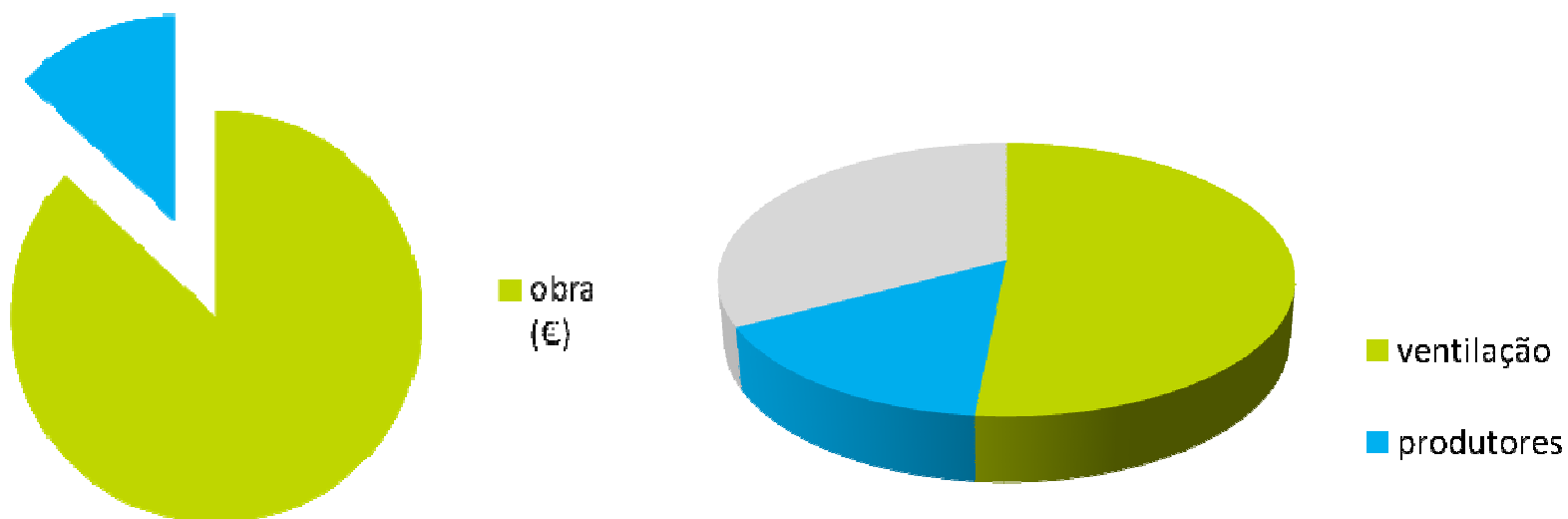


DECOMPOSIÇÃO DOS CUSTOS COM AVAC

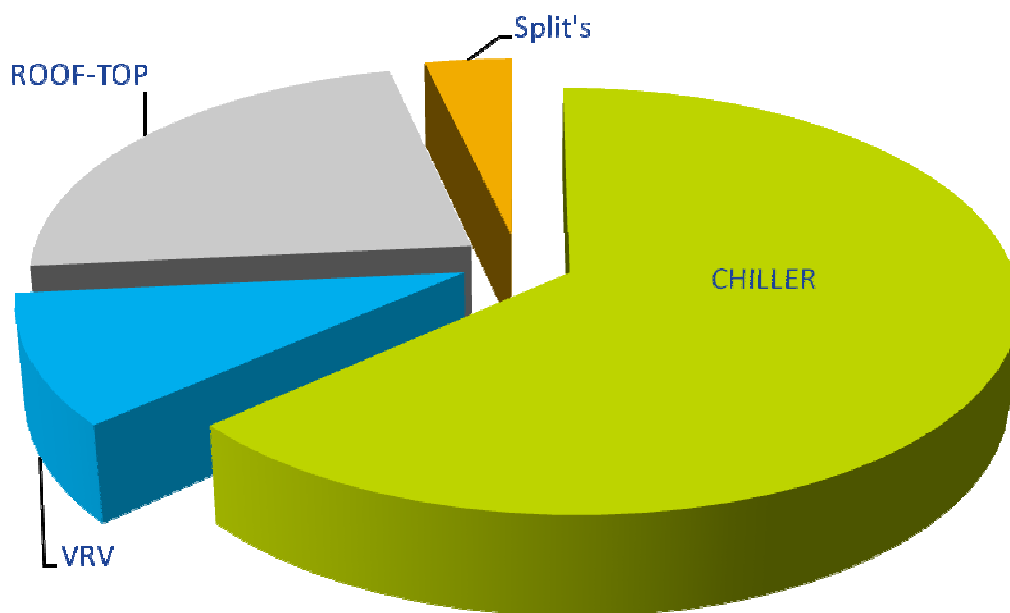
Exemplo Real



POTÊNCIA AVAC INSTALADA

Exemplo Real

