

SALA LIMPA: ASPECTOS GERAIS, ORÇAMENTO E MONTAGEM DOS PAINÉIS ISOTÉRMICOS

Caio Rodrigues Martins

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(caiorodriguesmartins@hotmail.com)*

Mariana Gomes Pidde

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(piddemariana@gmail.com)*

Ana Lúcia Carrijo Adorno

Professora Doutora, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis (ana.carrijo@unievangelica.edu.br)

Kíria Nery Alves do Espírito Santo Gomes

*Professora Mestra, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(kiriagomes@gmail.com)*

RESUMO

Neste trabalho realiza-se estudos e análises referentes aos aspectos gerais de uma sala limpa, com a utilização, orçamento e montagem dos painéis isotérmicos. A estrutura de desenvolvimento do trabalho consiste em conceitos sobre ambientes limpos, evolução histórica, utilização na atualidade, funcionamento de salas limpas, normatizações, definições e como deve-se trabalhar dentro desses meios controlados, com foco nos componentes e como são feitas suas instalações. Apresenta-se a importância de modernização com a utilização de painéis isotérmicos na construção de salas limpas, a partir de suas vantagens construtivas. Mostra-se como é feito o levantamento e orçamento dos materiais e serviços necessários para montagem desses painéis, que irão ser utilizados para a formação de paredes e forros. Utiliza-se pesquisas em livros, revistas, artigos e visitas de campo. O que possibilita adquirir conhecimento de forma geral sobre o que são ambientes limpos, processo construtivo e noções sobre como realizar o orçamento e montagem dos painéis isotérmicos e elementos afins a eles, em salas limpas. Aponta-se que a utilização dos painéis isotérmicos para a construção de ambientes limpos gera uma maior facilidade de manutenção dos ambientes, mudanças de *layouts*, e demais modificações, bem como a redução dos custos destinados as demais disciplinas a longo prazo, como o custo destinado ao sistema de tratamento de ar.

Palavras-Chave: Painéis Isotérmicos. Orçamento. Montagem.

1 INTRODUÇÃO

Um assunto bastante pertinente e de grande enfoque atual é a respeito de ambientes limpos e controlados, que recebem o nome geral de sala limpa, que se caracteriza por ser um local com controle de partículas, temperatura, umidade, pressão e alguns outros fatores que influenciam na produção de determinado produto ou serviço. Muitos ramos de negócios buscam a utilização desses tipos de salas, tais como: Alimentício, farmacêutico, hospitalar, laboratorial, veterinário, nanotecnológico, automobilístico, dentre outros (WHYTE, 2013).

Para desenvolver um bom projeto de uma sala limpa, primeiramente precisamos saber a utilização que o ambiente terá, ou seja, o produto que será desenvolvido, manipulado ou trabalhado no local. O projeto deverá atender as normas, compatibilizando todos os projetos envolvidos no ambiente, como: elétrico, hidráulico, incêndio, gás e outros.

Após o desenvolvimento de todo o projeto conceitual para a construção da sala limpa, a empresa deve realizar o orçamento, para ter uma estimativa de custos e saber a viabilidade da edificação. Como existem várias etapas construtivas e diversificadas empresas que atuam na área, o orçamento acaba por ser dividido em vários orçamentos particulares (BRITTO, 2011).

A montagem/construção é feita com a instalação de piso, forro, paredes e pontos de acesso e visualização. Sendo que para uma melhor potencialização e facilidade da futura limpeza e controle do ambiente utilizam-se painéis isotérmicos. Os aparelhos e componentes serão instalados nos respectivos locais projetados para que a sala execute a função que lhe foi designada. A limpeza, controle e manutenção ocorrem constantemente para que a qualidade dos produtos seja a maior possível, no que diz respeito as partículas e contaminação (CARMO, 2018).

O tema em questão é muito discutido e utilizado na atualidade, pois diversificadas indústrias já possuem salas limpas, com o objetivo de melhorar a qualidade de seus produtos e serviços, paralelamente com a evolução da sociedade e o requerimento de novas melhorias na qualidade de vida. O que impulsiona as empresas a buscarem satisfazer as exigências que vem sendo cada vez maiores, agregando importância para o desenvolvimento da construção de ambientes mais limpos e bem controlados.

