

# **IX CBDEH ENGENHARIA DA SAÚDE**

## **CONCEITOS DE PROJETOS E OBRA**

**Palestrante**  
**Eng. Douglas Cury**  
**GRAU ENGENHARIA 30 ANOS**  
**21/10/22**



**E-HEALTH CLASS**

# CUSTO DE OBRA HOSPITALAR

OBRA HOSPITAL R\$ 7.000,00/ M<sup>2</sup>

40% ALVENARIAS E ACABAMENTOS

17% ESTRUTURA DE CONCRETO

18% INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

16% AR CONDICIONADO

9% INST. HIDRÁULICA E GASES MEDICIN.

**Total 43% em instalações**

GASTO COM MARCENARIA E EQUIPAMENT.

R\$ 2.000,00/ M<sup>2</sup>



# SISTEMAS ELÉTRICOS 18

- Sistema de distribuição de força normal.
- Sistema de distribuição de força gerador.
- Sistema de distribuição de força no-break.
- Sistema de distribuição de energia elétrica IT-Médico.
- Sistema de iluminação interna e externa.
- Sistema de iluminação de emergência.
- Sistema de TI, cabeamento estruturado
- Sistema de tubulação para antena de TV FM e cabo.
- Sistema de tubulação para som ambiente.
- Sistema de tubulação para circuito fechado de TV.
- Sistema de tubulação para controle de acesso.
- Sistema de tubulação para detecção e alarme de incêndio.
- Sistema de aterramento.
- Sistema de proteção contra descargas atmosféricas.
- Sistema de tubulação para chamada de enfermeira.
- Sistema de tubulação para relógio sincronizado.
- Sistema de tubulação para sistema de senha.
- Sistema de tubulação para supervisão e automação predial.

AO TODO 18 SISTEMAS.



E-HEALTH CLASS

# SISTEMAS HIDRÁULICOS 12

- Sistema de distribuição de água fria.
- Sistema de coleta de esgoto.
- Sistema de coleta de águas pluviais.
- Sistema de distribuição de água quente.
- Sistema de geração de água quente.
- Sistema de combate por extintores.
- Sistema de combate por hidrantes.
- Sistema de combate por sprinklers.
- Sistema de gás combustível.
- Sistema de óleo diesel.
- Sistema de água de reuso.
- Sistema de calefação.

AO TODO 12 TUBULAÇÕES.



# GASES MEDICINAIS 6

- Sistema de oxigênio.
  - Sistema de ar comprimido.
  - Sistema de vácuo.
  - Sistema de óxido nitroso.
  - Sistema de CO<sub>2</sub>.
  - Sistema de nitrogênio.
  -
- AO TODO 6 TUBULAÇÕES.



# SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

- EQUIPAMENTOS E DUTOS DE CLIMATIZAÇÃO INSUFLAMENTO DE AR.
- DUTOS DE CLIMATIZAÇÃO RETORNO DE AR.
- EQUIPAMENTOS DOS SISTEMAS DE EXAUSTÃO.
- EQUIPAMENTOS E DUTOS SISTEMA DE RENOVAÇÃO DE AR EXTERNO.
- REDES FRIGORÍFICAS.
- REDES ELÉTRICAS E DE AUTOMAÇÃO.

AO TODO 6 SISTEMAS.





# SISTEMAS ELÉTRICOS



# PÉ DIREITO IDEAL

RDC 50 PEDE 270cm DE PÉ DIREITO  
PAG 73 PARA SALA CIRÚRGICA  
PAG 43 PARA EMERGÊNCIA  
PAG 66 PARA HEMODINÂMICA

DEMAIS AMBIENTES CÓDIGO DO MUNICÍPIO  
SP 250/230 BH 260/230 MT 270

ESTRUTURA DE CONCRETO, IDEAL 400 PISO A PISO  
ESTRUTURA METÁLICA, IDEAL 420 PISO A PISO  
MÍNIMO 400 PISO A PISO



# PISO A PISO 400 cm MÓDULO DE 750



# LAJE PRÉ MOLDADA MÓDULO 7,5 VIGA SÓ EM UM SENTIDO



# PISO A PISO 450 cm com Módulo 750



# LAJE NERVURADA 450 cm, pouco entreforro



# EVITAR LAJE PROTENDIDA



# EVITAR LAJE PROTENDIDA



# REFORÇO ESTRUTURAL PÓS OBRA



# PAREDE ALVENARIA



# PAREDE DRY WALL, ELÉTRICA



E-HEALTH CLASS

# PAREDE DRY WALL ISOLAMENTO



# PAREDE DRY WALL HIDRÁULICA VASO SANITÁRIO



# PAREDE DRY WALL HIDRÁULICA CHUVEIRO



# PAREDE DRY WALL AR COND



E-HEALTH CLASS

# DEMANDA ELÉTRICA EM HOSPITAIS

Demanda = consumo dividido pela área

Alguns exemplos de demandas atuais:

- H Sírio Libanês 50 W/M<sup>2</sup>
- H Albert Einstein SP 45W/M<sup>2</sup>
- H São Luiz em São Paulo 35 W/M<sup>2</sup>
- Unimed Natal (split) 65 W/M<sup>2</sup>
- Unimed Itajaí SC 38 W/M<sup>2</sup>
- Unimed Belo Horizonte 30W/m<sup>2</sup>
- Unimed Campo Grande (horizontal)60W/m<sup>2</sup>
- MaterDei Belo Horizonte 40W/m<sup>2</sup>



# DEMANDA A ADOPTAR EM PROJETO

- 80W por m<sup>2</sup> área construída no nordeste, centro-oeste e norte
- 60W por m<sup>2</sup> área construída no sudeste e sul
- 20W por m<sup>2</sup> área construída de garagem coberta
- 5W por m<sup>2</sup> áreas externas
- 100 kW para ressonância + 60 kW para tomografia
- - Iluminação e tomadas de uso geral 20%
- - Ar Condicionado 50% (33% chiller 17% fancoils)
- - Equipamentos médicos 15%
- - Motores bombas elevadores 15%



# CUBÍCULOS BLINDADOS DE MÉDIA TENSÃO



# TRANSFORMADORES A SECO OP+RES



# TRANSFORMADOR FATOR K

A CLASSIFICAÇÃO DO FATOR  $k$  ATRIBUIDA A UM TRANSFORMADOR É UM ÍNDICE DE HABILIDADE DO TRANSFORMADOR DE SUPORTAR UM ÍNDICE HARMÔNICO EM SUA CORRENTE DE CARGA PERMANECENDO DENTRO DOS LIMITES DE TEMPERATURA DE OPERAÇÃO

