



53rd

AiCARR International Conference

12-13-14 march 2024

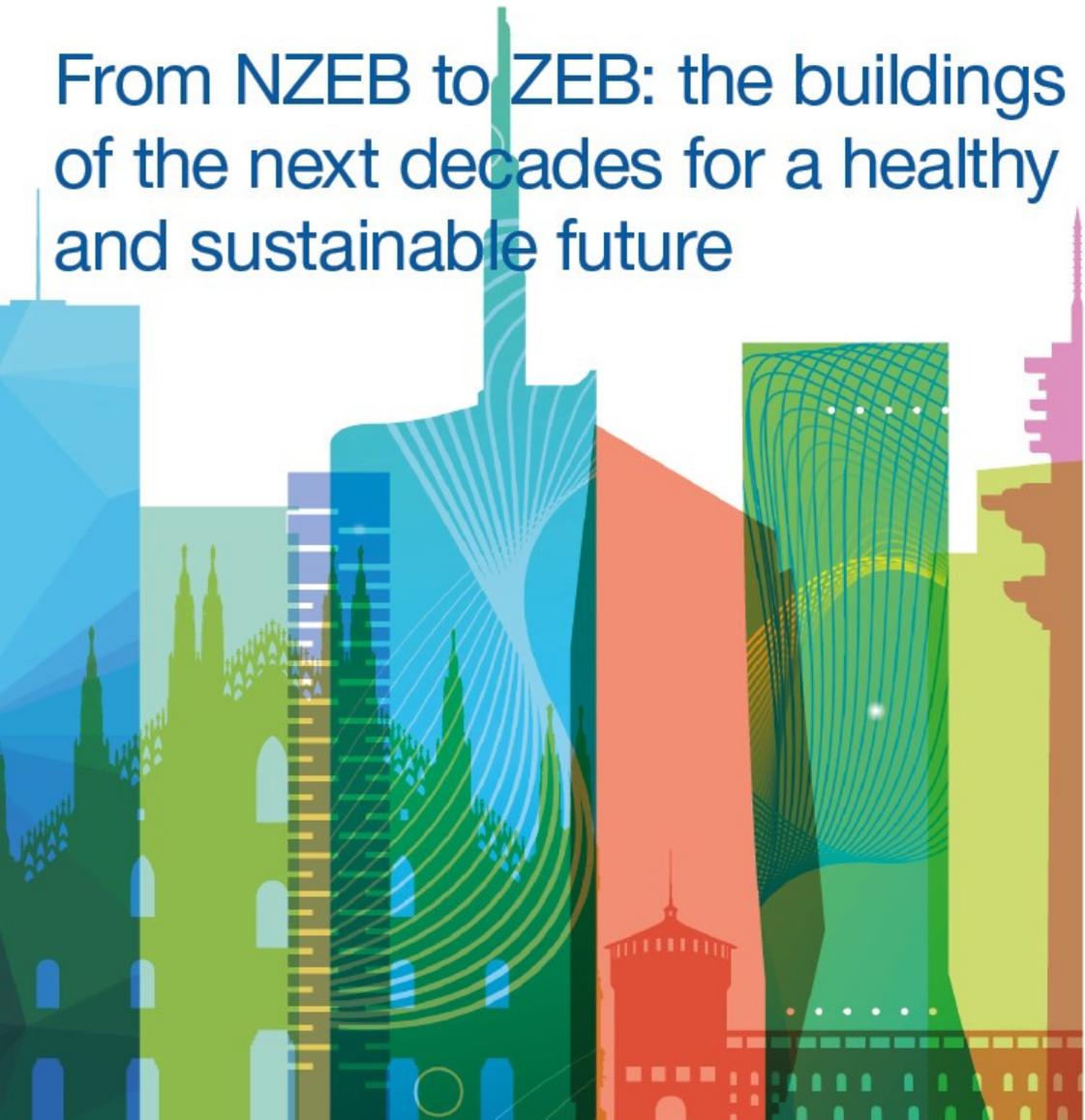
Fiera Milano, Rho (MI) | MCE 2024

From NZEB to ZEB: the buildings of the next decades for a healthy and sustainable future



53rd AiCARR International Conference
12-13-14 march 2024
Fiera Milano, Rho (MI) | MCE 2024

From NZEB to ZEB: the buildings
of the next decades for a healthy
and sustainable future



Liquid air filtration and continuous monitoring: customized IAQ

DOMENICO CAPULLI¹- ROGÉRIO REGAZZI² ,
*1 Velha Despoluição Atmosférica- Rio Janeiro, BR , 2 3 R Brasil – Rio
de Janeiro, BR*

Tecnologia de controle de poluentes físico-químico - biológico do Ar.

- O ar, matéria-prima da Climatização, apresenta novos tipos de contaminantes, gases e poluentes biológicos que exigem tecnologias inovadoras e melhores que a filtragem mecânica tradicional.
- A qualidade do ar está online no Microsoft Climate com diversas cidades recomendando fechar janelas e aplicar purificadores de ar, devido à capitulação da atmosfera por poluentes como PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ e óxidos de nitrogênio, oxigênio e carbono.