2 METODOLOGIA

2.1 SALA LIMPA

Sala limpa é um ambiente fechado, que se dimensiona a partir da necessidade das empresas e suas respectivas buscas de qualidade, já que cada produto ou serviço exige certo limite de contato com outros ambientes. Ou seja, determinado controle de partículas que estão presentes no local. Estruturando-se por seus lados fechados, portas de acesso, unidade de tratamento de ar (UTA), respectivos componentes particulares e materiais que compõem o produto ou serviço da empresa. Dentro do ambiente insere-se

ar filtrado, para que as partículas em suspensão no ar possam movimentar e saírem do local.

Os pontos de acesso e visualização configuram os componentes de uma sala limpa, tais como:

- Piso;
- Paredes;
- Forro;
- Portas;
- Visores;
- Antecâmaras;
- Dispositivos de separação;
- Caixas de Passagem;
- Unidades de tratamento de ar.

Precisa-se entender que o ambiente é extremamente limpo e que as partículas citadas são na escala de micrômetros, que seria a milionésima parte do metro. Parte do ar que já existe na sala limpa é retirado por meio de exaustores, passando por filtros para poderem retornar, juntamente com ar insuflado do meio externo e filtrado. A ideia é simples, o ar filtrado entra na sala, mistura-se com os contaminantes e partículas e sai do ambiente (SILVA, 2012).

A razão pela qual o ar é insuflado é porque um arranjo de salas limpas deve possuir diferenças de pressões, normalmente as maiores pressões estão nos ambientes mais internos, onde o produto ou serviço será desenvolvido, e essa pressão é realizada pelo ar inserido dentro da sala. Para uma pressão positiva insere-se mais ar do que retira-se e para uma pressão negativa retira-se mais ar do que insere-se (WHYTE, 2013).

O objetivo de se ter diferenças de pressões é para que os ambientes mais limpos não sejam contaminados pelos menos limpos, ou seja, quando abrir-se uma porta para entrar em uma sala de produção, o ar irá sair da sala de produção direcionando-se para fora, devido possuir uma pressão interior maior que a exterior. Caso o produto não possa contaminar outras áreas, ele pode ser desenvolvido em uma sala de pressão negativa, para que o ar interno não escoe para o meio externo (WHYTE, 2013).

O que impede que o ambiente continue limpo são as contaminações inseridas nele. Deve-se entender que antes da sala limpa entrar no estado de ocupação em repouso ocorre uma 'superlimpeza', retirando as partículas que estão inseridas no local de trabalho, com isso as fontes internas serão originadas a partir das pessoas e desgastes dos materiais, equipamentos e produtos.

A equipe que atua em uma sala limpa deve possuir treinamento técnico para permanecer em tal local, que depende da política adotada pela empresa, que varia do tipo de produto ou serviço desenvolvido (ASMONTEC, 2018).