PRODUÇÃO FRIO & CALOR

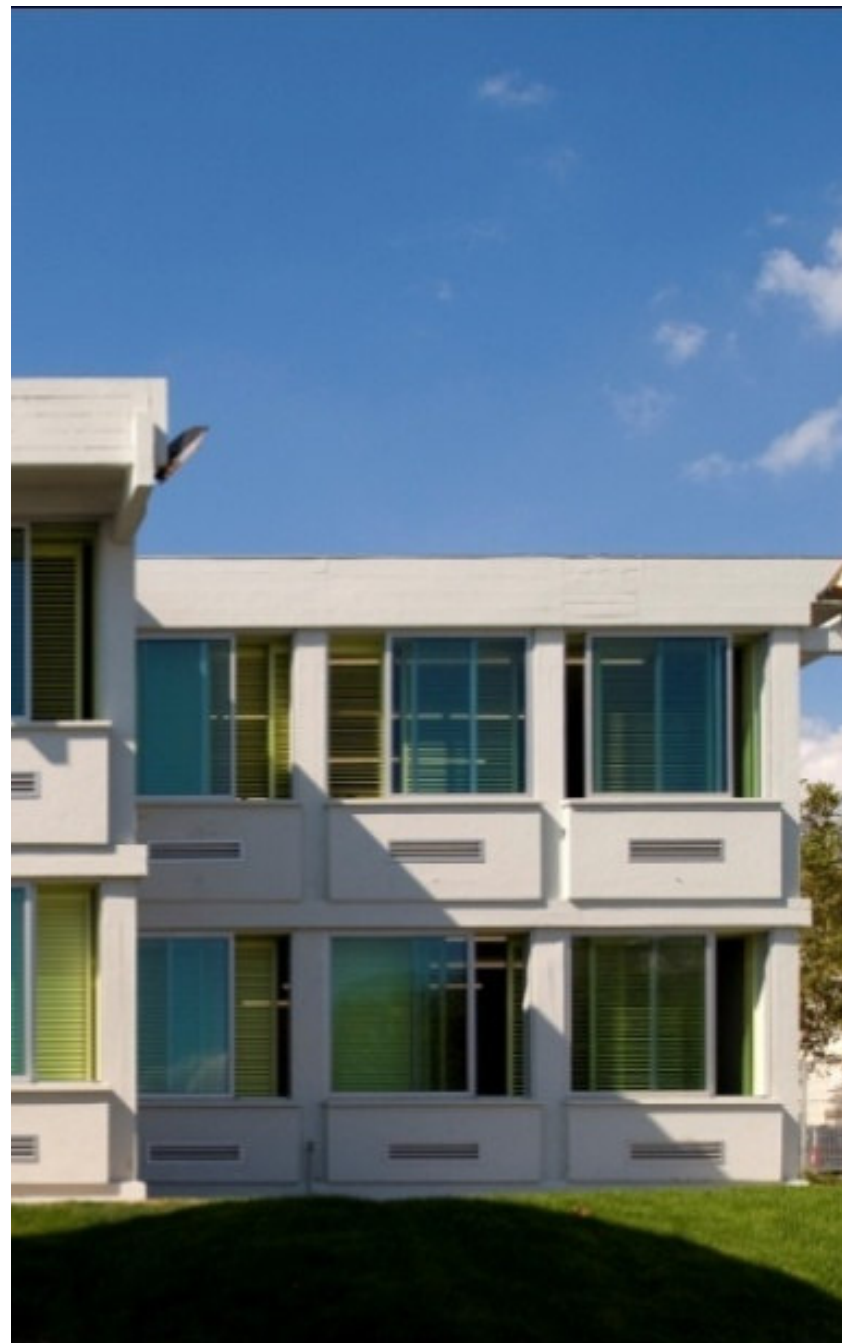


Potência Arrefecimento - (kW)	790
Potência Aquecimento - (kW)	750
Potência Eléctrica Instalada - (kW)	300

