		SUDESTE - 135°		SUL - 180°		SUDOESTE - 225°		OESTE - 270°		
	Código	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]
Res De Chão	I.S. Hom.	32,78	3,03	37,06	3,42	88,56	6,81	77,24	7,13	30,42	2,81	41,32	3,82	46,67	4,31	44,59	4,12
	I.S. Senh.	34,54	3,19	35,93	3,32	32,80	2,52	30,22	2,79	40,11	3,70	38,52	3,56	26,42	2,44	35,36	3,26
	I.S. Com	47,87	5,11	47,84	5,11	43,34	3,86	40,84	4,36	49,21	5,26	53,71	5,74	34,83	3,72	47,38	5,06
	I.S. Def.	53,82	3,89	56,54	4,09	42,97	2,59	43,68	3,16	63,02	4,56	70,33	5,09	35,68	2,58	56,38	4,08
	Sal.Suj.1	41,39	4,02	45,38	4,41	52,75	4,27	44,93	4,37	39,21	3,81	48,13	4,68	68,49	6,66	51,50	5,00
Piso Superior	I.S. Dir. Adm	72,70	5,91	74,62	6,07	61,60	4,17	62,84	5,11	59,03	4,80	74,39	6,05	50,93	4,14	73,51	5,98
	I.S. Com. Hom.	86,98	3,53	104,77	4,25	253,41	8,56	157,66	6,39	84,89	3,44	122,55	4,97	129,07	5,23	124,73	5,06
	I.S. Com. Senh.	86,98	3,53	104,77	4,25	253,41	8,56	158,27	6,42	84,89	3,44	122,55	4,97	129,07	5,23	124,73	5,06
	I.S. Com. Def.	57,83	3,97	66,70	4,58	136,62	7,82	84,81	5,83	54,85	3,77	78,22	5,38	70,37	4,84	75,58	5,19
	Sal.Suj.2	43,29	4,21	53,08	5,16	60,15	4,87	52,38	5,09	39,88	3,88	51,44	5,00	68,79	6,69	60,85	5,91
Média		4,04		4,47		5,41		5,06		3,95		4,92		4,58		4,87	
Desvio Padrão		0,88		0,82		2,35		1,42		0,73		0,77		1,46		0,84	

## Influência da direção do Vento – I.S. c/Duche

Caudais e Renovações de Instalações Sanitárias c/ Duche em Função da Orientação do Vento																	
Orientação	NOROESTE - 315°		NORTE - 0°		NORDESTE - 45°		ESTE - 90°		SUDESTE - 135°		SUL - 180°		SUDOESTE - 225°		OESTE - 270°		
	Código	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]
Res de Chão	Bal.Hom. Coz	88,78	5,47	91,63	5,65	83,44	4,28	79,43	4,89	97,99	6,04	106,55	6,57	69,19	4,26	90,78	5,59
	Bal.Senh. Coz	88,78	5,47	91,22	5,62	83,47	4,29	79,43	4,89	97,99	6,04	106,55	6,57	69,19	4,26	90,74	5,59
	Bal.Hom. Pes.	89,02	5,48	91,88	5,66	83,49	4,29	79,60	4,90	98,27	6,05	106,89	6,59	69,22	4,26	90,98	5,61
	Bal.Senh. Pes.	89,68	5,53	92,69	5,71	85,21	4,38	80,20	4,94	99,10	6,11	107,80	6,64	70,68	4,35	91,77	5,65
	I.S. Gab. Med.	65,53	3,73	64,63	3,68	75,21	3,57	71,69	4,08	64,89	3,69	95,12	5,41	62,63	3,56	81,32	4,63
	CBP1	107,89	5,01	60,46	2,81	71,99	2,79	76,01	3,53	65,97	3,06	76,77	3,56	60,56	2,81	68,97	3,20
	CBP2	112,85	5,24	74,36	3,45	70,92	2,74	74,70	3,47	64,73	3,01	75,38	3,50	59,00	2,74	67,80	3,15
	CBP3	112,85	5,24	74,51	3,46	91,80	3,55	74,88	3,48	65,08	3,02	75,78	3,52	59,30	2,75	68,15	3,16
	CBP4	107,89	5,01	76,09	3,53	90,77	3,51	76,03	3,53	65,99	3,06	76,78	3,56	60,07	2,79	68,98	3,20
	CBP5	91,52	4,25	90,59	4,21	86,62	3,35	82,25	3,82	93,52	4,34	104,36	4,84	72,06	3,35	90,93	4,22
	CBP6	93,59	4,34	93,03	4,32	88,24	3,41	84,03	3,90	93,72	4,35	107,37	4,98	73,46	3,41	93,23	4,33
	CBP7	93,38	4,34	92,83	4,31	88,04	3,41	83,84	3,89	93,50	4,34	107,14	4,97	73,29	3,40	93,02	4,32
	CBP8	91,53	4,25	90,59	4,21	86,62	3,35	82,25	3,82	93,52	4,34	104,87	4,87	72,06	3,35	90,93	4,22
	CBP9	93,28	4,33	92,72	4,30	87,88	3,40	83,73	3,89	93,42	4,34	107,06	4,97	73,17	3,40	92,93	4,31
	I.S. Banh.1	196,56	5,84	142,33	4,23	172,95	4,29	98,68	2,93	69,68	2,07	63,75	1,90	140,35	4,17	95,43	2,84
Piso Superior	CBP1	114,38	5,31	51,27	2,38	60,03	2,32	73,68	3,42	59,23	2,75	75,11	3,49	49,73	2,31	63,97	2,97
	CBP2	116,83	5,42	74,68	3,47	60,02	2,32	74,55	3,46	59,25	2,75	75,53	3,51	49,75	2,31	64,23	2,98
	CBP3	116,83	5,42	74,68	3,47	87,85	3,40	74,55	3,46	59,25	2,75	75,51	3,51	49,75	2,31	64,23	2,98
	CBP4	114,42	5,31	73,98	3,43	87,56	3,39	73,79	3,43	59,38	2,76	75,22	3,49	49,90	2,32	64,10	2,98
	CBP5	94,44	4,38	93,63	4,35	75,76	2,93	80,28	3,73	97,55	4,53	112,95	5,24	62,72	2,91	94,07	4,37
	CBP6	95,38	4,43	94,79	4,40	76,39	2,96	80,98	3,76	99,68	4,63	115,29	5,35	63,38	2,94	95,10	4,42
	CBP7	95,38	4,43	94,78	4,40	76,52	2,96	80,98	3,76	99,68	4,63	115,33	5,35	63,38	2,94	95,10	4,42
	CBP8	93,78	4,35	92,96	4,32	75,23	2,91	81,39	3,78	96,83	4,50	104,63	4,86	62,28	2,89	93,40	4,34
	CBP9	95,38	4,43	69,74	3,24	76,39	2,96	80,98	3,76	99,66	4,63	115,66	5,37	63,38	2,94	95,14	4,42
	I.S. Banh.2	194,16	5,77	137,83	4,10	169,07	4,19	120,73	3,59	67,63	2,01	49,33	1,47	138,73	4,13	92,66	2,76
Média		4,91		4,11		3,40		3,84		3,99		4,56		3,23		4,03	
Desvio Padrão		0,60		0,87		0,61		0,53		1,24		1,38		0,68		0,95	