São Paulo-BR O₃: 345 µg/m³, Very unhealthy

Seul-KR PM_{2.5}: 44µg/m³, Poor

Milano-IT PM_{2.5}: 41µg/m³, Poor

O ar agora é visível - as informações do IAQ estão disponíveis para os gerentes do edifício e consultores HVAC.

Os projetistas de sistemas HVAC-R estão conscientes de suas responsabilidades em mudar esse cenário, usando tecnologias BADCT ("Best Available Demonstrated Control Technology") para garantir ar com qualidade físico-químico-biológica.

Pollutant	Averaging Time	2005 AQGs	2021 AQGs
PM _{2.5} , µg/m ³	annual	10	5
	24 h ^a	25	15
PM ₁₀ , µg/m ³	annual	20	15
	24 h ^a	50	45
O ₃ , µg/m ³	Peak season ^b	-	60
	8 h ^a	100	100
NO ₂ , µg/m ³	annual	40	10
	24 h ^a	-	25
SO ₂ , µg/m ³	24 h ^a	20	40
CO, mg/m ³	24 h ^a	-	4

Air Quality Guidelines AQGs. "Source: WHO, 2021)".



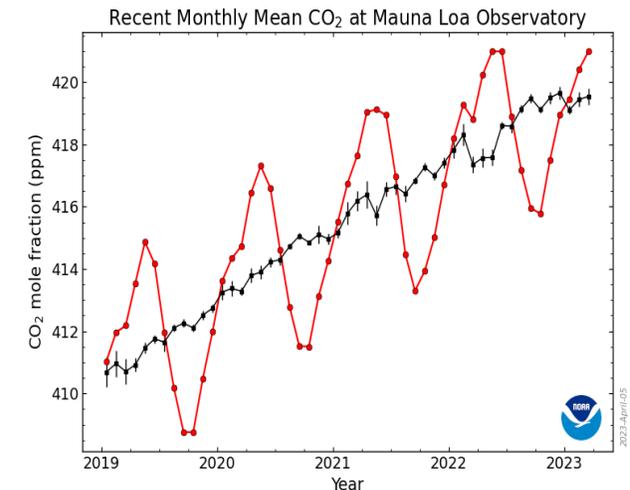
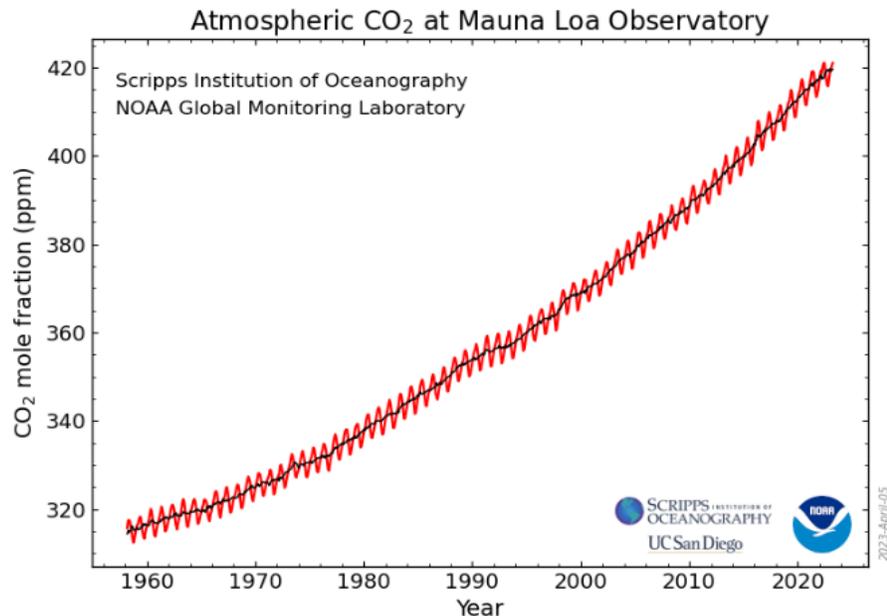
Contaminantes atmosféricos submicrométricos

- Material particulado fino ($PM_{2,5}$ e $PM_{1,0}$) penetram nos pulmões e na corrente sanguínea, doenças sistema cardiovascular quanto respiratório,, acidente vascular cerebral, câncer de pulmão e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Uma nova pesquisa também mostrou a presença de nanoplásticos e poluentes submicrométricos que alcançam diretamente o cérebro pelo nervo olfativo.
- Os centros urbanos são **ilhas carbônicas** com partículas antropogênicas muito finas à partir do desenvolvimento de injeção eletrônica para motores que tornaram a combustão mais eficiente e menos poluente, entretanto gerando partículas muito mais finas e portanto nocivas a respiração.
- As normas ANSI/ASHRAE 62.1 e EN13779 classes de qualidade do ar, a pandemia da COVID-19 vulnerabilidade dos sistemas HVAC das edificações não controlam ativos biológicos e poluentes gasosos(NO_2 , CO_2 , O_3) . O documento ASHRAE-Position Document on Filtration and Air Cleaning(2021) citam tecnologias ativas como ozonólise, emissão UVc e filtros eletrostáticos, porem total ausência de tecnologias de tratamento de ar o caminho úmido, como a lavagem do ar, em sistemas de HVAC