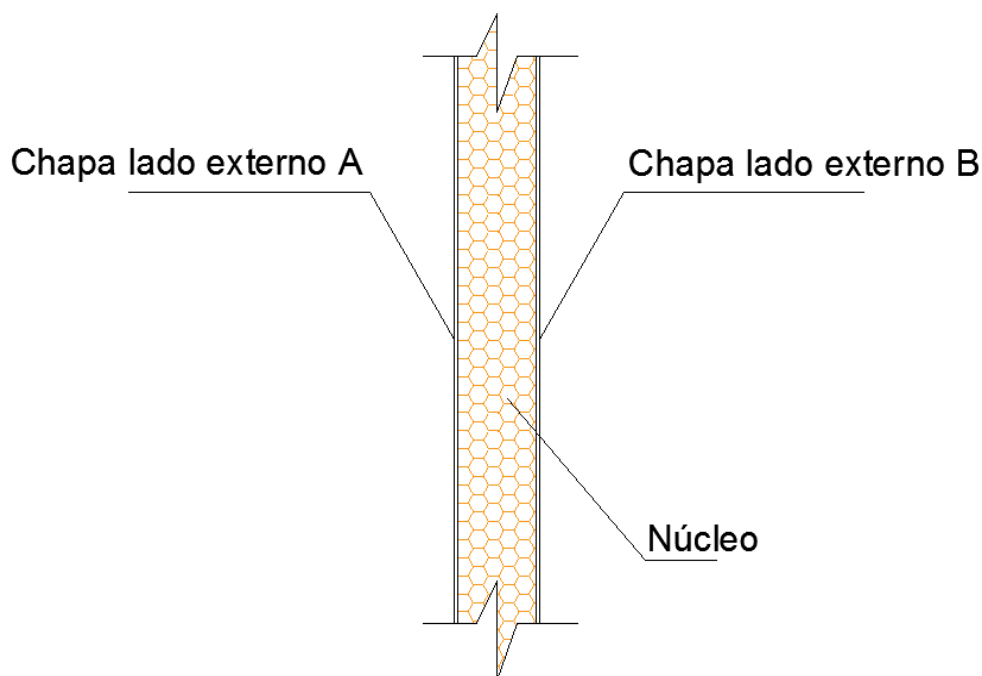
Ao realizar a entrada na sala limpa e desenvolver seu respectivo serviço, o comportamento do colaborador tem papel fundamental para evitar a contaminação no ambiente, iniciando desde o vestuário colocado de maneira correta, protegendo todo o corpo do indivíduo, até a maneira de se comportar e realizar suas atividades (ABNT, 2006).

2.2 PAINÉIS ISOTÉRMICOS

Painéis isotérmicos são elementos constituídos por chapas de aço separadas por um núcleo, Figura 1, formado por materiais como poliuretano, poliestireno, dentre outros. O que faz com que os painéis possuam ótimo isolamento térmico e acústico, além de alguns tipos terem uma boa resistência a flexo-compressão. Surgiram no mercado de materiais e produtos devido a busca por agilidade e economia. São produtos pré-fabricados, que possuem um núcleo denso revestido em ambos os lados com chapas de aço galvanizado ou inox (MOURA, 2018).

Com relação a alvenaria convencional, os painéis isotérmicos garantem uma obra mais limpa, gerando menos resíduos, devido a otimização, reaproveitamento dos mesmos e uma redução no peso da estrutura por serem mais leves. Caracteriza-se por um processo rápido e eficiente, ou seja, com menor prazo de execução, reduzindo até 20% dos materiais gastos em comparação com as construções convencionais (NETO, 2012). Pois, após sua montagem, a parede se encontra acabada/pintada, já a alvenaria necessita de reboco e pintura para seu acabamento.

Figura 1 – Corte da peça de painel



Fonte: Autores.

Possuem praticidade na montagem e facilidade na manutenção, porque as peças têm sistemas de encaixe e superfícies lisas e higiênicas. O canteiro desse tipo de construção é menor, ou seja, necessita de pouco espaço para instalação.

São ecologicamente corretos por serem livres de CFC (Clorofluorcarboneto), que é um gás nocivo a camada de ozônio e aos seres vivos. Além de possuírem ótima condutibilidade térmica, são ótimos isolantes elétrico e acústico. Em uma obra com sua utilização, existe uma redução no consumo de energia, já que os custos com

equipamentos de climatização serão reduzidos, devido seu coeficiente global de transmissão de calor ser menor que outros sistemas de vedação. Eles podem ser adquiridos de acordo com a necessidade do projeto, limitando-se apenas ao transporte (DÂNICAZIPCO, 2018).