## Influência da Variação de Temperatura – Quartos

Caudais e Renovações de Ar em Quartos																		
Situação de Inverno												Situação de Verão						
Var. Temp	Dif. Temp. = -4°C		Dif. Temp. = -7°C		Dif. Temp. = -25°C		Dif. Temp. = 0°C		Dif. Temp. = -9°C		Dif. Temp. = -5°C		Dif. Temp. = -20°C		Dif. Temp. = 17°C			
	Código	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	
Réis de Chão	QD1	83,01	1,53	90,58	1,67	158,00	2,43	84,85	1,31	94,11	1,74	84,12	1,55	118,39	2,19	22,36	0,41	
	QS1	62,57	1,15	71,68	1,32	110,89	1,71	72,83	1,12	73,39	1,35	67,88	1,25	83,03	1,53	21,25	0,39	
	QS2	62,55	1,15	71,59	1,32	113,66	1,75	72,75	1,12	73,31	1,35	67,82	1,25	86,81	1,60	21,50	0,40	
	QC1	83,12	1,53	90,74	1,67	158,56	2,44	84,85	1,31	94,31	1,74	84,24	1,55	87,10	1,61	24,34	0,45	
	QS3	35,78	0,66	43,48	0,80	96,79	1,49	23,11	0,36	47,87	0,88	37,78	0,70	69,86	1,29	52,41	0,97	
	QD2	71,39	1,32	87,75	1,62	194,38	2,99	46,32	0,71	96,58	1,78	76,23	1,41	140,61	2,60	106,86	1,97	
	QC2	71,39	1,32	87,70	1,62	194,29	2,99	46,30	0,71	96,58	1,78	76,19	1,41	140,54	2,59	106,81	1,97	
	QS3	35,78	0,66	43,48	0,80	96,79	1,49	23,10	0,36	47,87	0,88	37,78	0,70	69,90	1,29	52,41	0,97	
	QD3	71,39	1,32	87,76	1,62	194,44	2,99	46,30	0,71	96,59	1,78	76,23	1,41	140,64	2,60	106,91	1,97	
	QD1	82,23	1,52	87,91	1,62	142,01	2,18	88,62	1,36	88,74	1,64	82,14	1,52	108,18	2,00	35,76	0,66	
Piso Sup.	QS1	69,46	1,28	74,56	1,38	121,33	1,87	74,87	1,15	75,32	1,39	69,54	1,28	92,26	1,70	25,78	0,48	
	QS2	69,45	1,28	74,58	1,38	121,33	1,87	74,87	1,15	75,32	1,39	69,54	1,28	92,26	1,70	25,78	0,48	
	QC1	82,19	1,52	87,85	1,62	141,82	2,18	88,61	1,36	88,68	1,64	82,10	1,52	108,06	1,99	35,59	0,66	
	QS3	39,23	0,72	47,91	0,88	101,67	1,56	28,72	0,44	49,62	0,92	40,30	0,74	74,25	1,37	52,91	0,98	
	QD2	65,70	1,21	80,98	1,49	172,76	2,66	47,59	0,73	83,58	1,54	67,73	1,25	125,64	2,32	94,58	1,75	
	QC2	65,70	1,21	80,98	1,49	172,55	2,65	47,59	0,73	83,58	1,54	67,72	1,25	125,64	2,32	94,58	1,75	
	QS4	39,15	0,72	47,82	0,88	101,43	1,56	28,67	0,44	49,52	0,91	40,22	0,74	74,08	1,37	52,77	0,97	
	QD3	65,70	1,21	80,97	1,49	172,75	2,66	47,59	0,73	83,58	1,54	67,73	1,25	125,64	2,32	94,58	1,75	
	Média		1,19		1,37		2,19		0,88		1,43		1,23		1,91		1,05	
	Desvio Padrão		0,30		0,31		0,55		0,36		0,33		0,30		0,47		0,62	