Paradigma inovação tecnologia rota Sêca x Úmida

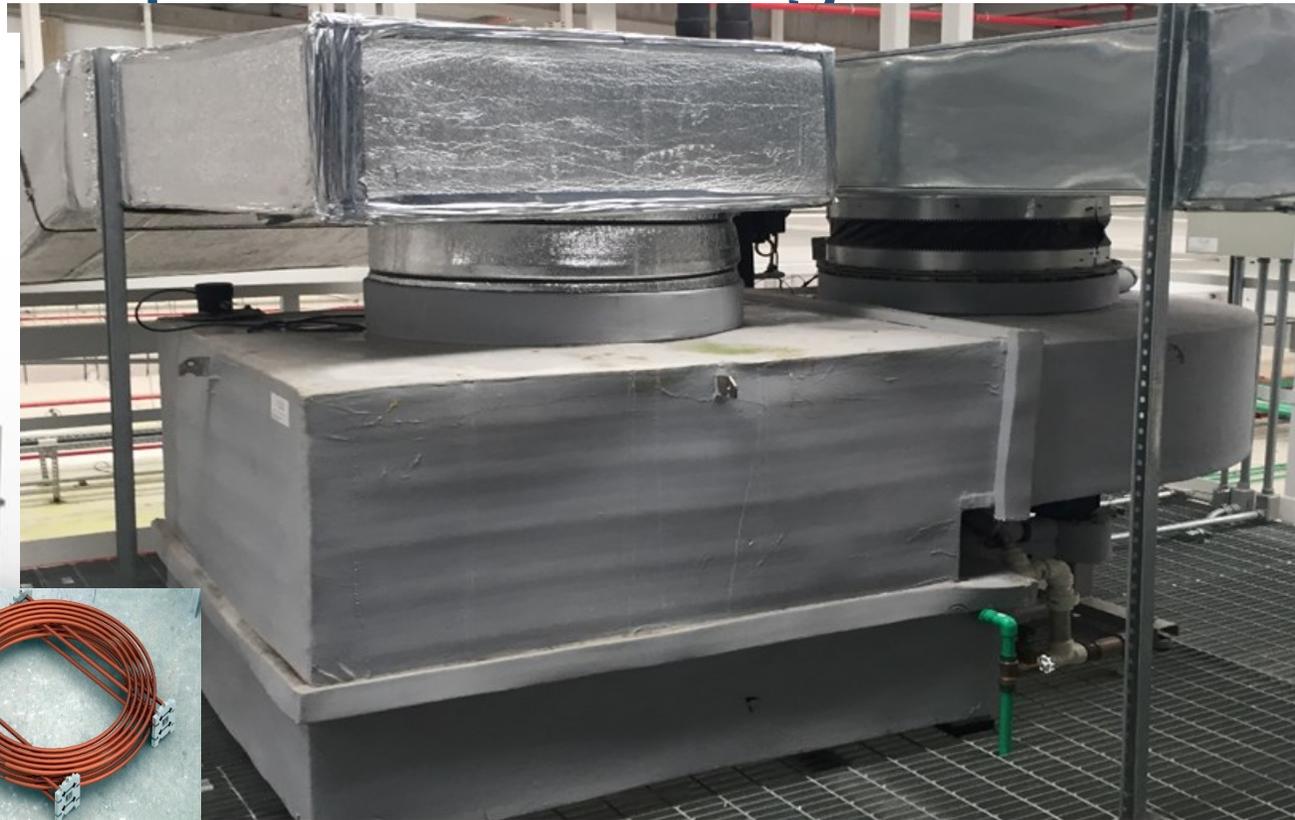
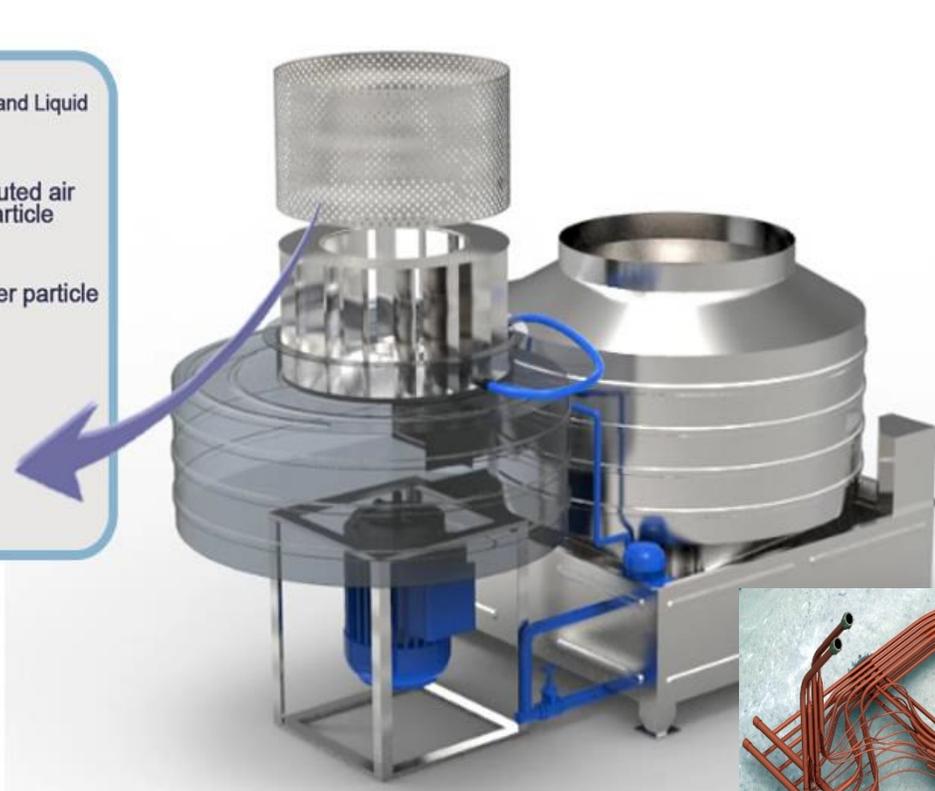
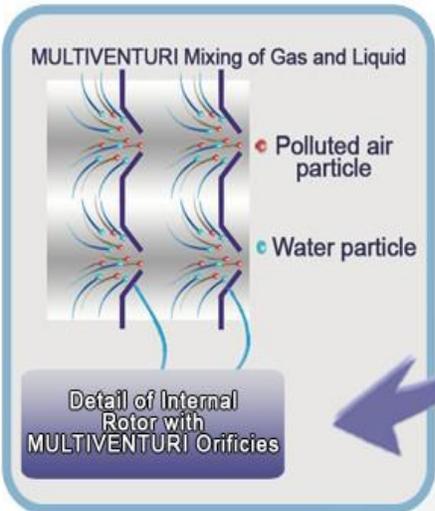
- Net zero ou balanço zero de energia nas edificações = Σ Geração – Σ Consumo = 0 consumo zero de energia líquida operacional, isto é, demandas energéticas são supridas pelo próprio.
- Europa ➡ 40% do consumo global de energia primária e das emissões de gases do efeito estufa se devem às edificações. Solução ➡ descarbonização @ eficiência energética simultâneas.
- DOAS – Outdoor Air Systems, filtram partículas em climatização de edificações sem atuar nos níveis de gás carbônico na atmosfera > vazão de ar externo em uma edificação para estabilizar níveis internos de gás CO₂
- A curva da concentração de CO₂ na atmosfera mudou de tangente, reduzindo ainda mais o ciclo de vida do ar climatizado à custas de energia, ou seja 99,9% da massa do ar será descartada pela presença de 0,12%(1200 ppm) CO₂