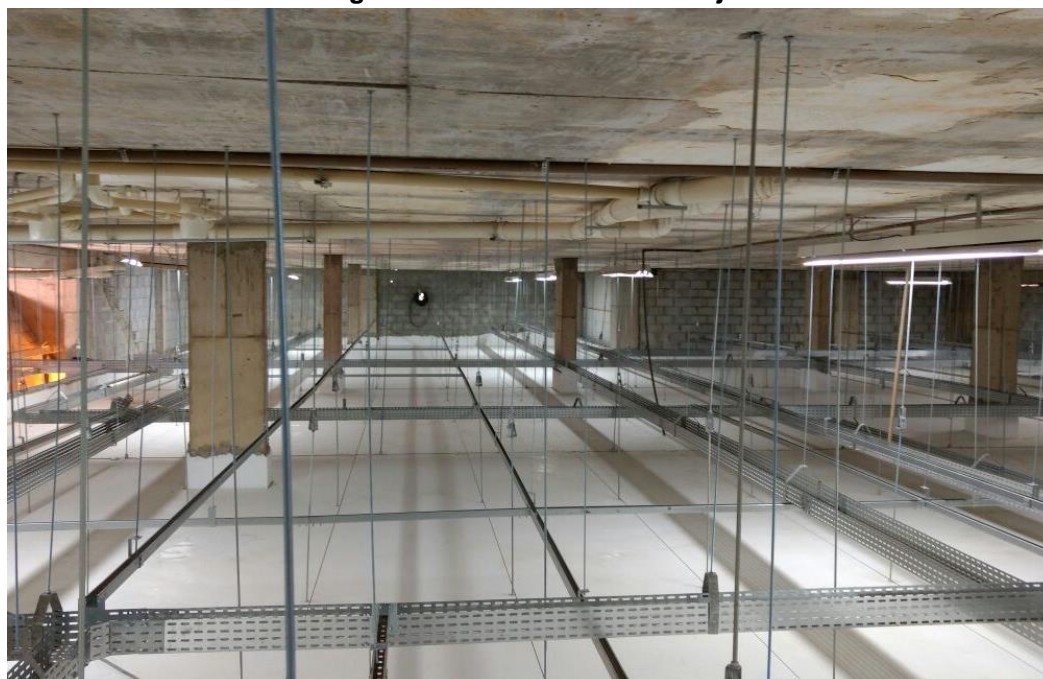
3 MONTAGEM

Os painéis isotérmicos compõem, normalmente, as paredes e os forros. Sendo toda sua estruturação e montagem possível de duas formas. A primeira é começar montando o forro e depois as paredes, a segunda montar as paredes e depois o forro, dependendo do espaço existente dentro de cada empresa (CARMO, 2018).

Na montagem do forro, inicialmente, verifica-se o esquadro do galpão, ou seja, jogam-se as linhas em duas paredes transversais da edificação, formando um “L”. Confere-se com um esquadro de mão se as mesmas estão perpendiculares. Isso é importante para que as marcações de fixação dos suportes sejam alinhadas, mesmo que o galpão não esteja (CARMO, 2018).

Realiza-se a marcação do piso para conferir se as emendas de placas de forro realmente coincidem com as dimensões das salas de acordo com o projeto. Começa-se a paraboltar a laje, com o intuito de prender componentes de sustentação, chamados kits pendurais, que irão conectar o forro com a estrutura do galpão. Começa-se a encaixar um painel isotérmico ao outro, de forma horizontal, e conectar os painéis aos kits pendurais (CARMO, 2018). A Figura 2 representa a vista entre o forro e a laje, o que possibilita compreender a disposição da estrutura de sustentação do forro.

Figura 2 – Vista entre forro e laje



Fonte: Autores.

Após a liberação de cura do piso de sala limpa, inicia-se o processo de montagem de divisórias. Verifica-se o esquadro do local, novamente, para realizar a locação das paredes no piso. Instala-se o perfil guia, Figura 3, pelo perímetro das salas, fixando-o com parafusos e buchas. Antes de realizar a fixação do mesmo é necessário verificar onde serão os vãos das portas e dos painéis técnicos, para que nesses locais não existam perfurações no piso (CARMO, 2018).

