

# XVI CONBRAVA - CONGRESSO BRASILEIRO DE REFRIGERAÇÃO, AR-CONDICIONADO, VENTILAÇÃO, AQUECIMENTO E TRATAMENTO DO AR

São Paulo Expo - 10 a 13 de setembro de 2019

# ESTUDO COMPARATIVO DE NORMAS E RECOMENDAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS APLICADAS AO AR CONDICIONADO DE CENTROS CIRÚRGICOS – TEMPERATURA, UMIDADE, VELOCIDADE DO AR, PRESSURIZAÇÃO, RUIDO E PROTEÇÃO MICROBIOLÓGICA.

#### Jorge Osvaldo Zato

#### **RESUMO**

Analisando normas e recomendações nacionais e internacionais aplicáveis ao projeto de ar condicionado de Centros Cirúrgicos podemos observar diferentes conceitos e abordagens e em alguns casos informações contraditórias. Este trabalho teve como objetivo confrontar os principais dados de projeto de um Centro Cirúrgico como temperatura de conforto, umidade, distribuição de ar, nível de ruído, pressurização da sala, e finalmente, o melhor atendimento à proteção microbiológica do paciente e dos usuários. Foram comparados os dados de projeto definidos nas normas NBR 7256/2005 e seu projeto de revisão enviado para consulta pública, ASHRAE St170 (USA), DIN1946-4 (Alemanha), Gost R 52539 (Rússia), HTM 03-01 (Reino Unido), UNE 100713 (Espanha), SWKI- 99-3 (Suíça) e ÖNORM H6020 (Áustria). Utilizando critérios técnicos adicionais observáveis na literatura foram selecionados dados de projeto ajustados, alinhados com edificações novas e existentes contemplando as melhores práticas nacionais e internacionais.

Palavras-chave: Centros Cirurgicos, Hospitais, Ar condicionado.

#### **ABSTRACT**

Analyzing national and international Standards and recommendations applicable to the air conditioning project of Surgical Centers we can observe different concepts and approaches and in some cases contradictory information. The aim of this study was to compare the main design data of a surgical center, such as comfort temperature, humidity, air distribution, noise level, room pressurization, and finally the best microbiological protection for patients and users. The project data set out in standards NBR 7256/2005 and its draft revision submitted for public consultation, ASHRAE St170 (USA), DIN1946-4 (Germany), Gost R 52539 (Russia), HTM 03-01 (United Kingdom), UNE 100713 (Spain), SWKI-99-3 (Swiss) and ÖNORM H6020 (Austria). By using additional technical criteria observable in the literature, adjusted design data were selected, aligned with new and existing buildings contemplating the best national and international practices.

**Keywords**: Surgical Centers, Hospitals, Air Conditioning.

# 1 INTRODUÇÃO

O ambiente hospitalar possui requisitos específicos de higiene e biossegurança, diferenciados por áreas que dependem da sua utilização.

Os requisitos para construções hospitalares são definidos no Brasil pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), por normas nacionais ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e, em casos omissos, pelas normas internacionais.

O surgimento de microrganismos resistentes aos medicamentos tem impulsionado estudos no sentido de evitar a disseminação destes no ambiente hospitalar.

Conforme Paulo L. Lamb, "Unidade de Centro Cirúrgico é o conjunto de ambientes, devidamente localizados, dimensionados, inter-relacionados e dotados de instalações e equipamentos, com pessoal qualificado e treinado para a realização de procedimentos cirúrgicos, de forma a oferecer o máximo de segurança aos pacientes e às melhores condições de trabalho para a equipe técnica" (Lamb, 2000).

O centro cirúrgico é composto pelas salas de cirurgia e áreas de apoio como sala de recuperação, sala de esterilização de instrumentação, banheiros, etc.

Podemos classificar as salas cirúrgicas pelo seu tamanho como na Tabela 1:

Tabela 1 – Tamanho

Tamanho	Área	Dimensão mínima
Pequena	20m2	3,45m
Média	25m2	4,65m
Grande	36m2	5m

Fonte: Célia Bertazzoli

As complicações cirúrgicas, dentre elas as infecções, ocupam uma parcela importante das mortes e custos jurídicos nos empreendimentos hospitalares. Considerando esta importância, a OMS (Organização Mundial da Saúde), a Organização Pan-americana de Saúde juntamente com a ANVISA e o Ministério da Saúde, lançaram em 2009 o programa "Cirurgias Seguras Salvam Vidas", juntamente de um manual com o mesmo nome. Conforme este manual, as complicações estão presentes em 3 a 16% das cirurgias, sendo que metade poderiam ser evitadas (OMS, 2009).