# HOSPITAL TRANSFORMADOR COM FATOR $K=4$

- Capacidade de suportar harmônicas
- 100% DA POTÊNCIA NO 60HZ
- 16% A MAIS NA 3ª. HARMÔNICA
- 10% A MAIS NA 5ª. HARMÔNICA
- 5,5% A MAIS NA 9ª. HARMÔNICA

## SALA PAINEIS , TRANSFORMADORES ABAIXADORES 380V PARA 220/127V OPERACIONAL E RESERVA NA SUBESTAÇÃO



## SALA PAINEIS , TRANSFORMADORES ABAIXADORES 380V PARA 220/127V UM EM CADA PAVIMENTO



# SALA DE GERADORES SEPARADA E PROTEGIDA



# PAINEIS DE TRANSF. SEPARADO DOS GERADORES



# POTÊNCIA DOS GERADORES, CARGA COP

- GERADOR 500 KVA, FP = 0,8
- STANDBY 1 HORA = 400 KW
- PRIME 3 HORAS = 360 KW
- COP 24 HORAS = 289 KW
- CONSIDERANDO FP= 0,92 TEMOS 344 KVA
- CONSUMO 91 LITROS POR 24 HORAS
- COP = operação contínua



**TANQUE ÓLEO PARA 24 HORAS**  
**com parede corta fogo**  
**Bacia de contenção**  
**Janelas de ventilação e combate**

# SALA DE PAINÉIS DE FORÇA SEPARADA



# SALA NO BREAKS SEPARADA CLIMATIZADA



# ELETRODUTOS METÁLICOS NO FORRO



# 9050 NORMA DE ACESSIBILIDADE

Figura 16 – Controles

## 4.6.7 Altura para comandos e controles

A figura 17 mostra as alturas recomendadas para o posicionamento de diferentes tipos de comandos e controles.

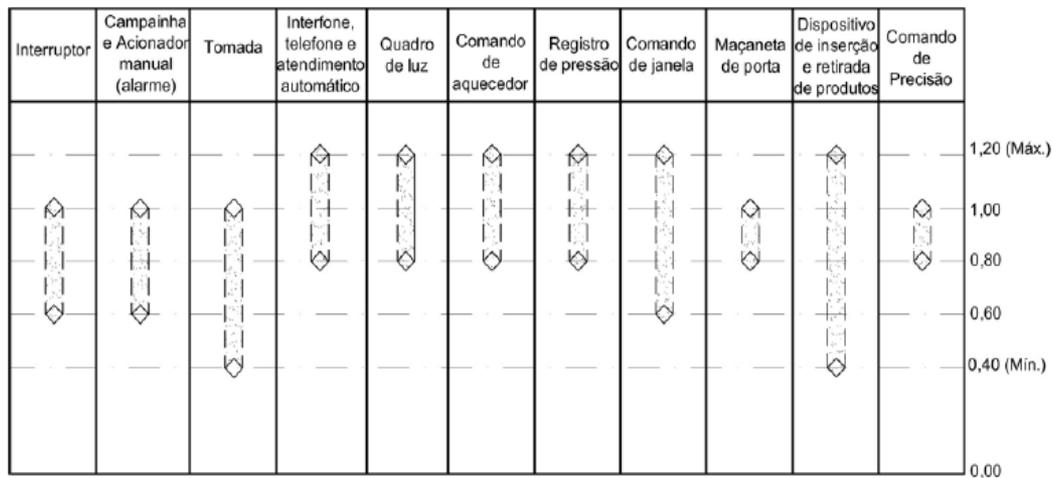


Figura 17 — Comandos e controles

# NBR 13534 Proteção Contra Choque

	Local médico Grupo 0	Local médico Grupo 1	Local médico Grupo 2
Uso de parte aplicada de equipamento eletromédico	Não	Sim, em partes: externas do corpo internas do corpo (exceto as do Grupo2)	Sim, em procedimentos: intracardíacos cirúrgicos de sustentação de vida
Descontinuidade da alimentação pode resultar em morte	Não	Não	Sim

## Exemplos

- ⇒ Consultórios médicos
- ⇒ Salas de exames e curativos
- ⇒ Salas de massagem

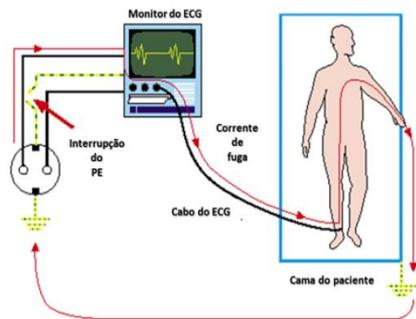
- ⇒ Quartos de Internação
- ⇒ Salas de hemodiálise
- ⇒ Salas de fisioterapia

- ⇒ Centros cirúrgicos
- ⇒ Salas de cateterismo
- ⇒ UTI adulto e neonatal
- ⇒ Salas de hemodinâmica

# Grupo 1 DR dispositivo de ruptura 30 mA

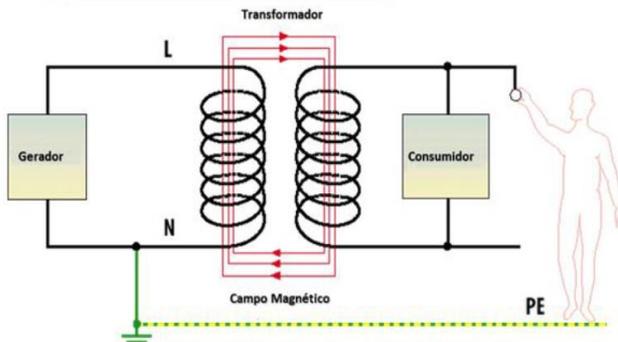


# GRUPO 2 - IT MÉDICO TRAFÓ ISOLADOR+DSI



Em uma instalação **sem** IT médico

- Paciente está em uma cama elétrica aterrada
- Paciente é conectado a um monitor de ECG não isolado através do condutor do mesmo
- O condutor de proteção PE no cabo de força está rompido
- Paciente movimenta-se para chamar a enfermeira e apoia o braço na estrutura metálica da cama
- **Uma perigosa corrente de fuga poderá fluir através do paciente para a terra provocando um choque elétrico!**