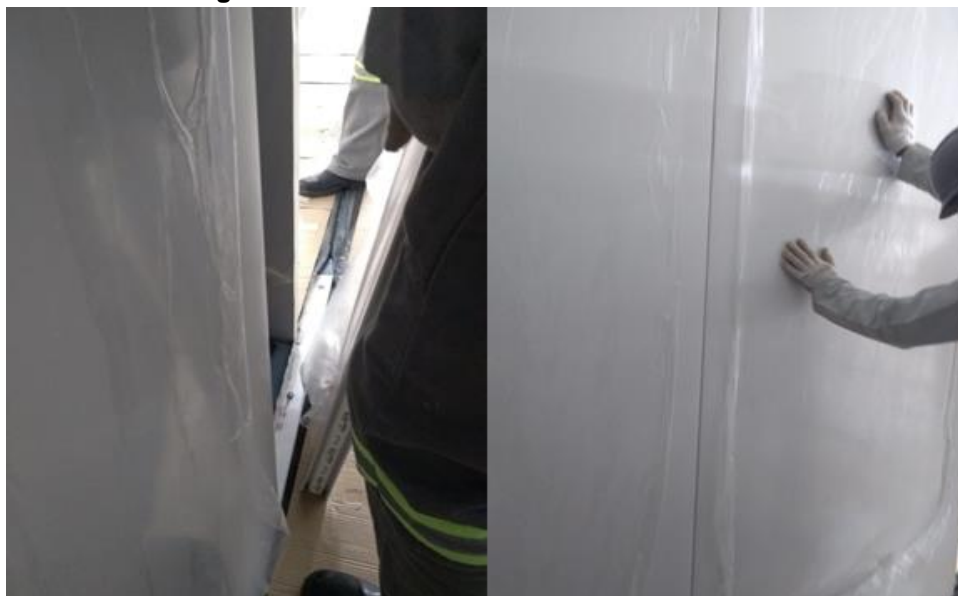
Figura 3 – Perfil guia instalado com isolamento de piso



Fonte: Autores.

Os painéis recebem furos ao longo de seu interior para a passagem de eletrodutos de acordo com o projeto. As peças de painéis serão encaixadas no perfil guia de forma vertical e uma nas outras de maneira horizontal, representado pela Figura 4. Realiza-se o travamento na junção de duas placas de painéis parede com perfil “L”, conectando-as com o forro (CARMO, 2018).