APLICAÇÃO DE VENTILAÇÃO NATURAL

Exemplo

- Caudal médio de Ar Novo nas escolas – 100.000 m³/h
- Caudal de Ar Novo em escolas com aplicação parcial de ventilação natural – 45.000 m³/h



ESTUDOS ENCOMENDADOS PELA PARQUE ESCOLAR

Outubro 2010

FEUP - Prof. Vasco Freitas

Vários Estudos entre os quais:

- análise de propostas de janelas para a sala tipo;
- memorando sobre o sistema de ventilação;
- condicionamento acústico para a Escola Secundária Rodrigues de Freitas;
- avaliação de parâmetros higrotérmicos na Escola Secundária Rodrigues de Freitas.

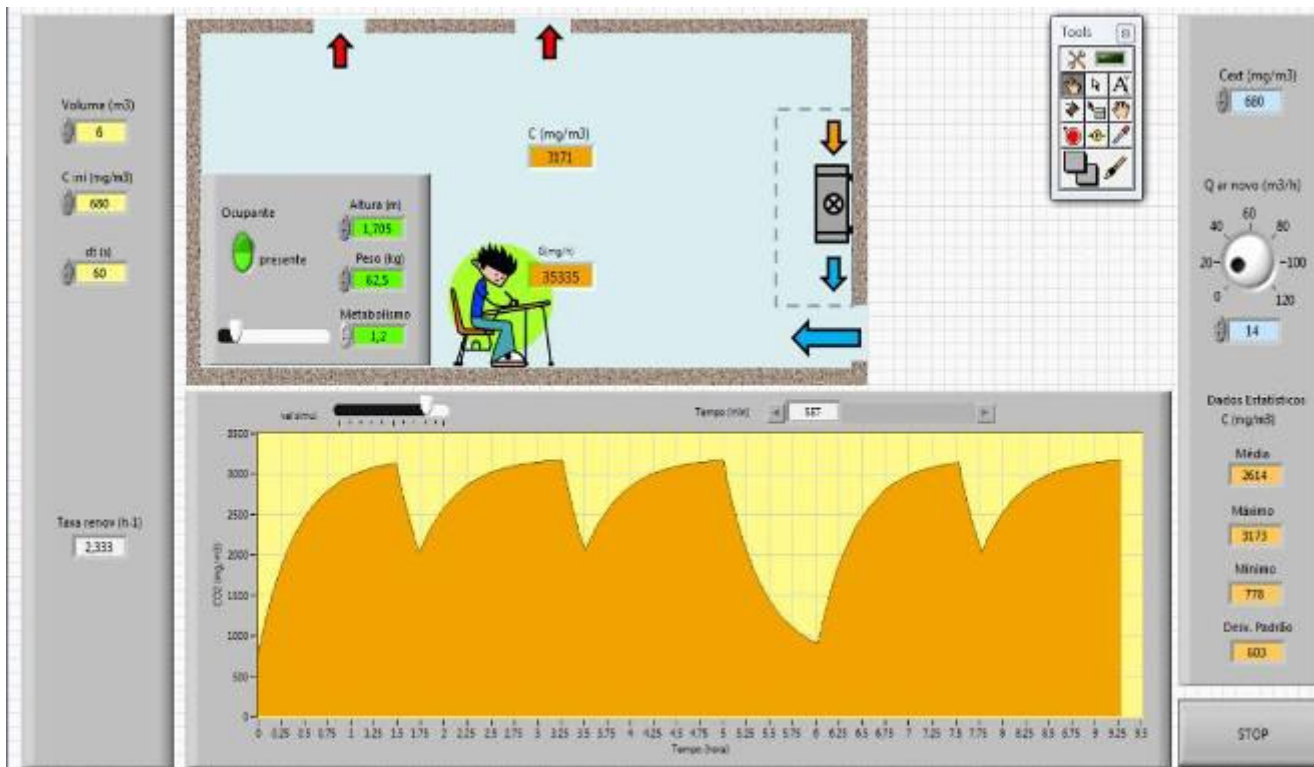
ESTUDOS ENCOMENDADOS PELA PARQUE ESCOLAR

Outubro 2010

Prof. Manuel Gameiro

- Requisitos de ventilação em escolas

EXEMPLO DE SIMULAÇÃO



Determinação de caudal mínimo para garantir concentração média diária de CO_2 de $1.5 \times 1.8 = 2,7 \text{ g/m}^3$. Sala de aulas com 25 alunos, 50 m^2 de área, 3 m de pé direito. Turma com 50% de rapazes e 50% de raparigas, com idade de **18 anos**