## Influência da Variação de Temperatura – Salas & Gabinetes

Caudais e Renovações de Ar em Salas & Gabinetes																	
Situação de Inverno												Situação de Verão					
Var. Temp	Dif. Temp. = -4°C		Dif. Temp. = -7°C		Dif. Temp. = -25°C		Dif. Temp. = 0°C		Dif. Temp. = -9°C		Dif. Temp. = -5°C		Dif. Temp. = -20°C		Dif. Temp. = 17°C		
	Código	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]
Réis De Chão	S.Pes	188,18	3,06	232,41	3,78	422,03	6,86	103,63	1,69	253,42	4,12	201,40	3,27	367,33	5,97	282,76	4,60
	Gab.Médico	69,98	2,07	83,83	2,48	143,53	4,25	43,53	1,29	90,08	2,67	73,88	2,19	126,10	3,73	100,98	2,99
	Sal. Estar 1	579,25	6,97	652,01	7,84	1013,16	12,19	469,34	5,65	685,28	8,24	595,72	7,17	900,53	10,83	434,60	5,23
	Sal.Ref.	967,34	4,44	1218,32	5,59	2242,50	10,29	429,88	1,97	1317,69	6,05	1028,52	4,72	1942,00	8,91	1666,03	7,64
Piso Superior	Gab. Dir. Técn.	82,22	2,77	100,71	3,39	178,97	6,03	51,26	1,73	110,13	3,71	88,63	2,98	156,63	5,27	128,76	4,34
	Gab Adm.	81,66	2,68	99,78	3,28	176,26	5,79	50,93	1,67	108,94	3,58	87,91	2,89	154,43	5,08	127,07	4,18
	Sala Reunião	182,38	3,91	157,91	3,38	544,30	11,66	292,15	6,26	230,30	4,93	134,95	2,89	455,42	9,76	507,48	10,87
	Sala.Estar 2	606,53	7,30	654,86	7,88	913,77	10,99	537,95	6,47	674,31	8,11	613,65	7,38	827,95	9,96	103,92	1,25
Sala Conv.	936,73	4,30	1234,43	5,66	2432,06	11,16	141,37	0,65	1363,79	6,26	1018,59	4,67	2094,25	9,61	1845,16	8,46	
Média		4,17		4,81		8,80		3,04		5,30		4,24		7,68		5,51	
Desvio Padrão		1,86		2,03		3,03		2,35		2,00		1,91		2,64		2,97	