Rota Umida tecnologia de controle de poluentes físico-químico- biológico = Qualidade do Ar Customizado.

- Neste estudo, associamos a tecnologia de centrifugação ar-líquido refrigerado multiventuri de purificadores precipitadores hidrodinâmicos associada ao monitoramento sincronizado e contínuo de parâmetros IAQ (PM10, PM2,5, PM1, CO2) em ambientes urbanos externos e internos de um shopping center, e avaliamos a desempenho da rota úmida para tratamento físico-químico e biológico do ar, inovador arranjo para performance dos projetos de ar condicionado;
- Instalação implantada em 2017 : Shopping Leblon Rio de Janeiro-BRAZIL com o objetivo de extrair a névoa salina do ar que provocou corrosão de componentes elétricos, além de qualificar nos aspectos físico-químico, tem controle termohigrométrico, para garantir ao longo de todo ano e sob qualquer condição o “set point” de projeto: 24°C@55% U.R.
- Monitoramento contínuo a laser calibrado por seis dias(21-27/04/2023) de tempo estável, com reduzido tráfego por conta de feriado, em localidade residencial e a cerca de 200 m de canal marítimo com água salgada, ambiência de inserção da instalação. O líquido do equipamento no início e final do ensaio caracterizou alteração da condutividade elétrica($\mu\text{S}/\text{cm}$) pela presença salina da atmosfera costeira e formação de carbonatos, gerados na reação de neutralização do dióxido de carbono pelo hidróxido de sódio.

Centrifugação Líquida Refrigerada na extração de contaminantes físico-químicos-biológicos.



Authors - Affiliation

Refrigeração água gelada ou expansão direta

oio de campo com sensores OUT/IN simultâneos.



Ar externo urbano costeiro

Filtragem líquida refrigerada

Ambiente pressurizado com ar controlado físico-químico e termohigrométrico.



Fluxograma típico dá tecnologia de controle de poluentes físico-químico- biológico do Ar.