Dentro do ambiente hospitalar, várias disciplinas são necessárias para compor a solução, dentre elas podemos citar os requisitos arquitetônicos, estruturais, iluminamento, ar condicionado, energia elétrica, entre outros.

Dentre estas disciplinas, o ar condicionado ocupa um lugar muito importante quanto a biossegurança, no sentido de mitigar a entrada e a disseminação de microrganismos ao centro cirúrgico.

O ar condicionado na sala cirúrgica tem como objetivo o controle de temperatura, umidade, de particulado e consequentemente de microrganismos, bem como remover gases anestésicos, promover a

renovação de ar, impedir a entrada de particulado oriunda de áreas adjacentes, e dentro de um nível acústico adequado.

Neste trabalho abordaremos os principais requisitos e características necessárias das salas cirúrgicas especificamente relacionadas ao ar condicionado.

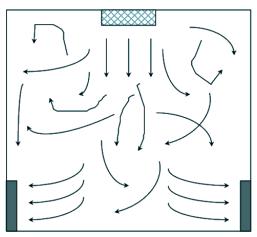
# 2 COMPARAÇÃO DE REQUISITOS

Os principais requisitos a avaliar quanto ao desempenho do ar condicionado de uma sala cirúrgica são a difusão do ar, a temperatura, a umidade, o ruído e a segurança biológica da instalação.

#### 2.1 Difusão de ar

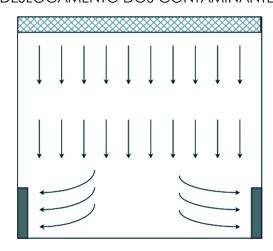
Inicialmente podemos dividir os sistemas de distribuição do ar em dois tipos, sendo eles o turbulento e unidirecional, como vemos nas figuras 1 e 2.

Figura 1 TURBULENTO DILUIÇÃO DOS CONTAMINANTES



Fonte: Apresentação TROX, 2004

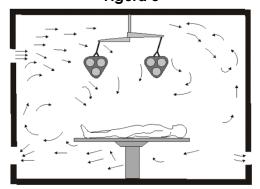
# Figura 2 UNIDIRECIONAL / LAMINAR DESLOCAMENTO DOS CONTAMINANTES



Fonte: Apresentação TROX, 2004

Especificamente em salas cirurgicas podemos avaliar a distribuição de ar conforme as figuras 3 a 10 abaixo (M. L. Pereira, 2005):

Figura 3

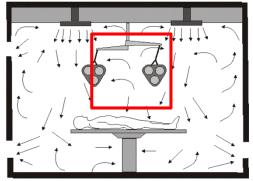


Fonte: Schmidt, 1987

# DISTRIBUIÇÃO DE AR TURBULENTO

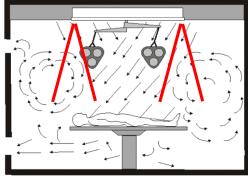
OS MICRORGANISMOS SÃO DISTRIBUIDOS PELA SALA E SOBRE O PACIENTE.

Figura 4



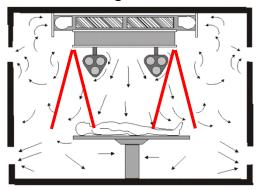
Fonte: Schmidt, 1987

Figura 5



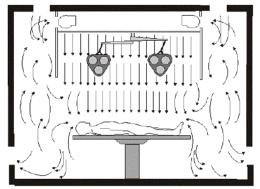
Fonte: Schmidt, 1987

Figura 6



Fonte: Schmidt, 1987

Figura 7



Fonte: Schmidt, 1987

# DISTRIBUIÇÃO DE AR TURBULENTO

APESAR DO AR IMPULSIONADO DE CIMA PARA BAIXO, OS MICRORGANISMOS SÃO DISTRIBUIDOS PELA SALA E SOBRE O PACIENTE.