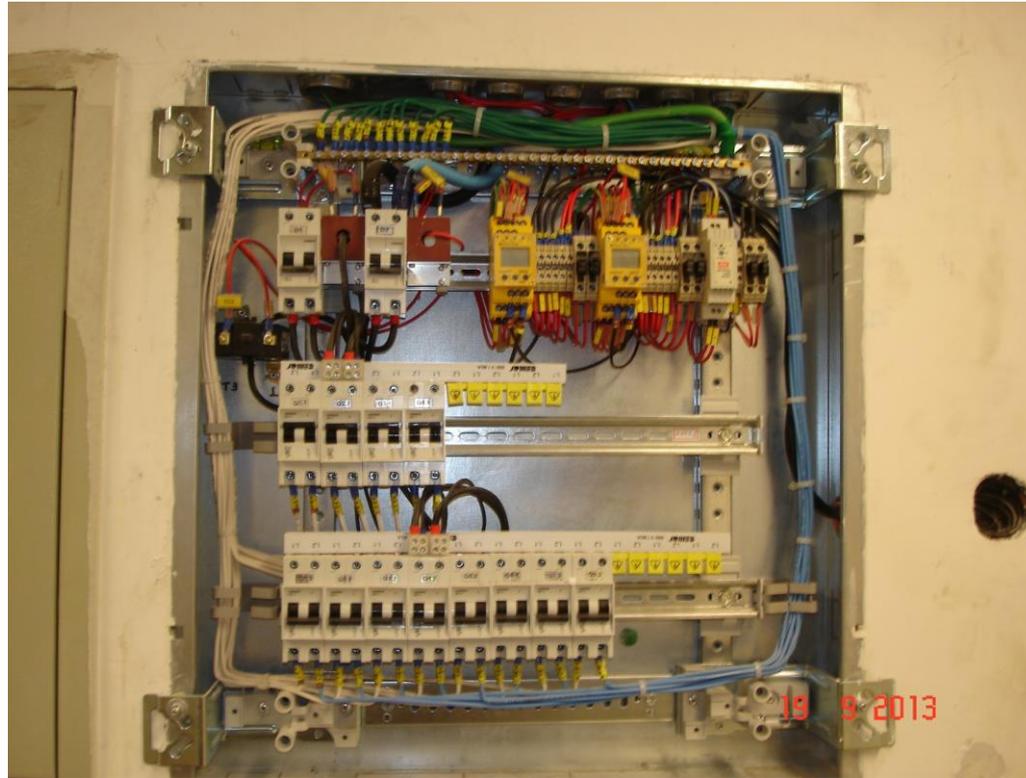
Em uma instalação **com** IT médico

- O transformador de separação isola o circuito secundário do circuito primário.
- Uma pessoa não recebe choque elétrico ao tocar um condutor energizado.
- Não há caminho direto de retorno para uma corrente fluindo através de uma pessoa que está tocando o condutor.

# IT MÉDICO SALA DE TRAFOS ISOLADORES



# IT MÉDICO QUADRO ELÉTRICO 220V E 120V



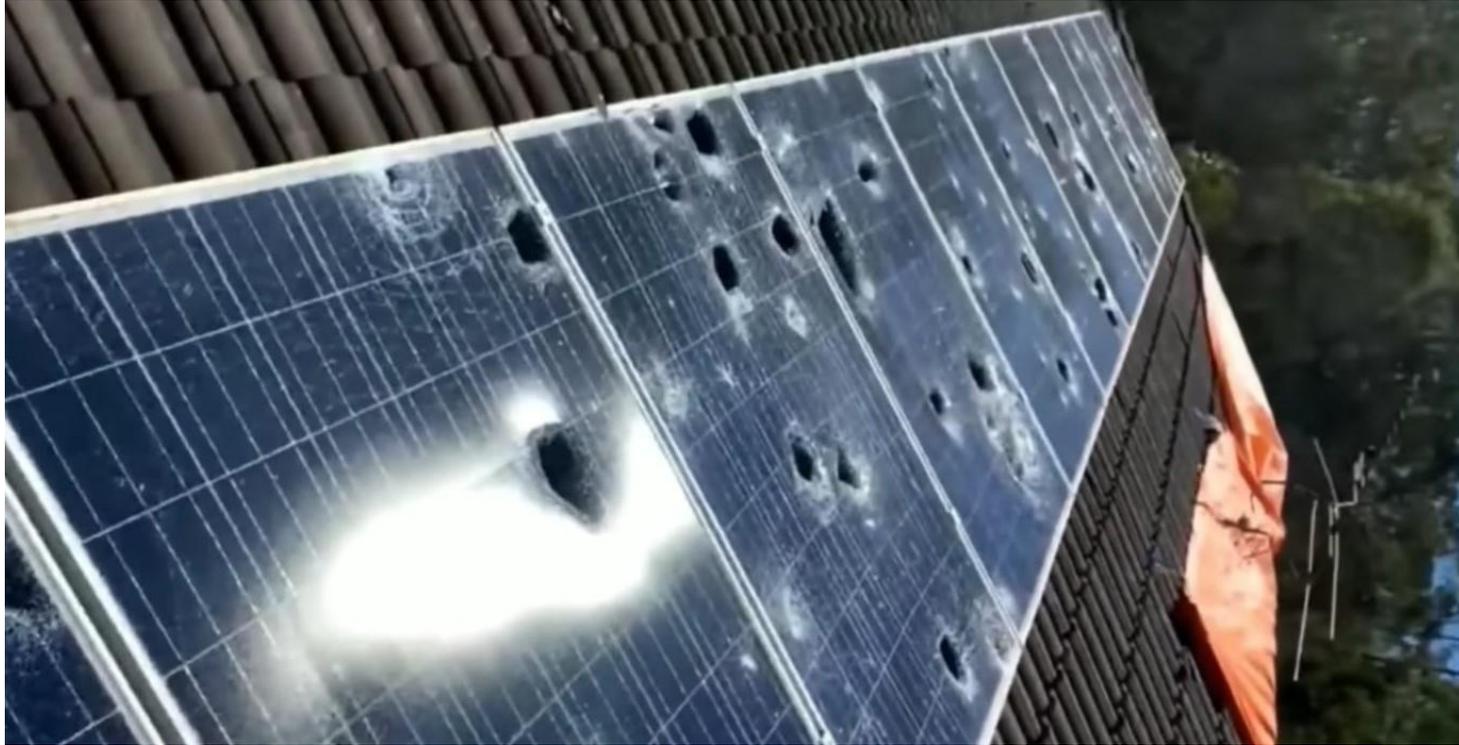
# Robô Davinc na régua : 2,0 + 2,0 KW 220V ( 7,5/4kVA)