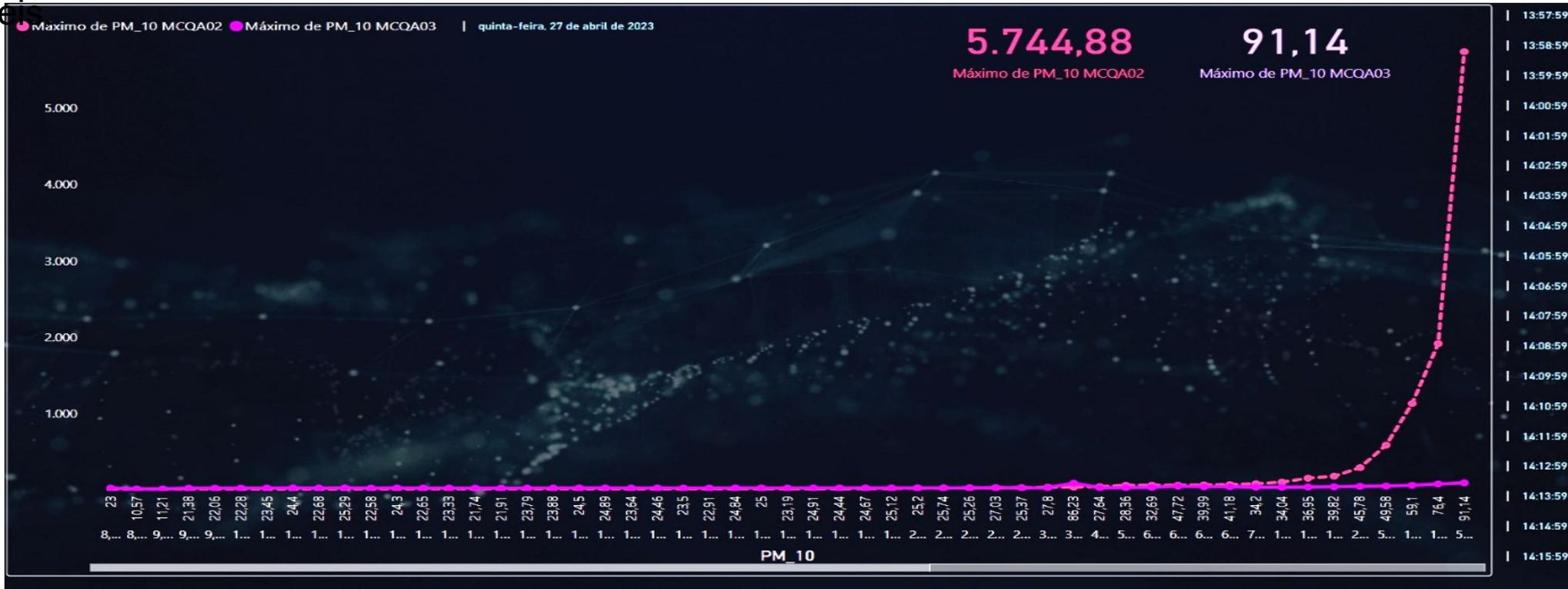
- A External urban air
- B Purified air for Clean Air Technology to fan coil
- C Return air conditioning
- C1 Return air fraction (15-20%) processed in the air cleaner
- D Carbon dioxide (CO₂) control sensors
- E Purge contaminants from the liquid neutralization circuit

Authors - Affiliation

RESULTADOS EFETIVOS >IAQ CONTROLLED: PM₁₀.

- Precipitador hidrodinâmico vazão 3.000 m³/h de ar externo consumo total = 6,3 kW incluindo a refrigeração por unidade compacta de refrigeração e banco de resistências de reaquecimento.
- Os resultados para material particulado foram superiores à **equivalência do filtro classe F9 (85-95% PM_{2,5})** e redução de 82,4% para CO₂, tudo em estágio único e sem filtros descartáveis.

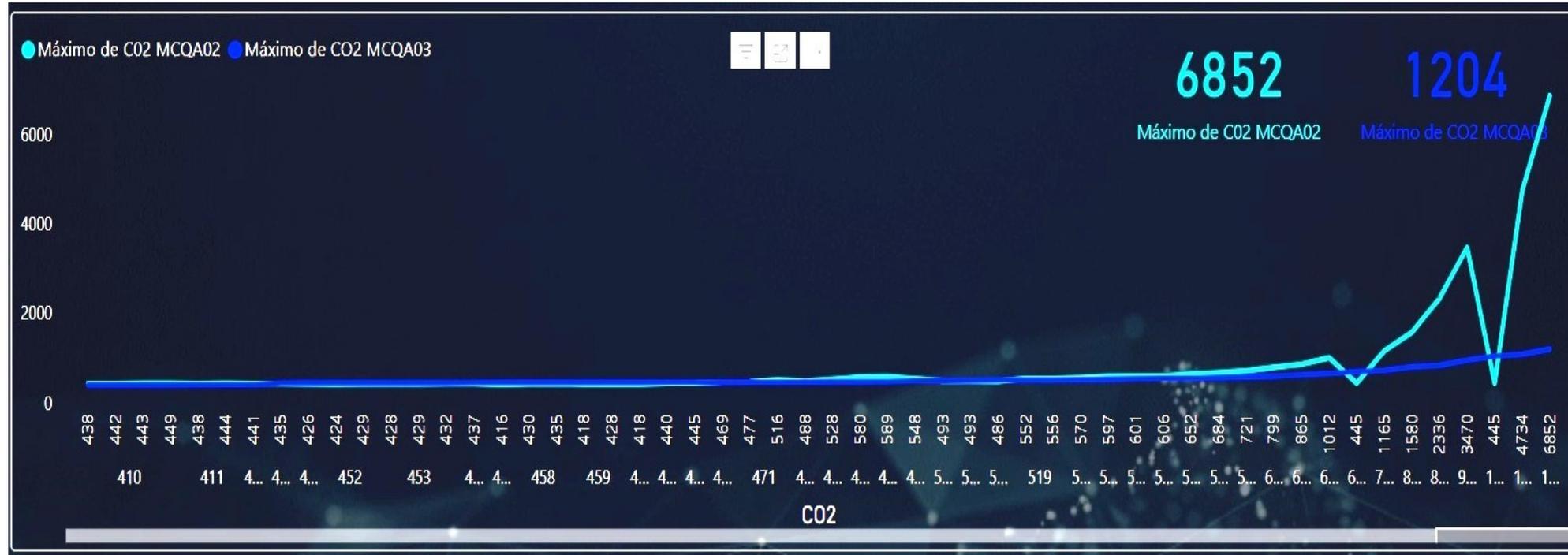
PM₁₀ < 98,41%
 PM_{2,5} < 97,7%
 PM_{1,0} < 94,8%