DISTRIBUIÇÃO DE AR LAMINAR/UNIDIRECIONAL SEM DIRECIONAMENTO

UMA ÁREA PERIMETRAL TURBULENTA PERMITE A ENTRADA DE CONTAMINATES DA SALA QUE PODEM SE DEPOSITAR SOBRE O PACIENTE.

DISTRIBUIÇÃO DE AR LAMINAR/UNIDIRECIONAL SEM DIRECIONAMENTO

UMA ÁREA PERIMETRAL TURBULENTA PERMITE A ENTRADA DE CONTAMINATES DA SALA, QUE PODEM SE DEPOSITAR SOBRE O PACIENTE.

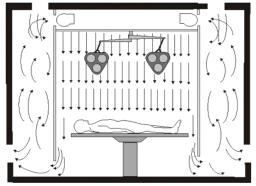
OS VENTILADORES PRESENTES NESTA SOLUÇÃO PODEM ELEVAR O NÍVEL DE RUIDO DA SALA.

DISTRIBUIÇÃO DE AR LAMINAR/UNIDIRECIONAL

OS DIRECIONADORES PERIMETRAIS PERMITEM A MANUTENÇÃO DE UM FLUXO DE AR LAMINAR SOBRE O PACIENTE, IMPEDINDO A CONTAMINAÇÃO DO PACIENTE.

OS VENTILADORES PRESENTES NESTA SOLUÇÃO PODEM ELEVAR O NÍVEL DE RUIDO DA SALA.

Figura 8

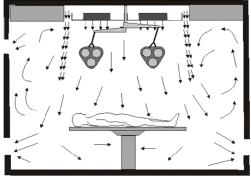


Fonte: Schmidt, 1987

DISTRIBUIÇÃO DE AR LAMINAR/UNIDIRECIONAL

OS DIRECIONADORES PERIMETRAIS PERMITEM A MANUTENÇÃO DE UM FLUXO DE AR LAMINAR SOBRE O PACIENTE, IMPEDINDO A CONTAMINAÇÃO DO PACIENTE.
A CORTINA PERIMETRAL ATÉ O NÍVEL DO PISO DIFICULTA O TRABALHO DOS CIRURGIÕES, ANESTESISTAS E INSTRUMENTISTAS.

Figura 9

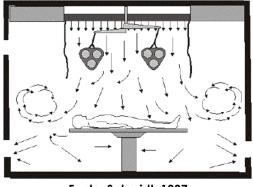


Fonte: Schmidt, 1987

DISTRIBUIÇÃO DE AR UNIDIRECIONAL/UNIDIRECIONAL

CORTINAS DE AR IMPEDEM A ENTRADA DE CONTAMINANTES DA SALA PARA O PACIENTE. O EFEITO PISTÃO SOBRE A ÁREA CENTRAL PROVOCA UMA VARREDURA DE CIMA PARA BAIXO QUE DIFICULTA QUE CONTAMINANTES ORIUNDOS DOS CIRURGIÕES, ANESTESISTAS E INSTRUMENTISTAS ATINJAM O PACIENTE.

Figura 10



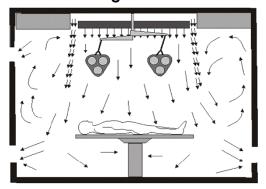
Fonte: Schmidt, 1987

DISTRIBUIÇÃO DE AR LAMINAR/UNIDIRECIONAL

CORTINAS DIRECIONAM O AR IMPEDINDO A ENTRADA DE CONTAMINANTES.

O FLUXO DE AR LAMINAR DIFICULTA QUE CONTAMINANTES ORIUNDOS DOS CIRURGIÕES, ANESTESISTAS E INSTRUMENTISTAS ATINJAM O PACIENTE.

Figura 11



Fonte: Schmidt, 1987

DISTRIBUIÇÃO DE AR LAMINAR/UNIDIRECIONAL

CORTINAS DE AR IMPEDEM A ENTRADA DE CONTAMINANTES DA SALA PARA O PACIENTE.

O FLUXO DE AR LAMINAR DIFICULTA QUE CONTAMINANTES ORIUNDOS DOS CIRURGIÕES, ANESTESISTAS E INSTRUMENTISTAS ATINJAM O PACIENTE. As soluções das Figuras 3 e 4, por possuirem um regime turbulento, não protegem o paciente contra contaminações (M. Alsved e outros, 2017).