## Influência da Variação de Temperatura – I.S. Simples

Caudais e Renovações de Ar em Instalações Sanitárias																	
Situação de Inverno																	
Var. Temp	Dif. Temp. = -4°C		Dif. Temp. = -7°C		Dif. Temp. = -25°C		Dif. Temp. = 0°C		Dif. Temp. = 9°C		Dif. Temp. = -5°C		Dif. Temp. = -20°C		Dif. Temp. = 17°C		
	Código	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]		
Rés De Chão	I.S. Hom.	32,78	3,03	47,16	4,35	100,18	9,25	25,93	2,39	38,94	5,44	44,31	4,09	89,24	8,24	75,80	7,00
	I.S. Senh.	34,54	3,19	42,95	3,97	79,73	7,36	20,93	1,93	47,05	4,34	36,99	3,42	69,07	6,38	50,06	4,62
	I.S. Com.	47,87	5,11	59,63	6,37	112,74	12,05	27,75	2,96	65,40	6,99	51,28	5,48	97,11	10,37	68,67	7,34
	I.S. Def.	53,82	3,89	63,79	4,61	105,14	7,60	35,89	2,60	68,53	4,95	56,88	4,11	93,56	6,76	65,33	4,72
	Sal.Suj.1	41,39	4,02	54,63	5,31	109,13	10,60	14,94	1,45	61,33	5,96	45,83	4,45	93,86	9,12	72,44	7,04
Piso Superior	I.S. Dir. Adm.	72,70	5,91	86,60	7,04	152,08	12,36	51,28	4,17	93,85	7,63	76,28	6,20	132,78	10,80	94,43	7,68
	I.S. Com. Hom.	86,98	3,53	115,88	4,70	225,18	9,13	32,93	1,34	130,32	5,28	97,79	3,97	195,76	7,94	179,91	7,30
	I.S. Com. Senh.	86,98	3,53	115,88	4,70	225,18	9,13	32,93	1,34	130,33	5,28	97,79	3,97	195,78	7,94	179,91	7,30
	I.S. Com. Def.	57,83	3,97	75,57	5,19	146,55	10,07	17,05	1,17	84,59	5,81	64,34	4,42	126,91	8,72	97,11	6,67
	Sal.Suj.2	43,29	4,21	56,02	5,44	108,75	10,57	16,42	1,60	63,08	6,13	48,53	4,72	94,38	9,17	61,94	6,02
Média		4,04		5,17		9,81		2,09		5,78		4,48		8,54		6,57	
Desvio Padrão		0,88		0,94		1,66		0,95		0,97		0,81		1,41		1,09	

## Influência da Variação de Temperatura – I.S. c/ Duche

Caudais e Renovações de Ar em Instalações Sanitárias c/ Duche																	
Situação de Inverno																	
Var. Temp	Dif. Temp. = -4°C		Dif. Temp. = -7°C		Dif. Temp. = -25°C		Dif. Temp. = 0°C		Dif. Temp. = 9°C		Dif. Temp. = -5°C		Dif. Temp. = -20°C		Dif. Temp. = 17°C		
	Código	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]	[m³/h]	[Ren/h]		
Rés de Chão	Bal.Hom. Coz	89,74	5,53	109,63	6,75	201,15	12,39	49,82	3,07	119,77	7,38	95,29	5,87	174,43	10,75	131,00	8,07
	Bal.Senh. Coz	89,74	5,53	109,63	6,75	201,15	12,39	49,82	3,07	119,77	7,38	95,29	5,87	174,43	10,75	131,00	8,07
	Bal.Hom. Pes	89,96	5,54	109,41	6,74	201,26	12,40	50,01	3,08	120,12	7,40	95,56	5,89	174,51	10,75	131,00	8,07
	Bal.Senh. Pes.	90,70	5,59	110,51	6,81	203,49	12,54	50,01	3,08	120,45	7,42	95,95	5,91	176,23	10,86	131,17	8,08
	I.S. Gab. Med.	64,98	3,70	86,89	4,94	172,17	9,79	18,78	1,07	95,95	5,46	70,93	4,03	147,92	8,41	138,06	7,85
	CBP1	107,87	5,01	122,52	5,69	194,05	9,01	86,27	4,00	129,28	6,00	111,34	5,17	171,99	7,98	87,68	4,07
	CBP2	112,91	5,24	125,98	5,85	190,78	8,86	92,81	4,31	131,80	6,12	115,68	5,37	170,74	7,93	87,55	4,06
	CBP3	113,18	5,25	126,34	5,87	191,30	8,88	93,09	4,32	131,80	6,12	116,03	5,39	171,18	7,95	87,56	4,06
	CBP4	107,93	5,01	122,53	5,69	194,11	9,01	86,27	4,00	131,81	6,12	111,36	5,17	171,93	7,98	87,70	4,07
	CBP5	91,27	4,24	113,95	5,29	211,14	9,80	51,13	2,37	125,12	5,81	98,54	4,57	183,06	8,50	135,52	6,29
	CBP6	91,61	4,25	116,59	5,41	216,34	10,04	52,08	2,42	129,71	6,02	100,78	4,68	187,56	8,71	138,97	6,45
	CBP7	91,41	4,24	116,34	5,40	215,90	10,02	51,98	2,41	127,77	5,93	100,55	4,67	187,18	8,69	138,68	6,44
	CBP8	91,27	4,24	113,95	5,29	211,14	9,80	51,13	2,37	125,12	5,81	98,54	4,57	183,06	8,50	135,52	6,29
	CBP9	91,32	4,24	116,21	5,40	215,61	10,01	51,98	2,41	127,58	5,92	100,45	4,66	186,93	8,68	135,20	6,28
	I.S.Banh.	196,63	5,85	182,95	5,44	125,72	3,74	211,69	6,29	170,61	5,07	189,54	5,64	69,30	2,06	305,53	9,08
Piso Superior	Inst.s San. C/Duche	113,96	5,29	123,78	5,75	175,65	8,15	100,04	4,64	128,31	5,96	116,26	5,40	159,03	7,38	205,7	9,95
	Inst.s San. C/Duche	114,83	5,33	126,44	5,87	178,54	8,29	102,73	4,77	130,93	6,08	118,79	5,51	161,75	7,51	201,4	9,94
	Inst.s San. C/Duche	114,83	5,33	126,41	5,87	178,50	8,29	102,73	4,77	130,93	6,08	118,79	5,51	161,75	7,51	201,4	9,94
	Inst.s San. C/Duche	114,02	5,29	123,86	5,75	175,91	8,17	100,06	4,65	128,43	5,96	108,83	5,05	159,27	7,39	22,31	1,04
	Inst.s San. C/Duche	93,43	4,34	116,27	5,40	190,05	8,82	65,67	3,05	120,64	5,60	100,23	4,65	168,50	7,82	107,42	4,99
	Inst.s San. C/Duche	94,79	4,40	112,65	5,23	192,85	8,95	66,13	3,07	122,19	5,67	101,33	4,70	167,49	7,78	109,79	5,10
	Inst.s San. C/Duche	92,77	4,31	112,65	5,23	192,85	8,95	66,12	3,07	121,93	5,66	101,33	4,70	169,87	7,89	109,80	5,10
	Inst.s San. C/Duche	92,77	4,31	110,48	5,13	189,03	8,78	65,20	3,03	119,78	5,56	99,52	4,62	169,53	7,87	106,61	4,95
	Inst.s San. C/Duche	94,38	4,38	112,65	5,23	192,86	8,95	66,13	3,07	121,67	5,65	101,32	4,70	166,26	7,72	109,80	5,10
Inst.s San. C/Duche	194,97	5,80	180,37	5,36	119,21	3,54	211,23	6,28	167,74	4,99	187,40	5,57	65,84	1,96	255,28	7,59	
Média		4,89		5,69		9,18		3,55		6,05		5,12		7,97		5,36	
Desvio Padrão		0,63		0,54		2,15		1,24		0,67		0,53		2,10		2,45	