CONCLUSÕES

“Os valores dos caudais de ar novo prescritos no RSECE para as salas de aulas são muito altos quando comparados com outras recomendações internacionais. Ao contrário do que acontece na generalidade das outras legislações estrangeiras analisadas, em que as especificidades, em termos da rotina diária de ocupação e das características antropométricas da população ocupante, foram tidas em conta na fixação dos caudais mínimos de ar novo, isso não se passa com a legislação portuguesa. Na generalidade dessas legislações, os valores dos caudais de ar novo por ocupante nas escolas situam-se na ordem de 60% a 70% do prescrito pelo RSECE, enquanto, por exemplo, no caso dos valores para escritórios, eles são praticamente da mesma ordem de grandeza.”

CONCLUSÕES (Cont.)

“O esforço de recuperação dos edifícios escolares, pela grandeza da obra envolvida, merece uma reflexão cuidada, no sentido de evitar exageros no dimensionamento das instalações, não devendo soluções de engenharia como a ventilação natural ou a ventilação híbrida ser totalmente esquecidas ou ignoradas na fase de projecto pelo facto de a recente legislação nacional não as ter contemplado com o mesmo grau de detalhe que contemplou a ventilação puramente mecânica. Os custos futuros de funcionamento e manutenção das instalações devem claramente ser tidos em conta, assumindo-se que uma obra de engenharia deve representar o melhor compromisso relativamente a vários aspectos, nomeadamente a eficiência energética.”

CONCLUSÕES (Cont.)

“A opção pelos sistemas de ventilação exclusivamente mecânica não pode ser a única possibilidade aberta pelo enquadramento legislativo, devendo essa opção ser justificada como única só nos casos em que as características ambientais externas, por corresponderem a ambientes muito poluídos, obriguem ao tratamento e filtragem de todo o ar novo. Refira-se, por exemplo o facto de nos países escandinavos (AIVC Guide to Ventilation 1996) ser limitada a potência específica dos ventiladores instalados a um valor máximo de 2.5 kW por m³/s de caudal, de modo a incentivar, tanto quanto possível, o recurso aos processos de ventilação natural.”

ESTUDOS ENCOMENDADOS PELA PARQUE ESCOLAR

Outubro 2010

Eng. Carrilho da Graça

Sistemas energéticos em escolas secundárias portuguesas: análise custo-benefício

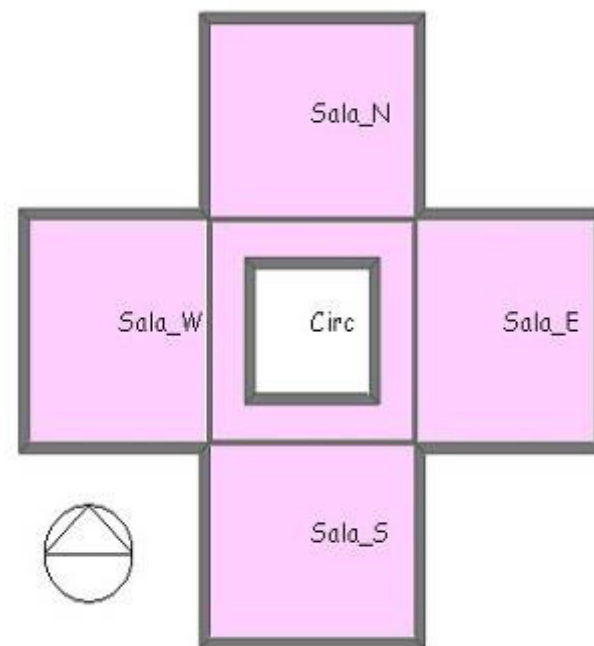
CENÁRIOS ESTUDADOS

Para quatro climas representativos (Lisboa, Porto, Bragança e Beja) foram estudados os seguintes cenários:

	Cenários	Envolvente térmica	Sistema de regulação de iluminação	Recuperação de calor
1. AVAC: sim?	NATVENT	Solução Construtiva Base	Sem controlo de iluminação	Não
	MECVENT			
	MECVENT+			
	AVAC (UTAN + SVRF)			
2. AVAC: qual?	UTAN	Versão Base	Sem controlo de iluminação	Não
	SVRF	Versão Base	Sem controlo de iluminação	Sim
	UTAN (BC)			
	SVRF			
3. Envolvente?	SVRF	Versão Base	Sem controlo de iluminação	Não
		Isolamento		
		Sombreamento Exterior		
		Isolamento + Sombreamento Exterior		
4. Iluminação?	SVRF	Versão Base	ON/OFF	Não
			DIMMING	
			CREPUSCULAR	