# PLACA FOTOVOLTÁICA PAYBACK 6 ANOS



# PLACA FOTOVOLTAÍCA X CHUVA GRANIZO ( 7 ANOS?)



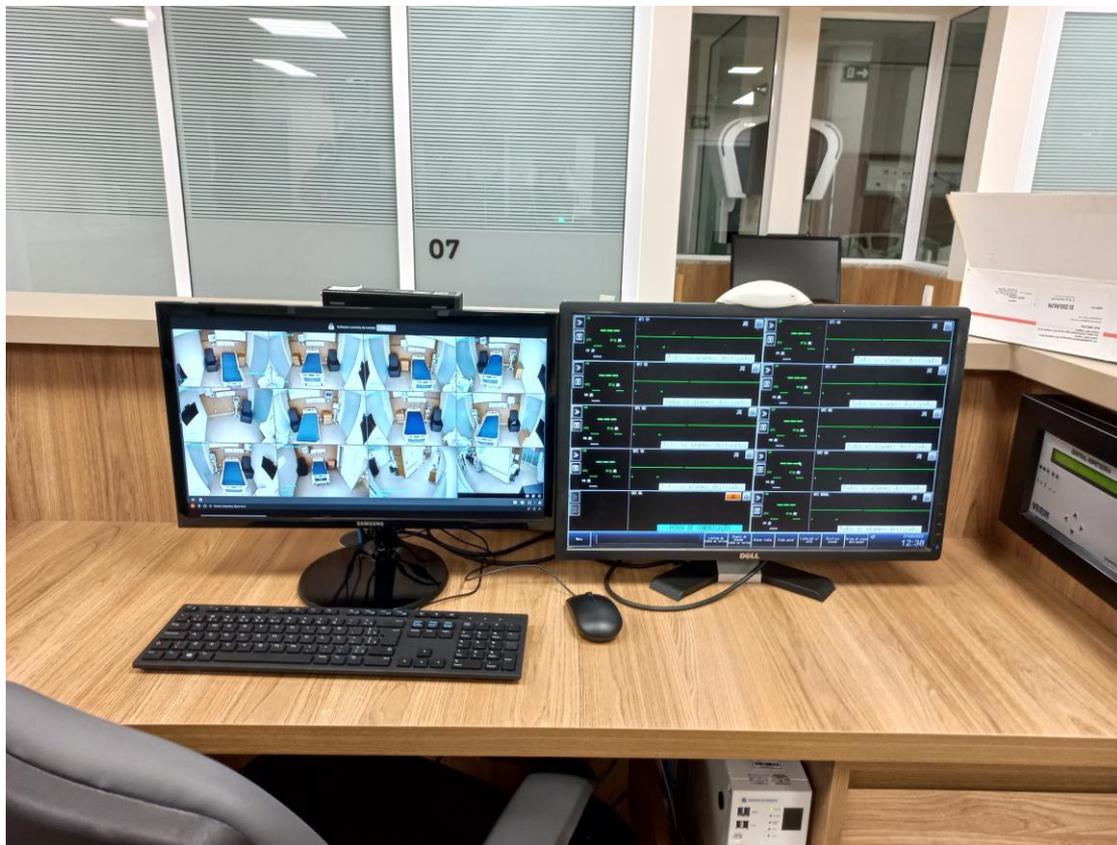
# BOX FECHADO NA UTI



# BOX FECHADO NA UTI COM TÉCNICO ENFERMAGEM



# BOX FECHADO NA UTI SEM TÉCNICO ENFERMAGEM



# SOM AMBIENTE BLUETOOTH QUARTOS VIP E SALAS CIRÚRGICAS



# SONOFLETOR DE AMBIENTE NO FORRO



# CÁLCULO DE RESERVATÓRIOS POTÁVEL

Pela RDC 50 do Min. da Saúde

- Leito de Internação e UTI 120 L/ dia
  - funcionários 50 L/ dia
  - 5 refeições para leitos 25 L/ refeição
  - 1 refeição funcionário 25 L/ refeição
  - Pacientes externos 10 L/ paciente
  - Acompanhantes e visitantes 10 L/ visitante
  - Hemodiálise 400 L/ paciente
  - Lavanderia 180 L/ leito
- 
- Reservatório para mínimo **2 dias**



# CÁLCULO DE RESERVATÓRIOS

Número de funcionários por leito

- SUS 3,5 funcionários por leito
- Unimed sudeste 5 funcionários por leito
- Unimed nordeste 8 a 9 funcionários por leito
- Einstein e Sírio Libanês 12 funcionários por leito
- SUS Canadense 22 funcionários por leito
- SUS francês 22 funcionários por leito



# ÁGUA POTÁVEL X POPULAÇÃO

CONTINENTE	ÁGUA	POP.
AMERICA DO SUL	26%	6%
AMERICA DO NORTE	15%	8%
AUSTRALIA	5%	1%
ÁFRICA	11%	13%
EUROPA	8%	13%
ÁSIA	36%	60%
<b>BRASIL</b>	<b>16%</b>	<b>4%</b>

Usamos 1% , 15% vai para o oceano



# POÇO ARTESIANO



# Vai secar os poços?

Água doce no planeta 2,5%

Sendo:

- CALOTAS POLARES 68,9%
- **ÁGUA SUBTERRÂNEA** 29,9%
- RIOS E LAGOS 1,2%

Fonte: reuso da água conceitos teorias e praticas, Dirceu D'Alkmin Telles, editora Blucher.

O QUE FALTA É INFRAESTRUTURA !