## Influência da Variação de Velocidade – Quartos

Caudais e Renovações de Ar em Quartos							
	Código	Velocidade [2,8 m/s]		Velocidade [2,2m/s]		Velocidade [4,2 m/s]	
		[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]
Rés de Chão	QD1	83,01	1,53	68,45	1,26	118,55	2,19
	QS1	62,57	1,15	54,78	1,01	99,43	1,84
	QS2	62,55	1,15	54,73	1,01	99,33	1,83
	QC1	83,12	1,53	68,58	1,27	118,63	2,19
	QS3	35,78	0,66	32,69	0,60	41,73	0,77
	QD2	71,39	1,32	66,23	1,22	83,64	1,54
	QC2	71,39	1,32	66,19	1,22	83,61	1,54
	QS3	35,78	0,66	32,69	0,60	41,73	0,77
	QD3	71,39	1,32	66,23	1,22	83,64	1,54
Piso Sup.	QD1	82,23	1,52	66,63	1,23	120,52	2,22
	QS1	69,46	1,28	56,03	1,03	103,31	1,91
	QS2	69,45	1,28	56,03	1,03	103,32	1,91
	QC1	82,19	1,52	66,60	1,23	120,48	2,22
	QS3	39,23	0,72	35,44	0,65	49,76	0,92
	QD2	65,70	1,21	59,98	1,11	83,10	1,53
	QC2	65,70	1,21	59,98	1,11	83,10	1,53
	QS4	39,15	0,72	35,79	0,66	49,67	0,92
	QD3	65,70	1,21	59,98	1,11	78,93	1,46
	Média		1,19		1,03		1,60
	Desvio Padrão		0,30		0,24		0,49

## Influência da Variação de Velocidade – Salas & Gabinetes

Caudais e Renovações de Ar em Salas & Gabinetes							
	Código	Velocidade [2,8 m/s]		Velocidade [2,2m/s]		Velocidade [4,2 m/s]	
		[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]
Rés De Chão	S.Pes	188,18	3,06	176,98	2,88	219,73	3,57
	Gab.Médico	69,98	2,07	63,68	1,88	86,48	2,56
	Sal. Estar 1	579,25	6,97	492,18	5,92	804,20	9,67
	Sal.Ref.	967,34	4,44	955,78	4,38	993,40	4,56
Piso Superior	Gab. Dir. Técn.	82,22	2,77	75,66	2,55	100,70	3,39
	Gab Adm.	81,66	2,68	74,95	2,46	100,40	3,30
	Sala Reunião	182,38	3,91	95,08	2,04	388,70	8,33
	Sala.Estar 2	606,53	7,30	501,03	6,03	868,40	10,45
	Sala Conv.	936,73	4,30	926,78	4,25	959,72	4,40
	Média		4,17		3,60		5,58