MODELO ESTUDADO

- Modelo simplificado de um pavilhão de uma escola
- Contempla as 4 orientações principais (Norte, Sul, Este e Oeste)



CONCLUSÕES

- O nível de conforto nas escolas secundárias portuguesas actuais é reduzido
- O aumento de custos anuais por aluno devido à instalação de sistemas AVAC não é significativo tendo em conta o possível aumento de rendimento
- O sistema VRF é o mais recomendado para este tipo de instalações:
 - ✓ Mais económico
 - ✓ Menor manutenção
 - ✓ Menor custo de implementação
- A aplicação de isolamento térmico em concelhos com climas como o do Porto e Bragança é recomendável, também numa perspectiva económica
- Os sistemas de sombreamento exterior são fortemente recomendáveis
- Os sistemas de recuperação de calor não tem retorno financeiro
- Os sistemas de regulação de iluminação deverão ter aplicação obrigatória

CONCLUSÕES

- Numa perspectiva de custo benefício simples, os sistemas solares térmicos não são recomendáveis
- Os sistemas solares fotovoltaicos podem suprir 40% da energia eléctrica necessária para o funcionamento da escola (no cenário pós reabilitação)
- Tendo em conta o previsível aumento de rendimento do processo lectivo o investimento em sistemas de climatização é claramente justificado
- O estudo não considerou os efeitos da temperatura nem o rendimento do professor, o que poderia levar a resultados ainda mais satisfatórios
- Os custos energéticos anuais de uma escola com 1000 alunos aumentam 30%, passando a representar 0.8% do orçamento anual
- A utilização de sistemas de climatização e ventilação mecânica tem um custo anual de aproximadamente 70€/aluno.

ESTUDOS ENCOMENDADOS PELA PARQUE ESCOLAR

Outubro 2010

LMSA - Eng. Luís Malheiro da Silva

Estudo para aplicação de ventilação natural numa escola

VENTILAÇÃO NATURAL EM ESCOLAS

- A experiência e simulações computacionais mostram ser possível conceber sistemas de ventilação natural práticos e económicos para escolas, e que a resistência ao uso destes está associada mais à falta de familiaridade com o funcionamento dos sistemas passivos, frequentemente vistos como não controláveis, do que com as limitações reais desse tipo de sistema.
- O projecto de ventilação natural não é no entanto trivial, dado que é necessário entender essas limitações e aceitar a variabilidade de distribuição de pressões devidas à circulação atmosférica e à convecção térmica.

REPLICABILIDADE

É aconselhável considerar a realização, para cada projecto de escola nova ou a requalificar, de um estudo de viabilidade enquadrado por termos de referência específicos:

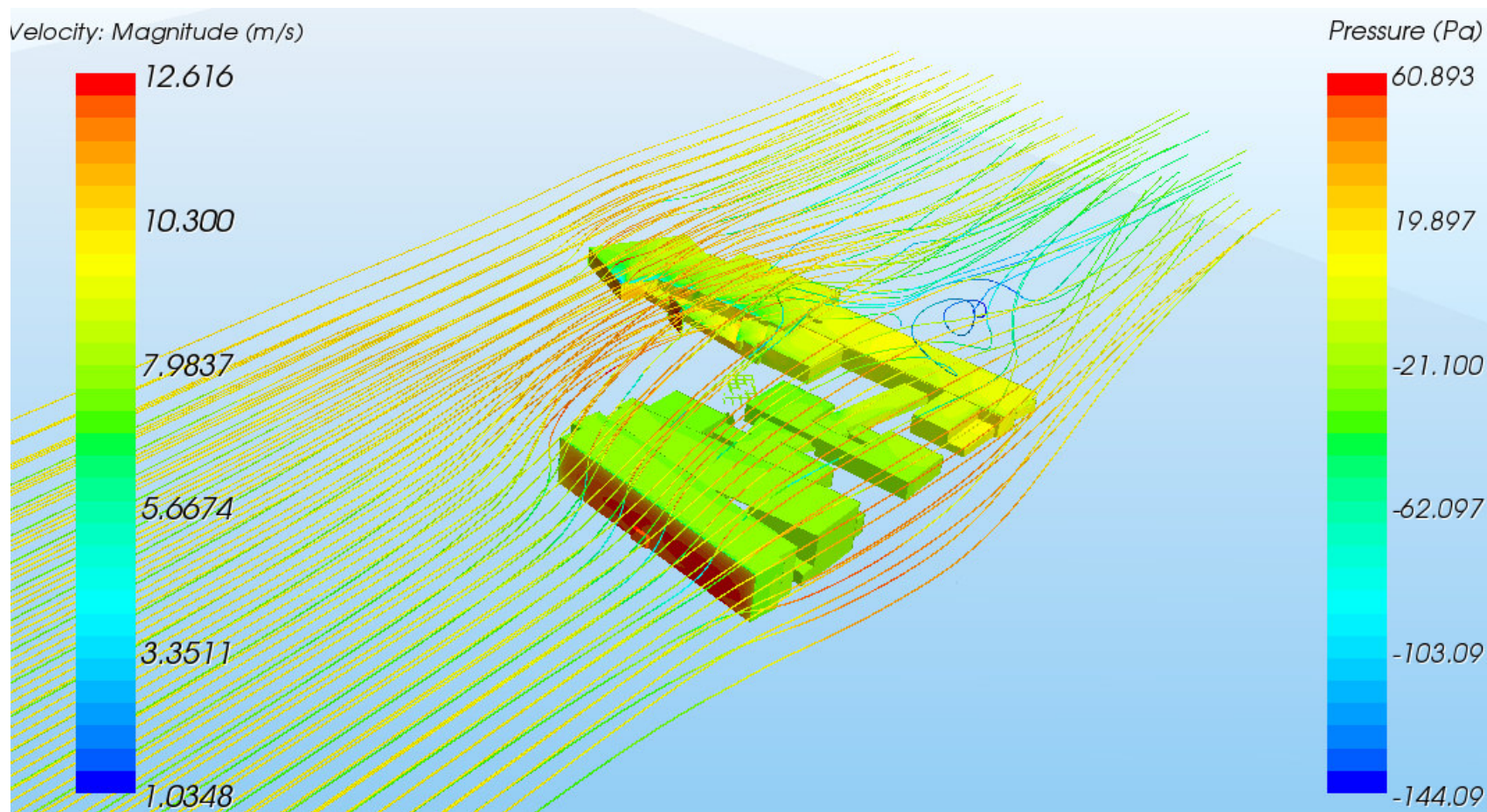
- a) caracterização preliminar de coeficientes de pressão aerodinâmica nos diferentes alçados para as principais orientações do vento
- b) simulação de fluxos ou escoamentos dentro do edifício
- c) tipos de dispositivo de ventilação a empregar
- d) formas de operação e controlo a prever