# PLACA SOLAR CONVENCIONAL AQ



# HIDRÁULICA PLACA SOLAR AQ A VÁCUO

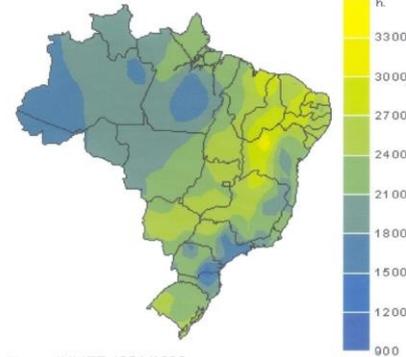
## 5 X EFICIÊNCIA



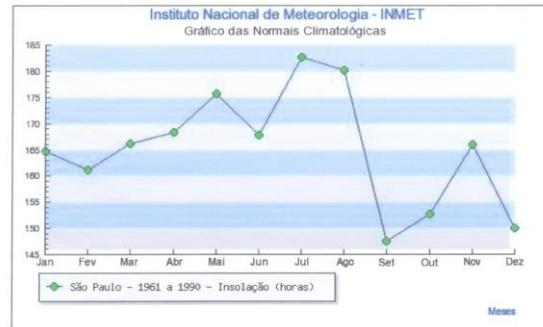


# MAPA DE INSOLAÇÃO

INSOLAÇÃO ANUAL



Fonte: INMET 1931/1990



# APROVEITAMENTO DO CALOR DO CHILER



# HEAT RECOVER ÁGUA MORNHA ATÉ 45° C



E-HEALTH CLASS



# Osmose Reversa CME lactário hemodiálise



(Fotos ilustrativas, detalhes podem variar.)



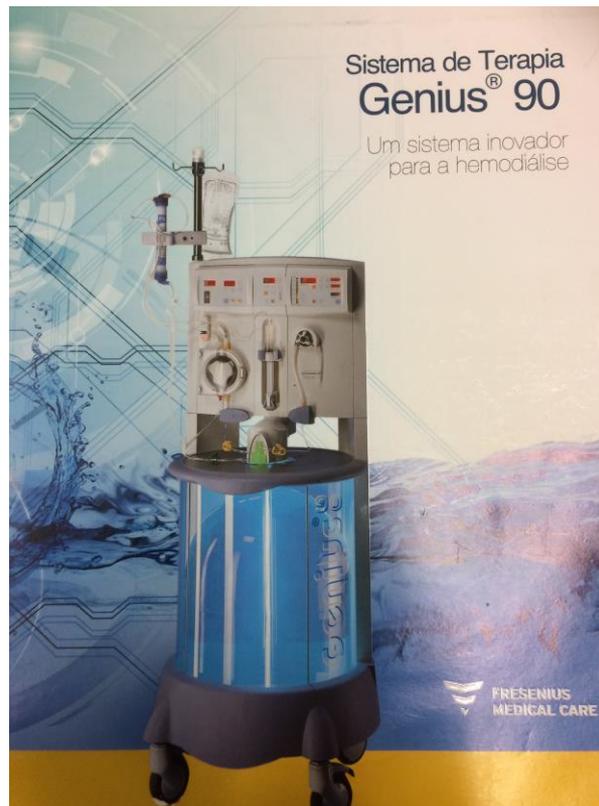
E-HEALTH CLASS

# Filtro Osmose Portátil

## Hemodiálise beira leito

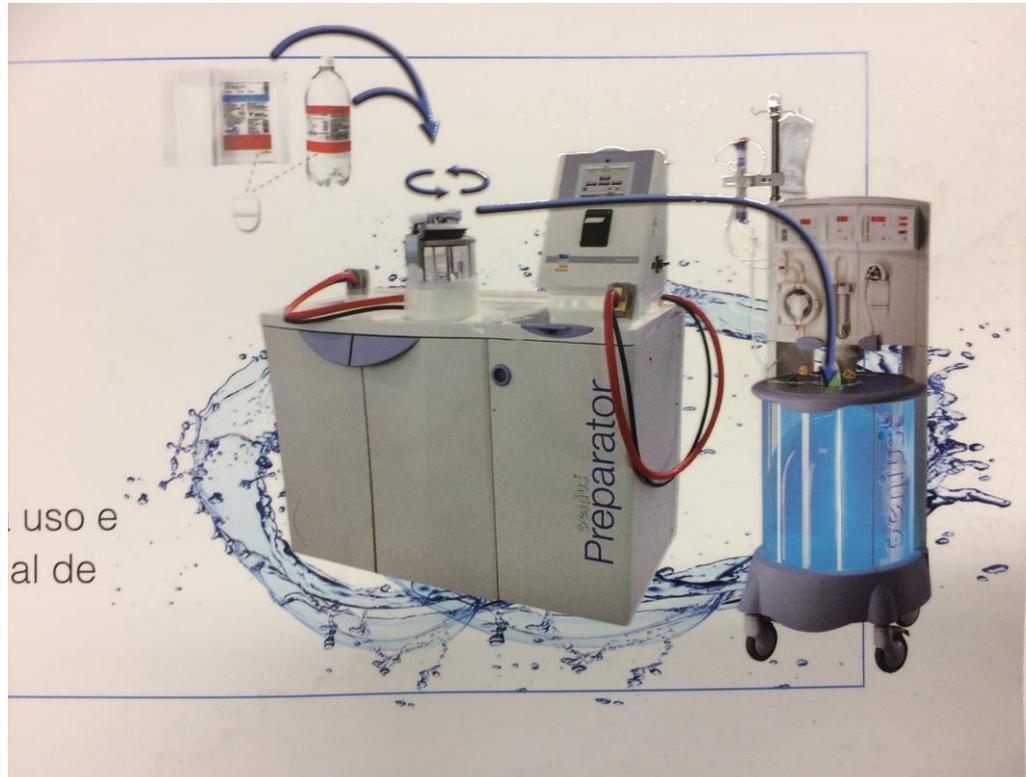


# SISTEMA GENIUS 90 FRESENIUS



E-HEALTH CLASS

# GENIUS 90 FRESENIUS FILTRO PREPARATOR



# PRÉ MISTURADOR NBR 16824 -2020 ÁGUA QUENTE

## 6.1.2 Operação

Convém que as operações de armazenamento e distribuição dos sistemas de água fria e água quente atendam ao seguinte:

- a) em instalações de cuidados de saúde, lares de idosos e outras semelhantes, recomenda-se que a água fria seja armazenada e distribuída a temperaturas inferiores a 25 °C. Convém que a água quente seja armazenada acima de 60 °C e recirculada a uma temperatura mínima de retorno de 51 °C;

NOTA      Recomenda-se avaliar a possibilidade de instalação de equipamentos antiescaldamento nos pontos de utilização que forneçam água quente acima de 45 °C.