Já a solução da Figura 5 protege parcialmente o paciente contra contaminações.

As soluções das Figuras 6, 7 e 8, por possuirem ventiladores dentro da sala cirúrgica, adicionam complexidade a solução devido ao nível de ruído. Em reformas de instalações existentes muitas vezes são a única alternativa viável.

Soluções com cortinas de ar como a da Figura 9, possuem comprovada eficâcia quanto ao controle de contaminantes sobre o paciente (M. A. Melhado, J. L. M. Hensen, M. Loomans, 2006).

Fluxos laminares de ar como o da Figura 10, promovem áreas de maior controle de contaminantes (M. Alsved e outros, 2017). Este tipo de solução é amplamente utilizada na indústria farmacêutica com este objetivo.

Na Figura 11 é possível observar uma solução com cortina de ar e fluxo laminar, que apesar do seu desempenho, introduz uma complexidade extra na sua construção, o que implica em custos elevados.

Comercialmente as soluções das Figuras 9 e 10 são as mais utilizadas no Brasil, e também nos paises desenvolvidos.

Sob o aspecto normativo, várias normas nacionais e internacionais definem o tipo de difusão a ser adotado. A Tabela 2 compara as principais normas:

Tabela 2 – Comparativo da difusão

Pais	Norma	Tipo de Fluxo	Dimensão	Pressurização	Velocidade
Brasil	Proj NBR 7256 [4]	Citado unidirecional	Não difinido	> +5 Pa	Não definido
Brasil	NBR 7256/2005	Não definido	-	Positiva	Não definido
USA	ASHRAE St170	Unidirecional	Mesa cirurgica +610mm	> +2,5 Pa	Não definido
Alomanha	Alemanha DIN1946-4	Unidirecional	3,2 x 3,2m	Positiva	0,23 a 0,25m/s
Alemanna	DIN1940-4	Turbulento	-	Positiva	0,24 a 0,3m/s
Russia	Russia Gost R 52539 [5]	Unidirecional	9m2	Positiva	0,24 a 0,3m/s
Nussia	GOST N 32339 [3]	Turbulento	4,3m2	Positiva	-
Inglaterra	HTM 03-01		2,8 x 2,8m	Positiva	0,3 a 0,38m/s
Ecnanha	5	Unidirecional			
Espanha	UNE 100713	Turbulento			
Suiça SWKI- 99-3	Unidirecional	3,2 x 3,2m	15 a 25Pa	0,23 a 0,25m/s	
	Turbulento	-	15 a 25Pa	0,25 a 0,35m/s	
Austria ÖNORM H6020	ÖNOBM HEO20	Unidirecional	8m2		0,22 a 0,45m/s
	Turbulento		10 a 15Pa	> 0,2m/s	

Fonte: elaborado pelo autor

Uma condição adicional é que velocidades superiores a 0,33 m/s secam as feridas mais rapidamente.

A convecção natural de um corpo humano a 34 °C cria uma velocidade de convecção natural de aproximadamente 0,05 m/s (Yoshihito Kurazumi, Lauris Rezgals e Arsen Krikor Melikov, 2014). Velocidades entre 0,13 e 0,18 m/s tem sido definidas em alguns estudos recentes como aceitáveis para salas cirurgicas (Farhad Memarzadeh, Zheng Jiang, 2004), entretanto estes estudos são realizados em ambiente estático sem simular o movimento dos atores e a convecção natural devido ao aquecimento dos equipamentos, promovendo uma velocidade contrária ao fluxo de ar descendente.

Observando a análise das figuras 3 a 11 e a tabela 1, podemos propor duas soluções para salas cirúrgicas conforme seu uso (ABNT NBR 7256 : 2005 e Consulta Pública nº 109, de 11 de dezembro de 2003):

- Sala de cirurgia: DISTRIBUIÇÃO DE AR POR EFEITO PISTÃO (figura 9), pressão > 5Pa, velocidade 0,2 a 0,3 m/s.
- Sala de cirurgia especializada (ortopedia, neurologia, cardiologia, transplante, queimados): DISTRIBUIÇÃO DE AR LAMINAR (Figura 10), Pressão > 5Pa, Velocidade 0,23 a 0,35 m/s.