Figura 4 – Painel de divisória sendo encaixado

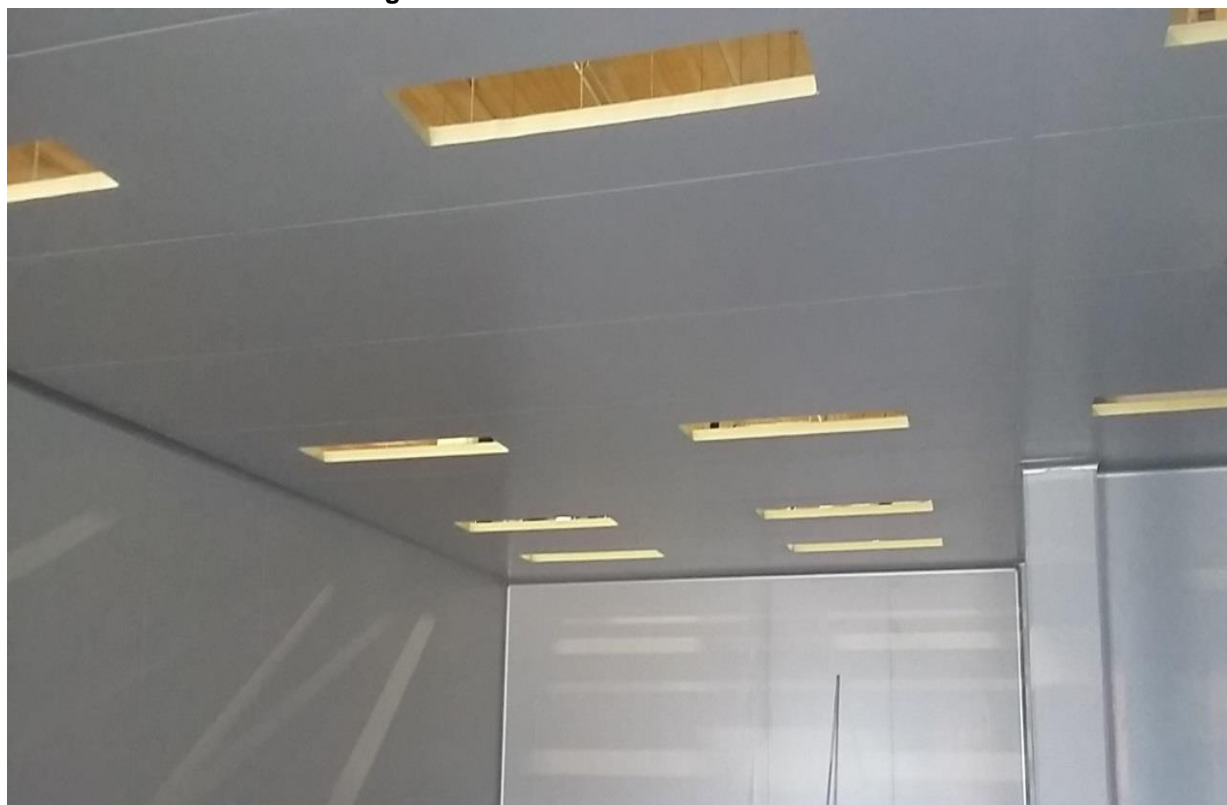


Fonte: Autores.

Lembrando que os painéis são fabricados com esquadro perfeito e normalmente o galpão não possui essa perfeição, por isso ao se instalar os painéis é necessário a verificação do prumo na face do painel e em sua lateral. Quando a primeira placa encaixada não estiver nivelada com o piso deve-se realizar um corte diagonal ao longo da peça para que as próximas placas sejam alinhadas. Para conferir esse alinhamento, nas próximas peças são verificados os prumos, caso desalinhamento realizar cortes para adequação (CARMO, 2018).

Geralmente os encaixes de divisórias devem coincidir com os encaixes do forro, ou seja, deve haver um alinhamento entre a junção das placas de forro com as placas das divisórias, porém isso se dá apenas por questões estéticas. Realizam-se os cortes nas paredes e no forro onde serão locados certos componentes, como portas, *pass-throughs*, visores, luminárias, grelhas e outros. Instalando-os com seus perfis de travamento, encaixe, sustentação e vedação. A Figura 5 representa cortes feitos para introdução de luminárias no forro. Nas portas devem ser realizados ajustes de esquadro e espaçamento de vãos, assim como a regulagem das vedações laterais e inferior, e verificar o funcionamento das fechaduras. Simultaneamente são feitos os painéis técnicos, perfilamentos, *shafts*, fechamentos e qualquer outra necessidade que venha a surgir (CARMO, 2018).