RESULTADOS EFETIVOS > IAQ CONTROLLED:CO₂

- Formação de carbonatos, gerados na reação de neutralização do dióxido de carbono/ ácido carbônico(CO₂) pelo hidróxido de sódio contido no detergente empregado, conforme reação clássica ácido com base alcalina. $CO_2 + 2NaOH > Na_2CO_3 + H_2O.$
- Gerado cenário extremo descarga cilindro de 10kg de dióxido de carbono, no ambiente da casa de máquinas, local contendo elevadas quantidades de material particulado urbano que foi re-suspenso.

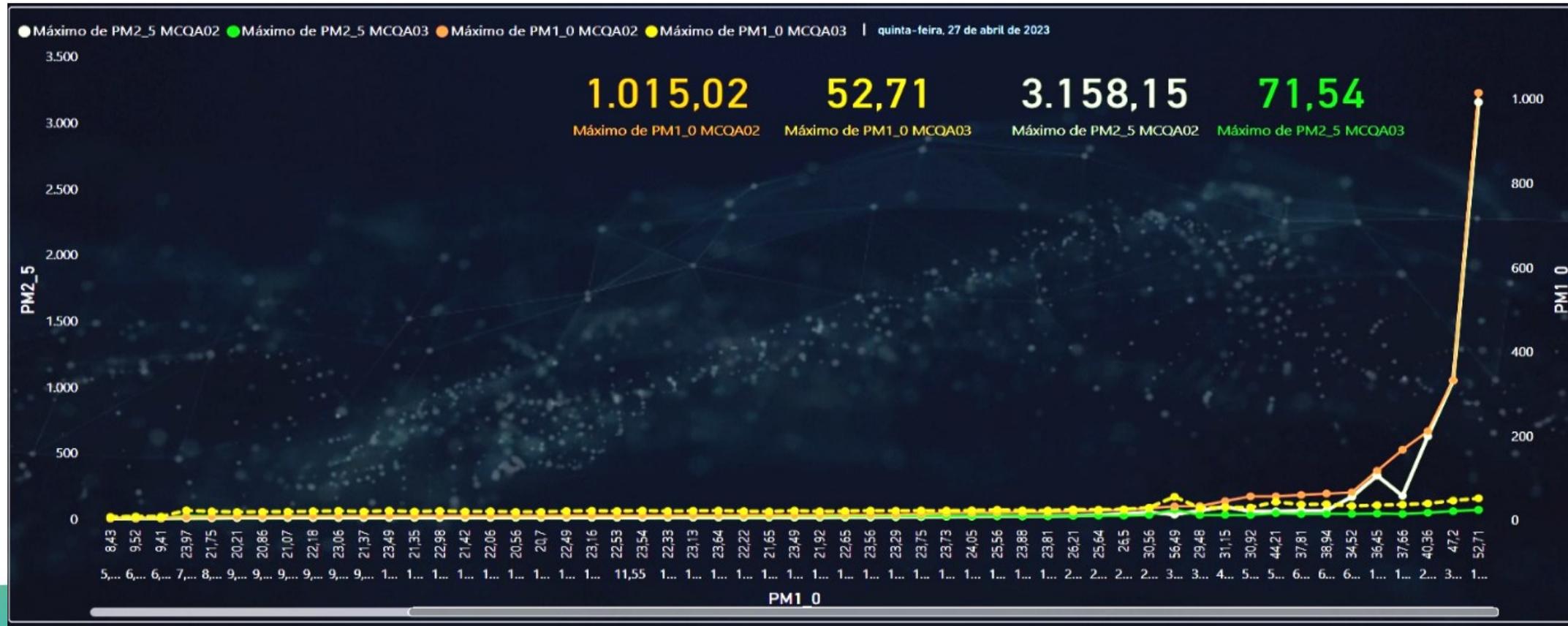
As grelhas de tomada de ar não dispõem de nenhum tipo de filtro mecânico. **Redução de 82,4% para CO₂, em estágio único e sem filtros descartáveis.**