## 2.2 Temperatura

A temperatura da sala cirúrgica está associada ao conforto dos usuários e do paciente, abaixo tabela 3 comparativa:

Tabela 3 – Comparativo de temperaturas

Pais	Norma	Temperatura
Brasil	Proj NBR 7256 [4]	20 a 24°C
Brasil	NBR 7256/2005	18 a 22°C
USA	ASHRAE St170	20 a 24°C
Alemanha	DIN1946-4	19 a 26°C
Russia	Gost R 52539 [5]	18 a 24°C
Inglaterra	HTM 03-01	16 a 25°C
Espanha	UNE 100713	22 a 26°C
Suiça	SWKI- 99-3	19 a 26°C
Austria	ÖNORM H6020	20 a 24°C

Fonte: elaborado pelo autor

Adicionalmente, conforme a Anvisa, a temperatura adequada para salas cirúrgicas se situa entre 18 e 22 °C.

Paralelamente, podemos observar abaixo na Tabela 4 a temperatura de conforto dependente da vestimenta e da atividade do indivíduo associada a velocidade do ar:

Tabela 4 – Conforto térmico

Vestimenta	Nível de atividade			
vestimenta	Dormindo	Sentado	Em pé	Ativo
Nu	31	29	25	23
Roupa leve	29	26	21	18
Paletó e gravata	27	23	17	13
Velocidade do ar (m/s)	Ajustes aos valores acima devido ao movimento do ar			
0,2	0,5	1,0	1,0	1,5
0,4	1,0	1,5	2,0	3,0
0,7	1,5	2,0	3,0	4,0
1,0	2,0	2,5	3,5	5,0

Fonte: BRE, 1979

Considerando que os principais atores na sala cirúrgica são o Cirurgião (Vermelho) e o Anestesista (Azul), podemos concluir que as temperaturas de conforto destes são respectivamente 20 e 22 °C para velocidades entre 0,2 e 0,3 m/s.

Desta forma, podemos propor que uma amplitude entre 18 e 24 °C parece ser uma faixa de temperatura aceitável para esta aplicação. Temperaturas entre 24 e 26 °C parecem muito elevadas para um centro cirúrgico. E ainda considerando que 50% dos pacientes são acometidos por hipotermia devido aos anestésicos, temperaturas abaixo de 18 °C parecem muito baixas.

#### 2.3 Umidade

O controle da umidade é muito importante em um empreendimento hospitalar, valores abaixo de 30 % promovem desconforto e problemas respiratórios, ao passo que valores acima de 70 % propiciam a maior proliferação de microrganismos.

Na Tabela 5 abaixo podemos observar os diferentes valores encontrados nas diferentes normas.

Tabela 5 – Umidade

Pais	Norma	Umidade
Brasil	Proj NBR 7256 [4]	< 60%
Brasil	NBR 7256/2005	45 a 55%
USA	ASHRAE St170	20 a 60%
Alemanha	DIN1946-4	30 a 50%
Russia	Gost R 52539 [5]	> 30%
Inglaterra	HTM 03-01	<70%
Espanha	UNE 100713	45 a 55%
Suiça	SWKI- 99-3	> 30%
Austria	ÖNORM H6020	35 a 45%

Fonte: elaborado pelo autor

Podemos observar que os valores de umidade são bastante divergentes. As normas ASHRAE St170, HTM 03-01 e o projeto de revisão da NBR 7256 apenas informam um valor máximo, desta forma negligenciando os efeitos nocivos das baixas umidades. Já as normas Gost R 52539 e SWKI- 99-3, apenas indicam um valor mínimo de umidade, negligenciando valores máximos. As outras normas estabelcem em alguns casos faixas estreitas de controle de umidade, o que aparentemente não parece necessário.

Adicionalmente, sabe-se que a umidade abaixo de 40 % aumenta os efeitos eletrostáticos, assim facilitando a aderência de particulados sobre as superfícies.

Considerando estas informações, uma faixa de umidade entre 30 e 60% parece adequada para esta aplicação.

### 2.4 Ruído

Numa sala cirúrgica, o ruído é muito importante para propiciar o entendimento entre a equipe e o conforto dos ocupantes.