## Influência da Variação de Velocidade – I.S. Simples

Caudais e Renovações de Ar em Instalações Sanitárias							
	Orientação Código	Velocidade [2,8 m/s]		Velocidade [2,2m/s]		Velocidade [4,2 m/s]	
		[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]
Rés De Chão	I.S. Hom.	39,33	3,03	30,68	2,83	36,85	3,40
	I.S. Senh.	41,45	3,19	31,36	2,90	43,63	4,03
	I.S. Com	57,44	5,11	43,36	4,63	60,84	6,50
	I.S. Def.	64,58	3,89	48,11	3,48	69,35	5,01
	Sal.Suj.1	49,67	4,02	39,39	3,83	45,87	4,46
Piso Superior	I.S. Dir.Adm	87,24	5,91	64,51	5,24	96,13	7,82
	I.S. Com. Hom.	104,38	3,53	85,19	3,45	91,12	3,69
	I.S. Com. Senh.	104,38	3,53	85,19	3,45	91,12	3,69
	I.S. Com. Def.	69,39	3,97	55,26	3,80	64,31	4,42
	Sal.Suj.2	51,95	4,21	40,37	3,92	50,90	4,95
	Média		4,04		3,86		4,95
	Desvio Padrão		0,88		0,70		1,38

## Influência da Variação de Velocidade – I.S. c/ Duche

Caudais e Renovações de Ar em Instalações Sanitárias c/ Duche							
Orientação	Código	Velocidade [2,8 m/s]		Velocidade [2,2m/s]		Velocidade [4,2 m/s]	
		[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ren/h]
Rés de Chão	Bal.Hom. Coz	89,74	5,53	82,68	5,09	107,79	6,64
	Bal.Senh. Coz	89,74	5,53	82,67	5,09	107,79	6,64
	Bal.Hom. Pes	89,96	5,54	82,86	5,11	107,92	6,65
	Bal.Senh. Pes.	90,70	5,59	83,60	5,15	109,48	6,75
	I.S. Gab. Med.	64,98	3,70	64,28	3,66	66,81	3,80
	CBP1	107,87	5,01	92,33	4,29	147,98	6,87
	CBP2	112,91	5,24	95,44	4,43	157,93	7,33
	CBP3	113,18	5,25	95,71	4,44	157,93	7,33
	CBP4	107,93	5,01	92,35	4,29	148,01	6,87
	CBP5	91,27	4,24	84,26	3,91	112,27	5,21
	CBP6	91,61	4,25	86,21	4,00	114,69	5,32
	CBP7	91,41	4,24	86,03	3,99	114,69	5,32
	CBP8	91,27	4,24	84,35	3,92	112,27	5,21
CBP9	91,32	4,24	85,92	3,99	114,69	5,32	
I.S.Banh.	196,63	5,85	143,95	4,28	312,60	9,30	
Piso Superior	Inst.s San. C/Duche	113,96	5,29	94,57	4,39	161,96	7,52
	Inst.s San. C/Duche	114,83	5,33	96,59	4,48	166,11	7,71
	Inst.s San. C/Duche	114,83	5,33	96,57	4,48	166,11	7,71
	Inst.s San. C/Duche	114,02	5,29	94,63	4,39	161,95	7,52
	Inst.s San. C/Duche	93,43	4,34	83,17	3,86	123,34	5,73
	Inst.s San. C/Duche	94,79	4,40	84,12	3,91	124,69	5,79
	Inst.s San. C/Duche	92,77	4,31	84,12	3,91	120,53	5,60
	Inst.s San. C/Duche	92,77	4,31	82,58	3,83	122,51	5,69
	Inst.s San. C/Duche	94,38	4,38	84,12	3,91	124,69	5,79
	Inst.s San. C/Duche	194,97	5,80	141,83	4,22	311,31	9,26
Média			4,89		4,28		6,52
Desvio Padrão			0,63		0,44		1,29

## **ANEXO F – Localização de Grelhas**

## Localização de Grelhas – Quartos – Rés-do-Chão

Grelhas - Quartos - Rés-do-chão													
Espaço	Local. altura [m]	Dimensão [cm x cm]								Total	Área total cm2		
		[20X10] 80	[30X10] 120	[20X15] 170	[30X15] 250	[15X30] 270	[30X20] 300	[20X40] 450	[30X30] 500				
QD1	0,2 int	1										1	120
	0,2 ext							1		1	300		
	2,8 ext											0	0
QS1	0,2 int	1										1	120
	0,2 ext					1					1	170	
	2,8 ext											0	0
QS2	0,2 int	1										1	120
	0,2 ext					1					1	170	
	2,8 ext											0	0
QC1	0,2 int	1										1	120
	0,2 ext							1		1	300		
	2,8 ext											0	0
QS3	0,2 int	1										1	120
	0,2 ext					1					1	170	
	2,8 ext											0	0
QD2	0,2 int					1						1	250
	0,2 ext							1		1	450		
	2,8 ext											0	0
QC2	0,2 int					1						1	250
	0,2 ext							1		1	450		
	2,8 ext											0	0
QS4	0,2 int	1										1	120
	0,2 ext					1					1	170	
	2,8 ext											0	0
QD3	0,2 int					1						1	250
	0,2 ext							1		1	450		
	2,8 ext											0	0