- b) em instalações prediais que não sejam de saúde, recomenda-se que a temperatura da água quente seja armazenada à temperatura mínima de 50 °C ou superior.

NOTA      Recomenda-se avaliar a possibilidade de estender os níveis de temperatura a toda extensão do sistema (aquecedores, reservatórios, distribuição e recirculação).



# PRÉ MISTURADOR EVITA ESCALDAMENTO



# TRATAMENTO DE CHOQUE TÉRMICO NBR 16824 - 2020 ÁGUA QUENTE

## A.2.1 Tratamento de choque térmico

Onde possível, o seguinte tratamento de choque térmico pode ser usado:

- a) verificar a construção local e os códigos sanitários sobre quaisquer limites de temperatura da água descarregada para o esgoto;
- b) implementar medidas de segurança adequadas para evitar queimaduras;
- c) realizar lavagens quando o prédio estiver com baixa ocupação (por exemplo, noites e finais de semana);
- d) utilizar temperatura da água quente entre 71 °C e 77 °C, sendo mantida neste nível enquanto for realizada a lavagem progressiva da tubulação, entre os pontos de alimentação até os pontos de consumo;
- e) empenhar esforços para conseguir um tempo de lavagem (tempo de contato) de 30 min. Como a intenção é utilizar a erradicação térmica, o fluxo de saída é mantido baixo, para evitar o esgotamento da capacidade de aquecimento do sistema, mantendo a temperatura elevada.



# VÁLVULA LEGIOMIX NBR 16824 -2020 ÁGUA QUENTE



E-HEALTH CLASS

# NORMA GASES MEDICINAIS

NORMA  
BRASILEIRA

**ABNT NBR  
12188**

Terceira edição  
07.03.2016

---

**Sistemas centralizados de suprimento de gases  
medicinais, de gases para dispositivos médicos  
e de vácuo para uso em serviços de saúde**

*Centralized supply of medical gases, gases for medical devices and vacuum  
for use in health care services*

# FALTA NA NORMA GASES MEDICINAIS

LINHA DUPLA PARA UTI E CENTRO CIRÚRGICO

PRUMADA DUPLA PARA HOSPITAIS

SECCIONADORAS EM PRUMADAS

CO<sub>2</sub>

NITROGÊNIO

ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS , SOLDAS

SECCIONADORAS BIPARTIDAS

VÁLVULAS REDUTORAS POR SETOR

TIRAR VÁCUO EM PVC



# ÓXIDO NITROSO X PISO ANTE ESTÁTICO, SEMI-CONDUTIVO



# USO DO ÓXIDO NITROSO

A RDC 50 na pág. 131 estabelece:

## 7.2.3.2 Piso condutivo

a) a utilização de piso condutivo somente quando houver uso de misturas anestésicas inflamáveis com oxigênio ou óxido nítrico, bem como quando houver agentes de desinfecção, incluindo-se aqui a zona de risco.

A NBR 13534, Instalações elétricas hospitalares, pag. 8 estabelece:

## 6.1.3.2.101 Risco de explosão

Nota 1 Os requisitos aplicáveis a equipamentos eletro médico usados em conjunto com gases e vapores inflamáveis constam na ABNT NBR 60601-1

Nota 2 Havendo risco de condições perigosas (por exemplo, presença de gases e vapores inflamáveis), devem ser tomados cuidados especiais.

Nota 3 É recomendável adotar medidas para prevenir a geração de eletricidade estática.

# CENTRAL DE CO2 ANDAR TÉCNICO



# NITROGÊNIO CIRURGIAS ORTOPEDIA



# ALARME DE GASES LINHA DUPLA



# ALARME DE GASES SUPERVISIONADO





# REGUAS DE INTERNAÇÃO



# RÉGUAS DE INTERNAÇÃO



# OXIGÊNIO SANITÁRIOS UTI



# NOVA NBR 7256 agosto 2021

NORMA  
BRASILEIRA

ABNT NBR  
7256

Terceira edição  
06.08.2021

---

**Tratamento de ar em estabelecimentos  
assistenciais de saúde (EAS) — Requisitos para  
projeto e execução das instalações**

*Air treatment in health care facilities — Requirements for design and  
construction of facilities*



E-HEALTH CLASS

# O QUE MUDOU ?

SALAS COM PRESSÃO NEGATIVA E 100% DE RENOVAÇÃO DE AR FILTRO G4+F8 NO INSUFLADO

RECEPÇÃO, ENTRADA DO PS, ESPERA, TRIAGEM , INALAÇÃO, OBSERVAÇÃO, MEDICAÇÃO ,REQUER UMA CASA DE MÁQUINAS COM FANCOIL

PRESSÃO POSITIVA FILTRO M5 NO INSUFLADO UMIDADE MÁXIMA DE 60%  
QUARTOS DE INTERNAÇÃO, FANCOLET HOSPITALAR

PRESSÃO POSITIVA FILTRO G4+F8 NO INSUFLADO UMIDADE MÁX. DE 60%  
CONSULTORIOS MÉDICOS, FANCOLET HOSPITALAR

PRESSÃO NEGATIVA FILTRO G4+F8 NO INSUFLADO UMIDADE MAX 60%  
CONSULTÓRIO DENTÁRIO

# RENOVAÇÃO DO AR

- ✓ ABNT NBR 16401-3 2008 substitui a 6401-1980
- ✓ Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários
- ✓ Parte 3 : Qualidade do ar interior ( hotéis)
- ✓  $V = P \times F_p + A \times F_a$
- ✓ Exemplo escritório
- ✓  $F_p = 3,1 \text{ l/s/pessoa}$  ( 11,16 m<sup>3</sup>/h)
- ✓  $F_a = 0,4 \text{ l/s/m}^2$  ( 1,44 m<sup>3</sup>/h)