Figura 5 – Recorte de luminárias no forro



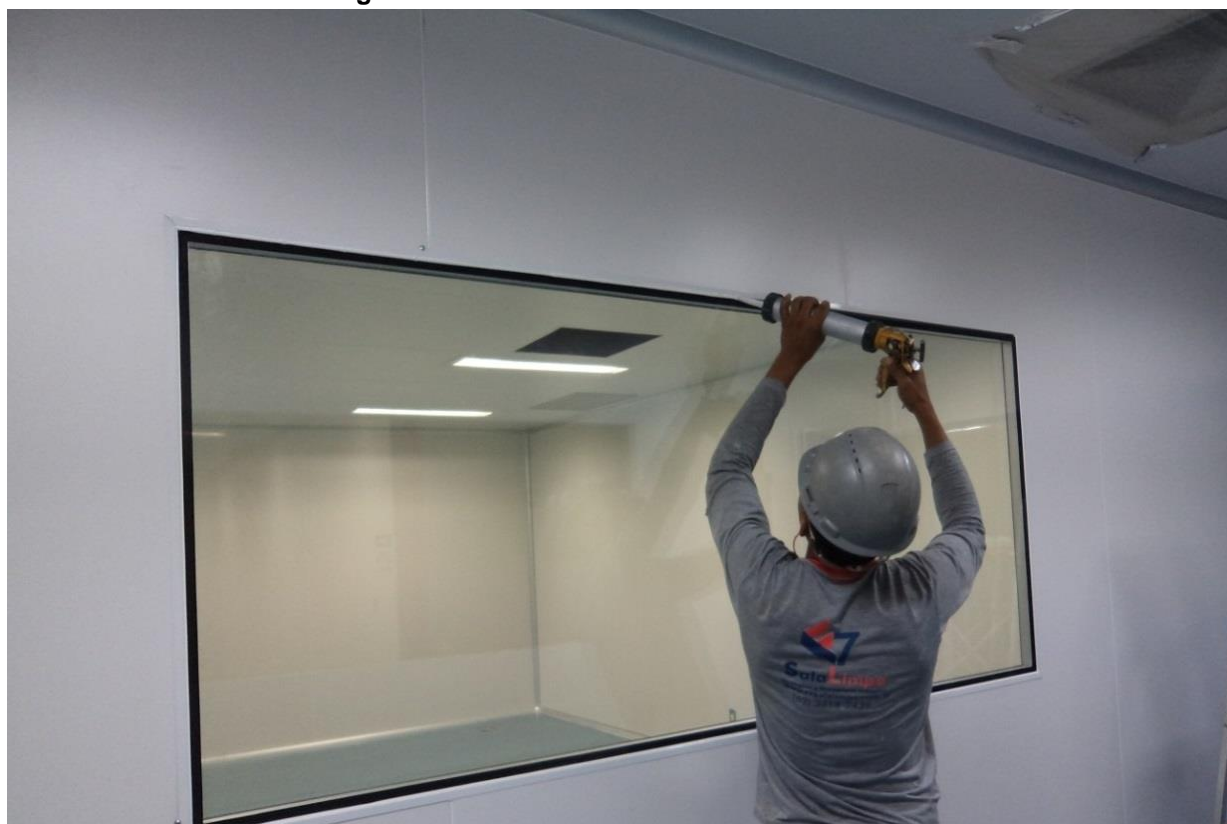
Fonte: Autores.

Na fase de perfilamento da sala, é feito a colagem dos perfis cantos arredondados nos rodapés, no forro e nos demais cantos internos e perfil cantoneira nos cantos

externos a sala, ou seja, na junção dos painéis onde não se consegue instalar os perfis arredondados (CARMO, 2018).

Após a colagem de todos os perfis com silicone, inicia-se a fase de calafetação, ou seja, o processo de vedar as salas passando silicone nos frizos/encaixes de painéis, entre perfis e piso, perfis e painéis, e até mesmo entre perfis. Esse processo tem a finalidade de vedar completamente a sala e deve ser feito o mais detalhado possível para conseguir uma perfeita estanqueidade. A Figura 6 apresenta a calafetação de um visor.