Nota: As grelhas interiores permitem exclusivamente o escoamento de ar entre os Quartos e o Corredor 3

## Localização de Grelhas – Quartos - Piso Superior

Grelhas - Quartos - Piso Superior												
Espaço	Local. altura [m]	Dimensão [cm x cm]								Total	Área total cm2	
		[20X10] 80	[30X10] 120	[20X15] 170	[30X15] 250	[15X30] 270	[30X20] 300	[20X40] 450	[30X30] 500			
QD1	0,2 int			1							1	170
	0.2 ext					1					1	270
	2,8 ext										0	0
QS1	0,2 int	1									1	80
	0.2 ext				1						1	250
	2,8 ext										0	0
QS2	0,2 int	1									1	80
	0.2 ext				1						1	250
	2,8 ext										0	0
QC1	0,2 int			1							1	170
	0.2 ext					1					1	270
	2,8 ext										0	0
QS3	0,2 int			1							1	170
	0.2 ext				1						1	250
	2,8 ext										0	0
QD2	0,2 int						1				1	300
	0.2 ext								1		1	500
	2,8 ext										0	0
QC2	0,2 int						1				1	300
	0.2 ext								1		1	500
	2,8 ext										0	0
QS4	0,2 int			1							1	170
	0.2 ext				1						1	250
	2,8 ext										0	0
QD3	0,2 int						1				1	300
	0.2 ext								1		1	500
	2,8 ext										0	0

Nota: As grelhas interiores permitem exclusivamente o escoamento de ar entre os Quartos e o Corredor 4

## Localização de Grelhas – Salas & Gabinetes

Grelhas & Condutas - Salas - Gabinetes												
Espaço	Local. altura [m]	Dimensão [cm x cm]								Total	Área total cm2	
		[30X15]	[15X30]	[40X20]	[20X40]	[30X30]	[50X20]	[40X30]	[50X40]			C.[20X15]
		250	270	400	450	500	600	700	1200			250
S.Pes	0,2 int				2						2	900
	0,2 ext							2			2	1200
	2,8 ext										0	0
Gab.Médico	0,2 int		1								1	270
	0,2 ext			1							1	400
	2,8 ext										0	0
Sal.Estar 1	0,2 int				4						4	1800
	0,2 ext										0	0
	2,8 ext								4		4	1000
Sal. Ref	0,2 int										0	0
	0,2 ext								5		5	6000
	2,8 ext								5		5	6000
Gab.Dir.Téc	0,2 int					1					1	500
	0,2 ext					1					1	500
	2,8 ext										0	0
Gab. Adm	0,2 int					1					1	500
	0,2 ext					1					1	500
	2,8 ext										0	0
S. Reunião	0,2 int										0	0
	0,2 ext					2		1			3	1700
	2,8 ext					2		1			3	1700
Sal. Estar 2	0,2 int										0	0
	0,2 ext					4					4	2000
	2,8 ext								4		4	1000
Sala Conv.	0,2 int										0	0
	0,2 ext								5		5	6000
	2,8 ext								5		5	6000

Nota: As grelhas interiores permitem exclusivamente o escoamento de ar entre as Salas ou Gabinetes e os corredores 3 ou 4, consoante o piso.

## Localização de Grelhas – I.Sanitárias Simples

Grelhas & Condutas -Instalações Sanitárias Simples											
Espaço	Local. altura [m]	Dimensão [cm x cm]								Total	Área total cm2
		C.[15X10] 150	[20X15] 170	[20X20] 200	C.[20X10] 200	C.[25X10] 250	[30X20] 300	C.[20X15] 300	[40X30] 700		
I.S. Hom	0,2 int									0	0
	0.2 ext			1						1	200
	2,8 ext				1					1	200
I.S. Senh	0,2 int									0	0
	0.2 ext	1								1	150
	2,8 ext	1								1	150
I.S. Com	0,2 int									0	0
	0.2 ext	1								1	150
	2,8 ext				1					1	200
I.S. Def.	0,2 int									0	0
	0.2 ext							1		1	300
	2,8 ext				1					1	200
Sal Suj.	0,2 int									0	0
	0.2 ext		1							1	170
	2,8 ext	1								1	150
I.S. Dir. Adm	0,2 int									0	0
	0.2 ext							1		1	300
	2,8 ext				1					1	200
I.S. Com. Hom	0,2 int									0	0
	0.2 ext								1	1	700
	2,8 ext							1		1	300
I.S.Com. Def	0,2 int									0	0
	0.2 ext							1		1	300
	2,8 ext					1				1	250
I.S. Com. Senh	0,2 int									0	0
	0.2 ext								1	1	700
	2,8 ext							1		1	300
Sal Suj.2	0,2 int									0	0
	0.2 ext		1							1	170
	2,8 ext	1								1	150