# CASA DE MÁQUINAS ONDE?

SALA CIRÚRGICA: SOBRE A SALA

UTI: SOBRE A SALA OU AO LADO

ISOLAMENTO: SOBRE O QUARTO OU AO LADO

RESSONÂNCIA: 8 METROS DO RAIOS DO NÚCLEO

TOMOGRÁFIA: AO LADO

RAIO X DIGITAL: AO LADO

CME: TRÊS EQUIPAMENTOS SOBRE A CME OU AO LADO

HEMODINÂMICA: DOIS EQUIPAMENTOS AO LADO

PET-CT: DOIS EQUIPAMENTOS AO LADO

QUIMIOTERÁPICOS: AO LADO

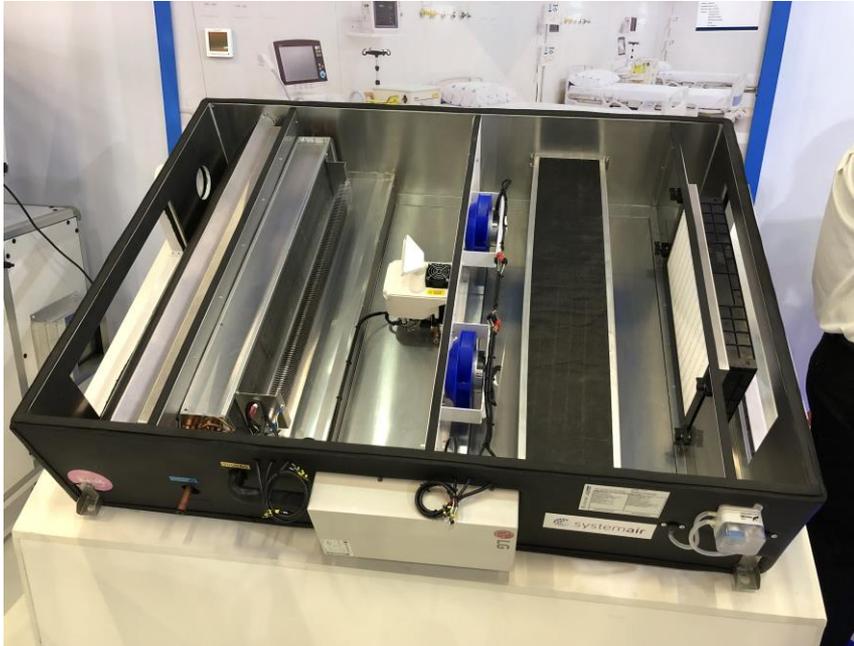
LACTÁRIO: AO LADO

LABORATÓRIOS COM ANTECÂMARA

PRONTO ATENDIMENTO



# FANCOLETE HOSPITALAR R\$ 20



# FLUXO LAMINAR SALA CIRURGICA

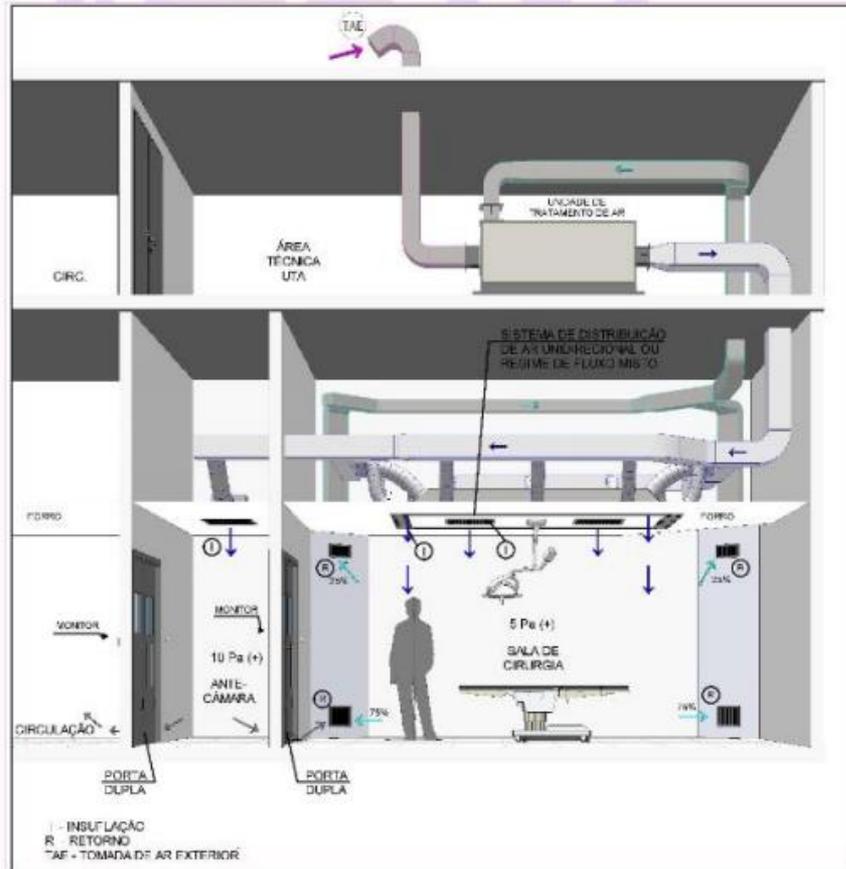


Figura C.13 – Sala de cirurgia, com antecâmara – Tipo bolha, com recirculação

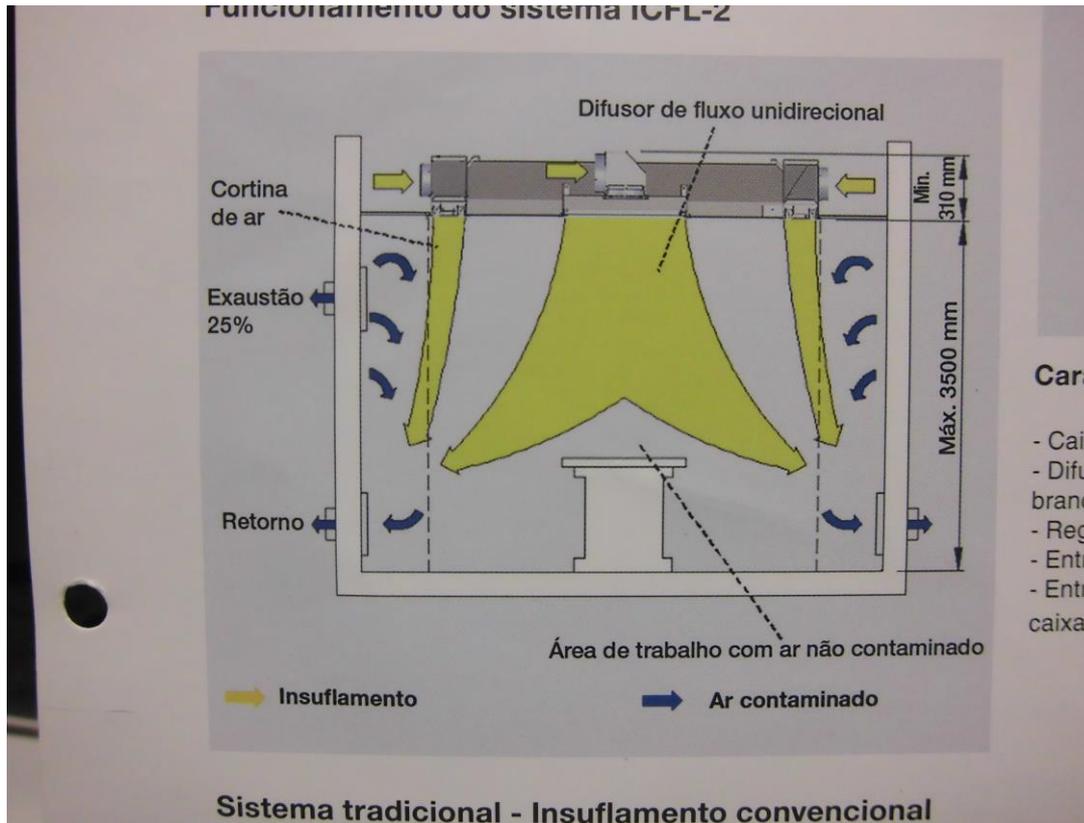
# DUTOS SALA CIRÚRGICA MPU BACFREE



# SALA CIRÚRGICA FLUXO LAMINAR



# SALA CIRÚRGICA FLUXO LAMINAR 4 CANTOS



# AUTOMAÇÃO DO AR CONDICIONADO



# FANCOIL SALA CIRÚRGICA



E-HEALTH CLASS

# FILTRO IRC PARA DUTOS



Sistema de Tratamento do Ar

**Tecnologia IRC para quem quer resultados em descontaminação.**

O grupo Ecoquest utiliza a tecnologia IRC (Ionização Radiante Catalítica), desenvolvida pela NASA e adaptada para uso comercial. A IRC garante a inativação de microrganismos, quebra de COVs (Compostos Orgânicos Voláteis) e redução significativa de odores. Tudo de maneira natural e segura.