Abaixo na Tabela 6, há uma comparação entre normas:

Tabela 6 – Ruído

Pais	Norma	Ruido
Brasil	Proj NBR 7256 [4]	< 48db(A)
Brasil	NBR 7256/2005	-
USA	ASHRAE St170	-
Alemanha	DIN1946-4	< 48db(A)
Russia	Gost R 52539 [5]	< 35db(A)
Inglaterra	HTM 03-01	< 55db(A)
Espanha	UNE 100713	< 40db(A)
Suiça	SWKI- 99-3	< 48db(A)
Austria	ÖNORM H6020	< 45db(A)

Fonte: elaborado pelo autor

Adicionalmente, podemos avaliar alguns pontos. A sala cirúrgica em operação, possui vários equipamentos que promovem níveis de ruído na ordem de 55db(A). O limiar de audição é de aproximadamente 20 db(A), já o nível de ruído da fala normal é de aproximadamente 60db(A) e uma conversa em voz alta gira em torno de 70 db(A).

As Cirurgias ortopédicas, normalmente, geram ruídos de até 85 db(A). É também conhecido, o fato de que os níveis de ruído superiores a 70 db(A) interferem na sedação do paciente.

Outro fato importante a analisar, são as caracteristicas do empreendimento. Construções existentes geralmente apresentam dificuldades físicas, que muitas vezes impedem uma solução técnicamente mais ajustada.

Avaliando todas as caracterísitcas, seria possível estipular dois níveis de ruído máximo, um para instalações novas e outro para instalações existentes que passarem por retrofit.

Considerando os objetivos princiais, que são o conforto e o entendimento da fala, os níveis máximos admissíveis de 48 db(A) e 55 db(A) para instalações novas e para instalações existentes respectivamente, parecem níveis apropriados.

# 2.5 Segurança biológica

A entrada e a propagação de particulados no ambiente hospitalar dotado de ar condicionado, está em boa parte ligado ao sistema de filtragem da instalação e da sua correta manutenção.

Na Tabela 7 há uma comparação entre normas:

Tabela 7 – Filtragem

<u> </u>		
Pais	Norma	Filtragem
Brasil	Proj NBR 7256 [4]	H13
Brasil	NBR 7256/2005	F8 / H13
USA	ASHRAE St170	F8
Alemanha	DIN1946-4	H13
Russia	Gost R 52539 [5]	H13 / H14
Inglaterra	HTM 03-01	H10
Espanha	UNE 100713	H13
Suiça	SWKI- 99-3	H13
Austria	ÖNORM H6020	H12 / H13

Fonte: elaborado pelo autor

A partir destes dados, é possível concluir que neste ponto há um consenso internacional em torno de um grau de filtragem final H13 ou ISO35H, conforme a norma vigente ABNT NBR ISO 29463-1.

#### **3 CONCLUSÕES**

Considerando as comparações normativas, requisitos legais e dados adicionais podemos formar a seguinte avaliação:

- Avaliando que existem empreendimentos hospitalares muitas vezes especializados em áreas específicas da medicina, e ainda a necessidade crescente de obter os menores custos com o melhor desempenho para cada finalidade, é importante dividir em ao menos dois tipos de salas cirúrgicas, sendo: uma para cirurgia geral e outra para procedimentos mais complexos

como ortopedia, neurologia, cardiologia, transplante, queimados e afins. Estes dois tipos de salas de cirurgia geral e de alta complexidade, poderiam usar sistemas de distribuição de ar do tipo unidirecional com cortina de ar com velocidade de 0,2 a 0,3 m/s e fluxo de ar laminar com velocidade 0,23 a 0,35 m/s, respectivamente. Ambas deveriam propiciar ao menos um diferencial de pressão positivo de 5 Pascais para impedir a entrada de contaminantes de ambientes circundantes. Diferenças de pressão menores que 5 Pascais são muito difíceis de medir.