## Localização de Grelhas – I.Sanitárias c/ Duche

Grelhas & Condutas - Instalações Sanitárias c/ Duche									
Espaço	Local. altura [m]	Dimensão [cm x cm]						Total	Área total cm2
		C.[20X10] 200	C.[25X10] 250	C.[20X15] 300	C.[20X20] 400	[40X20] 400	[30X30] 500		
Bal. Hom. Coz	0,2 int							0	0
	0.2 ext					1		1	400
	2,8 ext		1					1	250
Bal.Senh. Coz	0,2 int							0	0
	0.2 ext					1		1	400
	2,8 ext		1					1	250
Bal. Hom. Pes	0,2 int							0	0
	0.2 ext					1		1	400
	2,8 ext		1					1	250
Bal. Senh. Pes	0,2 int							0	0
	0.2 ext					1		1	400
	2,8 ext		1					1	250
I.S. Gab. Med.	0,2 int							0	0
	0.2 ext					1		1	400
	2,8 ext			1				1	300
I.S. c/Banh 1	0,2 int							0	0
	0.2 ext						1	1	700
	2,8 ext						1	1	700
I.S. c/Banh2	0,2 int							0	0
	0.2 ext						1	1	700
	2,8 ext						1	1	700

Grelhas & Conduas -Casas de Banho Privativas - Rés-De-Chão									
Espaço	Local. altura [m]	Dimensão [cm x cm]						Total	Área total cm2
		C.E[20X10] 200	C.E[25X10] 250	C.E.[20X20] 400	[40X20] 400	[30X30] 500	[40X30] 700		
CBP1	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext	1						1	200
CBP2	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext	1						1	200
CBP3	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext	1						1	200
CBP4	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext	1						1	200
CBP5	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext		1					1	250
CBP6	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext		1					1	250
CBP7	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext		1					1	250
CBP8	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext		1					1	250
CBP9	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext		1					1	250

**Grelhas & Conduas - Casas de Banho Privativas - Piso Superior**

Espaço	Local. altura [m]	Dimensão [cm x cm]						Total	Área total cm2
		C.E[20X10] 200	C.E[25X10] 250	C.E.[20X20] 400	[40X20] 400	[30X30] 500	[40X30] 700		
CBP1	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext	1						1	200
CBP2	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext	1						1	200
CBP3	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext	1						1	200
CBP4	0,2 int							0	0
	0.2 ext				1			1	400
	2,8 ext	1						1	200
CBP5	0,2 int							0	0
	0.2 ext					1		1	500
	2,8 ext		1					1	250
CBP6	0,2 int							0	0
	0.2 ext					1		1	500
	2,8 ext		1					1	250
CBP7	0,2 int							0	0
	0.2 ext					1		1	500
	2,8 ext		1					1	250
CBP8	0,2 int							0	0
	0.2 ext					1		1	500
	2,8 ext		1					1	250
CBP9	0,2 int							0	0
	0.2 ext					1		1	500
	2,8 ext		1					1	250

## Localização de Grelhas – Corredores

Grelhas & Condutas - Corredor 3												
Espaço	Local. altura [m]	Dimensão [cm x cm]								Total	Área total cm2	
		[20X10] 80	[30X10] 120	[20X15] 170	[30X15] 250	[15X30] 270	[30X20] 300	[20X40] 450	[30X30] 500			CE[25X20] 500
Quartos	0,2 int		6		3						9	1470
	0,2 ext										0	0
	2,8 ext										0	0
Salas & Gabinetes	0,2 int					1		2			3	1170
	0,2 ext										0	0
	2,8 ext										0	0
Exterior	0,2 int										0	0
	0,2 ext										0	0
	2,8 ext									4	4	2000

Grelhas & Condutas - Corredor 4												
Espaço	Local. altura [m]	Dimensão [cm x cm]								Total	Área total cm2	
		[20X10] 80	[30X10] 120	[20X15] 170	[30X15] 250	[15X30] 270	[30X20] 300	[20X40] 450	[30X30] 500			CE[25X20] 500
Quartos	0,2 int	2			4			3		1	10	2190
	0,2 ext										0	0
	2,8 ext										0	0
Salas & Gabinetes	0,2 int								2		2	1000
	0,2 ext										0	0
	2,8 ext										0	0
Exterior	0,2 int										0	0
	0,2 ext										0	0
	2,8 ext									4	4	2000