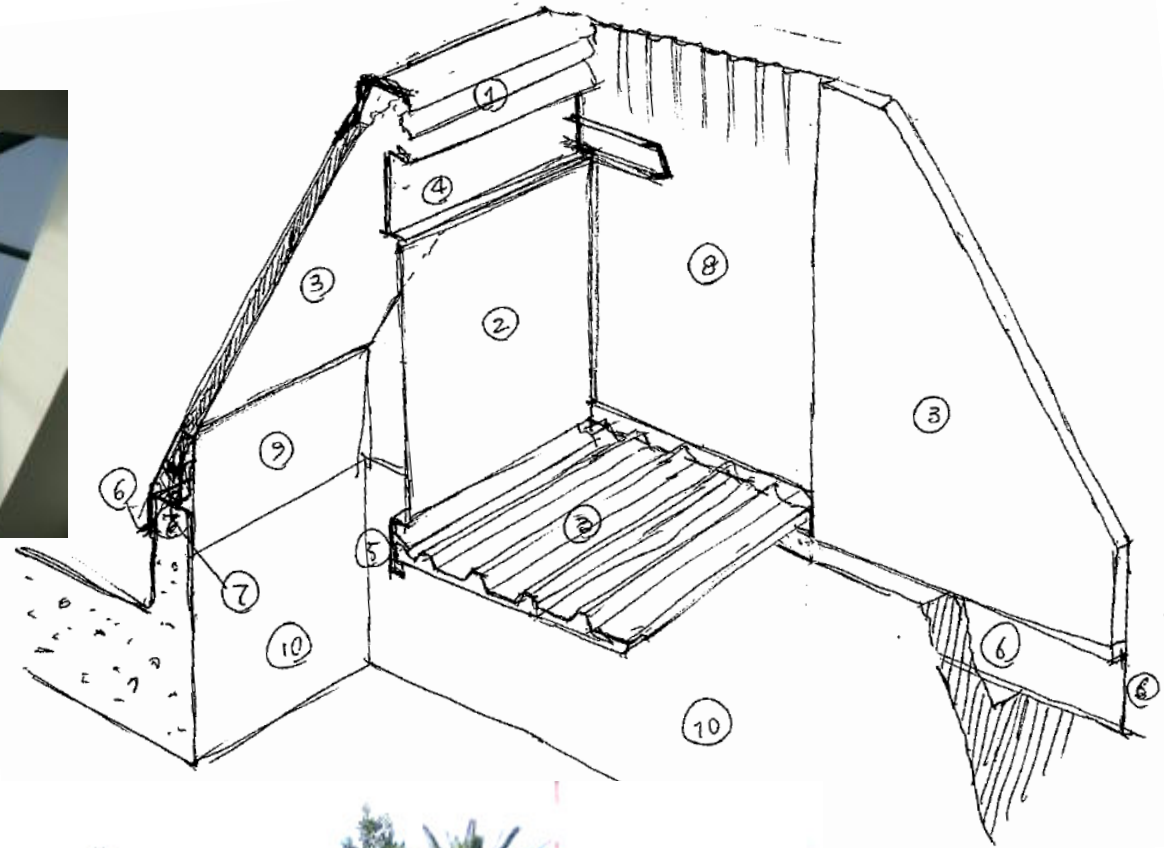
SALAS DE AULA

Um caudal nominal de 25 m³/h.aluno pode ser obtido em condições controladas e de forma fiável por meios passivos, cumprindo simultaneamente exigências acústicas regulamentares, com um dimensionamento económico do sistema de ventilação.

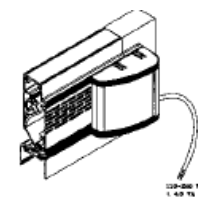
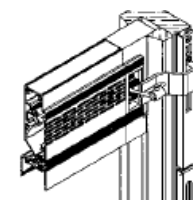
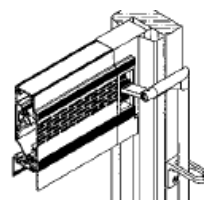
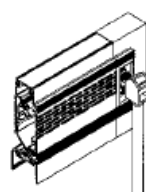
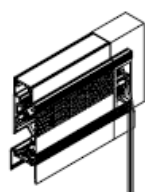
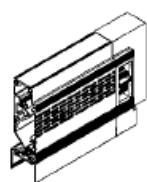
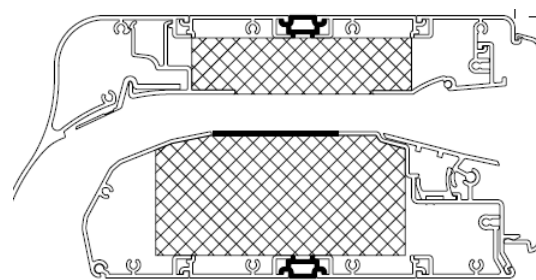
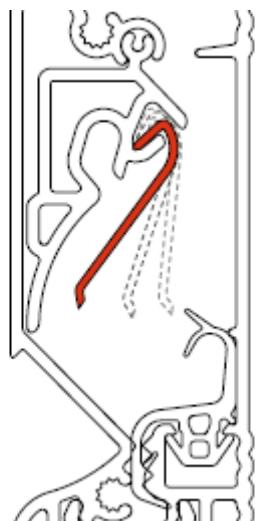
EXEMPLO DE ESCOAMENTO EXTERIOR

Escola de Vialonga Estudo Prévio (simulação em Star CC+, BlueCAPE)