CO2 SEQUESTRADO EM PASSAGEM ÚNICA INSTANTANEA

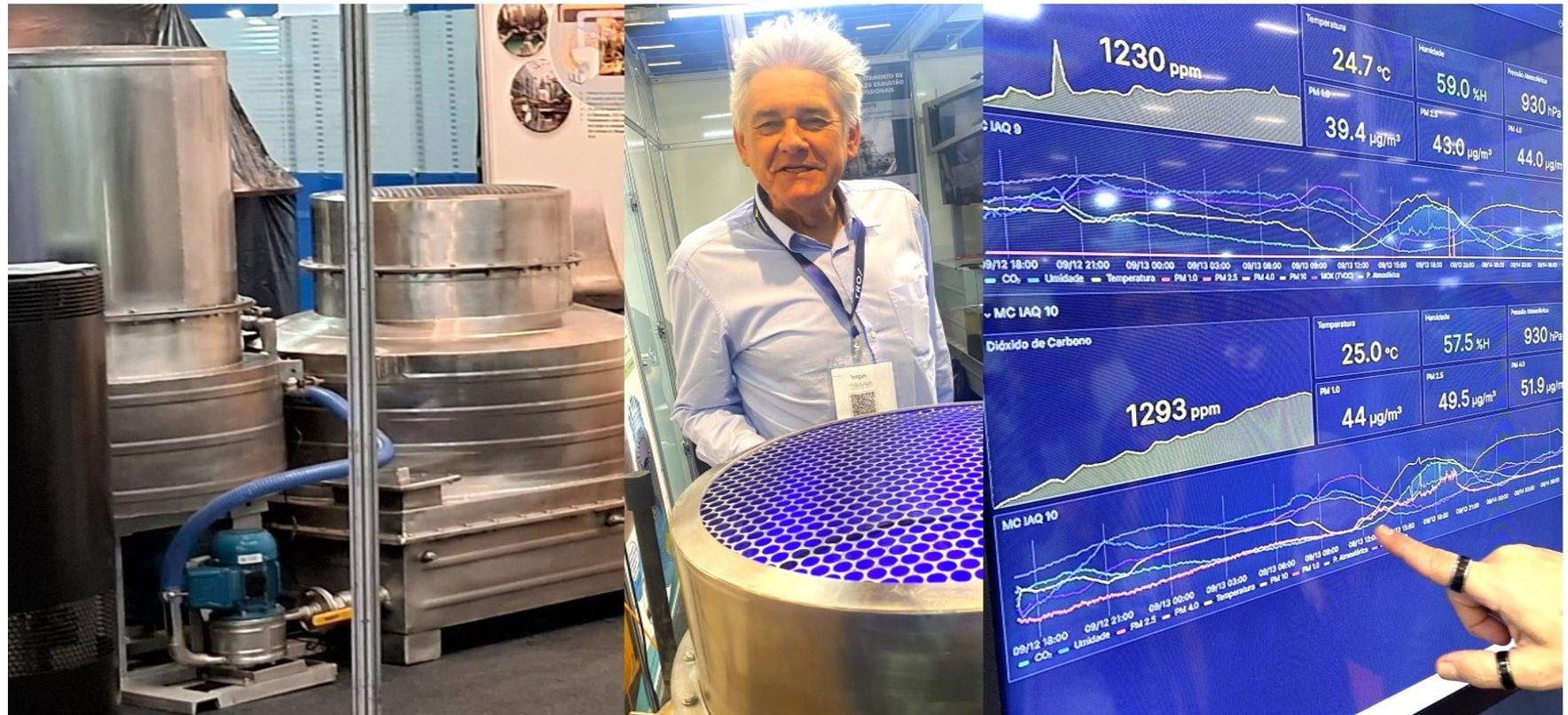
RESULTADOS EFETIVOS >IAQ CONTROLADO: PM1.0 @ PM2,5

- Ensaios com monitoramento contínuo por dispersão a laser calibrado por seis dias(21-27/04/2023)
- .



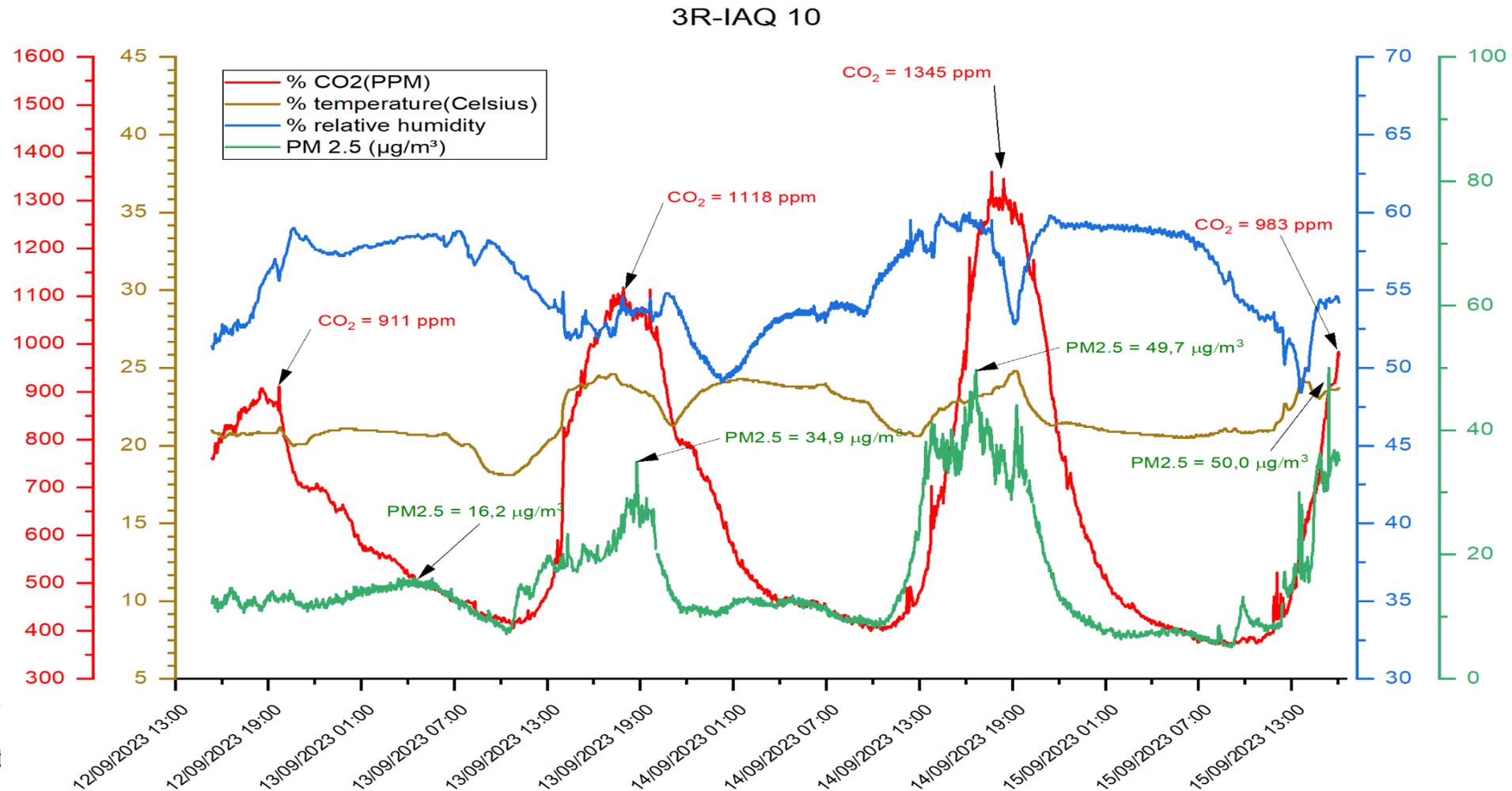
Tecnologia operando em Congresso e Feira de HVAC