- Para obter o conforto térmico dos principais atores da sala cirúrgica e minimizar os efeitos de hipotermia do paciente, temperaturas da sala entre os 18 e 24 °C parecem adequados.
- Para minimizar a proliferação de microrganismos e evitar efeitos desagradáveis em razão da baixa umidade, níveis de umidade entre os 30 e 60 % parecem adequados. É importante ressaltar que em regiões onde as condições ambientais de temperatura e umidade são razoavelmente estáveis como nas cidades de São Paulo, Curitiba e Porto Alegre, os sistemas de ar condicionado, mesmo sem um controle adequado de umidade, permitem obter umidades entre 50 e 60 % na maior parte do tempo.
- Considerando as condições estruturais do Brasil, parece adequado dividir o nível de ruído máximo aceitável de uma sala cirúrgica conforme o tipo de construção, se nova ou existente, sendo que os níveis de 48 db(A) e 55 db(A), respectivamente, parecem adequados e viáveis.
- E para permitir um adequado controle da entrada e propagação de microrganismos dentro do centro cirúrgico é indicado o uso de filtros ISO35H (H13), preferencialmente terminais.

A Tabela 8 abaixo apresenta o resultado final do estudo.

Tabela 8 – Resultado

	Tipo de difusão		
	Unidirecional com	Laminar com	
	cortina de ar	cortina fisica	
Velocidade	0,2 a 0,3 m/s	0,23 a 0,35 m/s	
Pressão	> +5 Pa		
Temperatura	18 a 24 °C		
Umidade	30 a 60%		
Filtragem minima	ISO35H (H13)		
	Instalações novas	Instalações	
		existentes	
Ruído máximo	48 db(A)	55 db(A)	

Fonte: elaborado pelo autor

Eventualmente, este estudo poderá servir de base para futuras revisões normativas.

## **REFERÊNCIAS**

ABNT NBR 7256 : 2005 – Tratamento de ar em estabelecimentos Assistências da Saúde (EAS) – Requisitos para projeto e execução das instalações.

ABNT NBR ISO 29463-1:2013 - Filtros e meios filtrantes de alta eficiência para remoção de partículas no ar - Parte 1: Classificação, ensaio de desempenho e identificação.

Alexander Fedotov, Ar limpo em hospitais, Artigo publicado e apresentado durante o ISCC Japão, 2010.

Apresentação: Fluxos Laminares unidirecionais, TROX do Brasil, 2004.

Cibele Alves da silva - analise de escoamento de ar em uma sala cirúrgica via simulação em CFD, 2016.

Consulta Pública nº 109, de 11 de dezembro de 2003 - ORIENTAÇÃO TÉCNICA REFERENTE A INDICADORES DE QUALIDADE DO AR INTERIOR EM AMBIENTES DE SERVIÇOS DE SAÚDE.

Farhad Memarzadeh, Zheng Jiang, - Effect of Operation Room Geometry and Ventilation System Parameter Variations on the Protection of the Surgical Site – 2004.

LAMB, Paulo L. - Centro Cirúrgico e Recuperação Pós-Anestésica: planejamento - Porto Alegre – 2000.

M. Alsved a, A. Civilis b, P. Ekolind c, A. Tammelin d, A. Erichsen Andersson e, J. Jakobsson a, T. Svensson a, M. Ramstorp a, S. Sadrizadeh f,g, P-A. Larsson b, M. Bohgard a, T. Santl-Temkiv h, J. Londahl - Temperature-controlled airflow ventilation in operating rooms compared with laminar airflow and turbulent mixed airflow – 2017.

M A Melhado, J L M Hensen, M Loomans - REVIEW OF VENTILATION SYSTEMS IN OPERATING ROOMS IN VIEW OF INFECTION CONTROL – 2006.

M. L. Pereira and A. Tribess - A review of air distribution patterns in surgery rooms under infection control focus, 2005.

NSI/ASHRAE/ASHE Standard 170:2017 - Ventilation of Health Care Facilities.

OMS, ALIANÇA MUNDIAL PARA A SEGURANÇA DO PACIENTE, SEGUNDO DESAFIO GLOBAL PARA A SEGURANÇA DO PACIENTE, CIRURGIAS SEGURAS SALVAM VIDAS, 216pg, 2009.

Proj NBR 7256 obtida no site da ABNT em consulta pública.

Yoshihito Kurazumi, Lauris Rezgals and Arsen Krikor Melikov - Convective Heat Transfer Coefficients of the Human Body under Forced Convection from Ceiling – 2014.