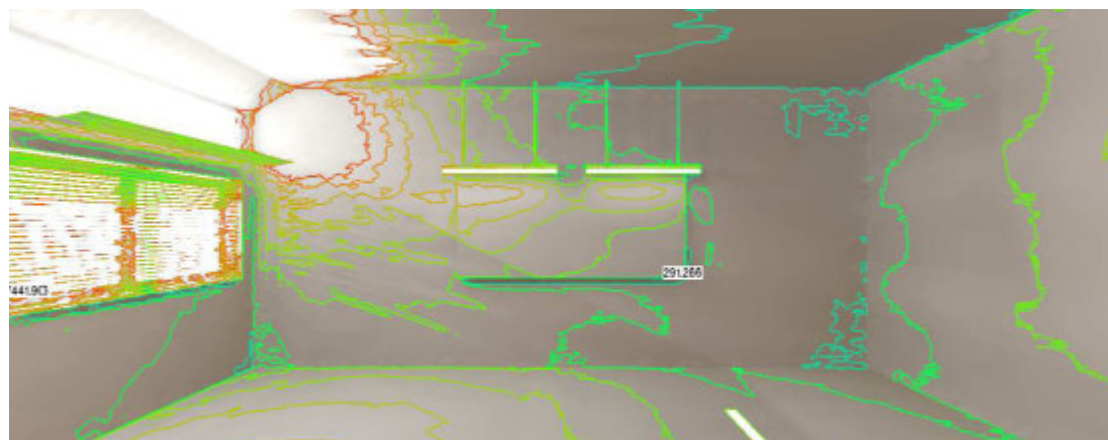
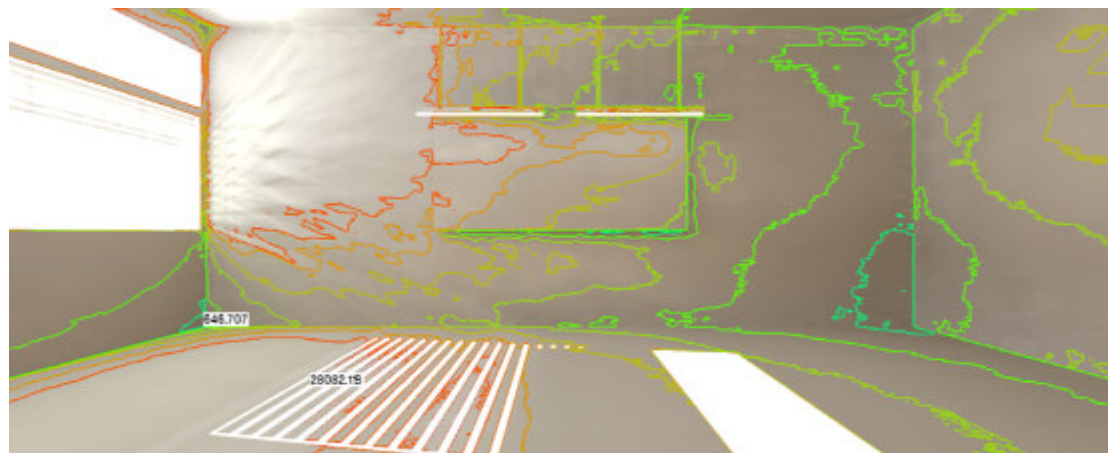


A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR

ILUMINAÇÃO NATURAL DE SALAS DE AULA



MONITORIZAÇÃO E AVALIAÇÃO

Outubro 2010

Através de meios internos e externos, está a Parque Escolar a proceder à monitorização e avaliação, em várias escolas com visualização em tempo real, de parâmetros ambientais tais como:

- temperatura do ar;
- temperatura radiante;
- humidade relativa;
- consumo energético;
- qualidade do ar (CO₂ e COV'S);
- índice de luminância;
- condições meteorológicas exteriores.

REVISÃO DOS REGULAMENTOS

Outubro 2010

De acordo com estudos apresentados e normas internacionais, verifica-se, no caso particular das escolas, que o caudal de ar novo introduzido nos espaços de ensino poderá ser substancialmente reduzido para conseguir as concentrações de poluentes nos níveis regulamentares.

Neste sentido, a PE, enquanto membro do Conselho Consultivo para a revisão do RSECE-QAI, já manifestou esta posição.

Indo de encontro às actuais tendências da revisão do RSECE QAI a redução de 1/3 no caudal, implicará uma considerável diminuição no custo inicial de funcionamento e manutenção.

DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO

Outubro 2010



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO

PARQUE ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** escolar



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** escolar



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** *ESCOLAR*



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** escolar



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** escolar



A ENERGIA NO PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO PARQUE ESCOLAR DO ENSINO SECUNDÁRIO **PARQUE** ESCOLAR

PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DAS ESCOLAS COM ENSINO SECUNDÁRIO

A Escola é o Nosso Futuro

PARQU*e*SCOLAR