- **Precipitador hidrodinâmico em operação com pH =7,5 e ar puro e fresco para os visitantes e painel online IAQ em estágio de grave má qualidade.** "De: Expo HVAC - São Paulo/SP, 2023".



Ensaio de campo em Congresso- Senoide com amplitude em função do numero de ocupantes .

Monitoramento contínuo IAQ, durante os quatro dias do evento, e no Grafico é possível perceber a **curva senoidal de amplitude variável** X ocupação do ambiente nos diferentes horários, <PM & CO₂ no período noturno , >PM & CO₂ após 13:00 horas



Conclusão

A tecnologia rota úmida prolonga a vida útil do seu ar condicionado, reduzindo os fluxos de ar externos e o consumo de energia em até 13%, tornando a QAI uma variável gerenciável e customizada.

Amostras do líquido circulante no precipitador hidrodinâmico nos quatro dias do evento foram analisadas e comprovaram a transformação do dióxido de carbono CO_2 pela formação de carbonatos com concentração de 2424 mg/l, foi ainda certificado a inatividade biológica com índices de bactérias como 450ufc/ml e fungos na faixa de 390 ufc/ml, ambos típicos de água potável.

A contaminação atmosférica leva à migração de tecnologias de purificação do ar dos processos industriais para aplicações em sistemas de AVAC-R, esta afirmativa de fato leva à quebra de um tabu devido ao aumento da carga térmica de calor latente devido à umidade, entretanto, é parcialmente controlado pela redução do calor sensível e pela menor taxa de vaporização, graças ao funcionamento do líquido circulante em temperaturas abaixo do ponto de orvalho.

Os benefícios alcançados na qualidade do ar com desempenho constante e sem elementos descartáveis, associados ao controle de poluentes físicos, químicos e biológicos em níveis acima dos padrões, transformam a Filtragem Líquida do Ar em uma opção de seleção para tratamento de ar em sistemas de AVAC-R, com a garantia de menor consumo de energia e custos operacionais.

A Filtragem Líquida do Ar em ambientes hospitalares com bactérias colonizadas resistentes, será responsável pela redução das taxas de infecção hospitalar, com redução da mortalidade, comorbidades e os custos de hospitalização com antibióticos injetáveis .

53rd AiCARR International Conference
12-13-14 march 2024
Fiera Milano, Rho (MI) | MCE 2024

From NZEB to ZEB: the buildings
of the next decades for a healthy
and sustainable future

Thank you for your
kind attention

Domenico Capulli : domenicocapulli@gmail.com

Rogério Regazzi : isegbusiness@gmail.com



aicarr.org



"Responsibility for the information and views set out in the document lies entirely with the author(s). External sources (images, materials, schemes, ideas, etc.) have been appropriately mentioned when known. In most cases, images and drawings are drawn from the web and are linked to concepts and definitions of common sense. If any copyright has been infringed (due to involuntary fraud), please contact the author(s) of the presentation in order to solve any possible disagreement".

"Responsibility for the information and views set out in the document lies entirely with the author(s). In no way, the ideas expressed by the author(s) do reflect the official opinion of AiCARR. External sources (images, materials, schemes, ideas, etc.) have been appropriately mentioned when known. In most cases, images and drawings are drawn from the web and are linked to concepts and definitions of common sense. If any copyright has been infringed (due to involuntary fraud), please contact the author(s) of the presentation in order to solve any possible disagreement".