E-HEALTH CLASS

# TECNOLOGIA IRC, IONIZAÇÃO RADIO CATALÍTICA

Testes nos EUA confirmam eficácia da tecnologia IRC contra cepa de Coronavírus.

por: Ecoquest

4 de março de 2020



Testes realizados há poucos dias pela FDA (Food and Drug Administration) em parceria com a Aerus, trouxeram ótimas notícias no que se refere ao combate do coronavírus.

Os estudos em laboratório demonstraram que a tecnologia IRC (Ionização Rádio Catalítica) foi capaz de eliminar, em apenas 15 minutos, 99,99% dos patógenos do tipo RNA, da mesma cepa do Coronavírus.



E-HEALTH CLASS

# FILTRO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO





# DIAGRAMA DE DUTOS ISOLAMENTO INFECTOCONTA GIOSO PRESSÃO NEGATIVA

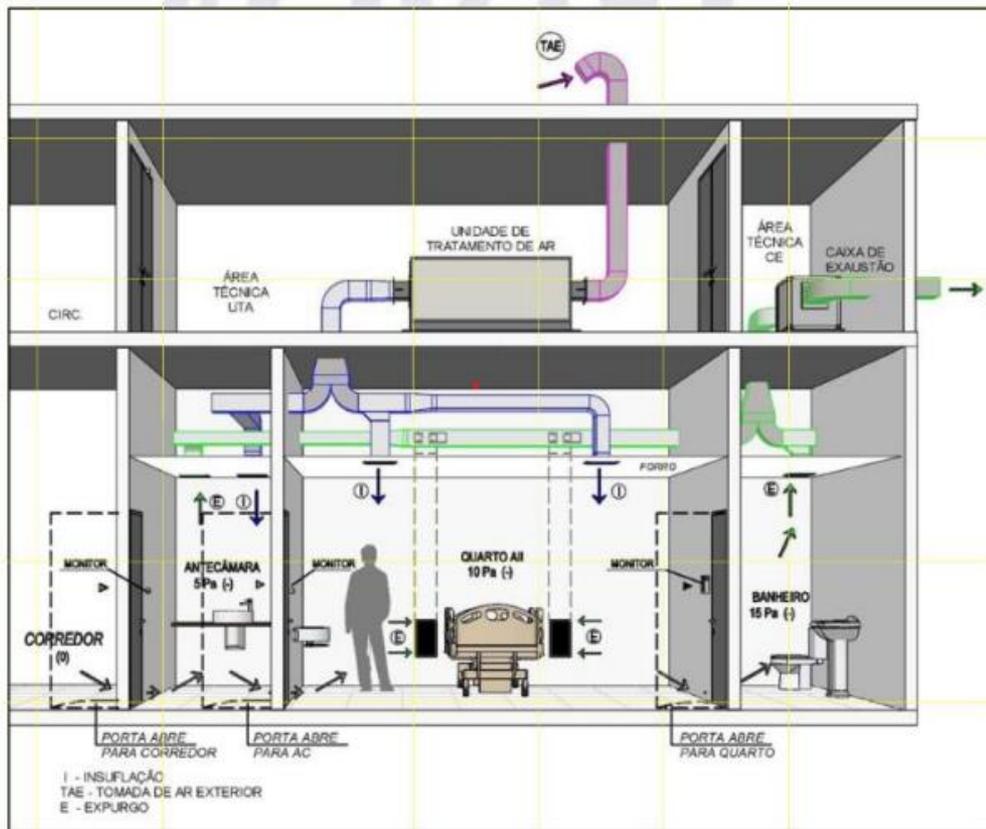


Figura C.8 – Ambiente All, com antecâmara – Tipo cascata, sem recirculação





# CASA DE MÁQUINAS FAN COIL VERTICAL QUARTO DE ISOLAMENTO



E-HEALTH CLASS

# CHILLER COM CONDENSAÇÃO A AR



# BOMBAS IN LINE CHILLER



# COIFA LADOS FECHADOS FILTRO WASH PULL



# COIFA CENTRAL FILTRO WASH PULL



Obrigado pela atenção

**GRAU ENGENHARIA DE INSTALAÇÕES.**

**Eng. Douglas Cury**

*Diretor*

Tel (11) 5584 9397 – RAMAL 27

11 981 250 715

cury@grauengenharia.com.br