Figura 6 – Acabamento com silicone em visor



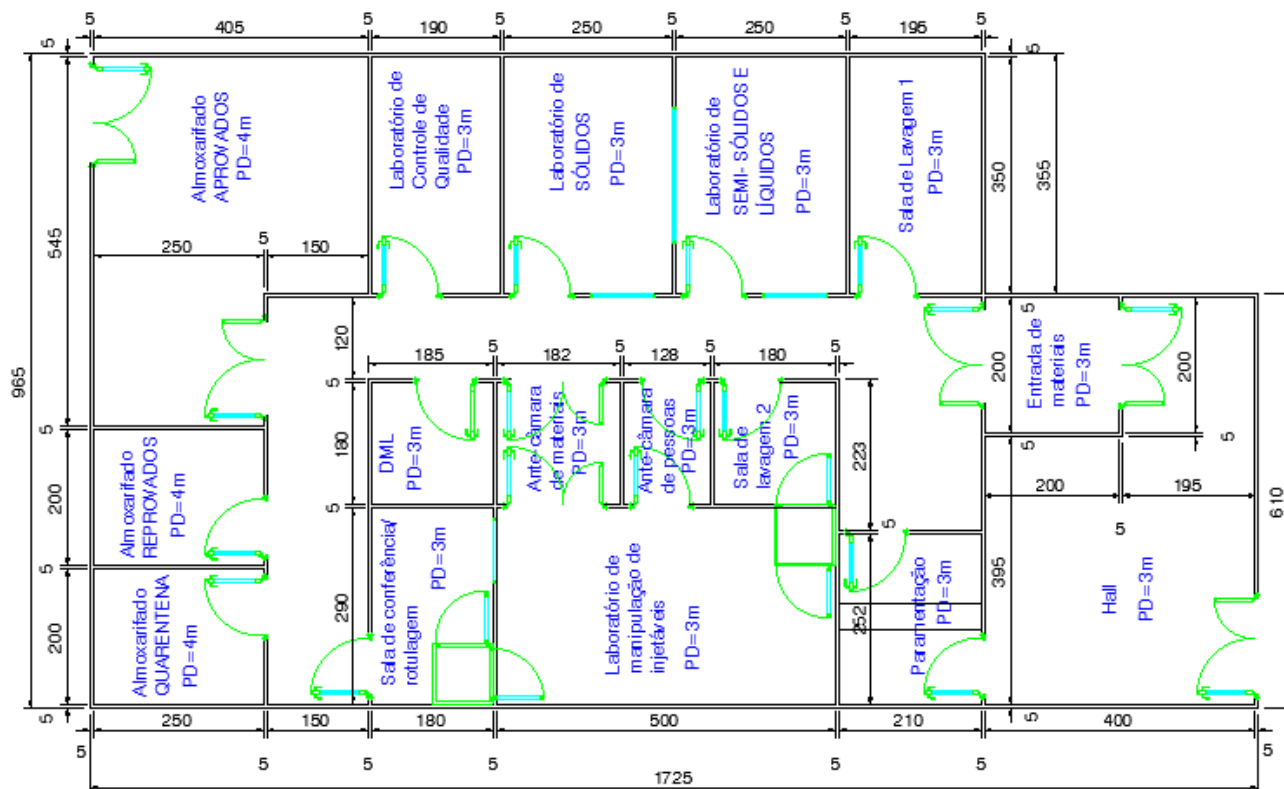
Fonte: Autores.

Finalizando o processo de montagem é feita toda uma revisão por todas as áreas montadas e se caso não houver frestas, retira-se os plásticos dos painéis e entrega o local pronto para a limpeza e um futuro comissionamento (CARMO, 2018).

4 ORÇAMENTO

A partir de uma planta de um conjunto de zonas limpas, representada pela Figura 7, realizou-se o orçamento dos painéis e demais materiais necessários para sua montagem, juntamente com a mão de obra e equipamentos necessários para a construção/montagem dos painéis isotérmicos. Os valores utilizados foram adquiridos com a empresa F7 Tecnotérmicos, localizada em Anápolis, Goiás. Na Tabela 1 pode-se verificar resumidamente os valores de mão de obra, materiais e demais custos para montagem dos painéis isotérmicos.

Figura 7 – Planta de Sala Limpa



Fonte: Autores.

Tabela 1 – Planilha Orçamentária Resumida

TOTAL SERVIÇOS DE MÃO DE OBRA	R\$ 38.887,67
TOTAL MATERIAIS	R\$ 227.951,20
TOTAL DEMAIS CUSTOS	R\$ 13.420,00
TOTAL GERAL	R\$ 280.258,87

Fonte: Autores.

Com o valor total obtido para a montagem dos painéis isotérmicos dessa área limpa, incluindo itens como portas, visores e sistemas de intertravamento, tem-se que o custo por metro quadrado de painel isotérmico montado é R\$ 479,21.

Ao realizar um orçamento da mesma área orçada com painéis isotérmicos mas considerando itens como: paredes em alvenaria, forro em PVC (Policloreto de Vinila) e revestimento das paredes com placas vinílicas, sendo que estes valores de mão de obra e materiais por metro quadrado foram retirados do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção), tem-se um valor de R\$ 423,30 por metro quadrado. Os itens portas, *pass-throughs*, visores e kit intertravamento continuaram os mesmos orçados anteriormente, assim como os demais custos.

Mesmo que uma sala limpa não deva ser construída em alvenaria convencional, por não atender aos requisitos de limpeza exigidos por normas, ao comparar o valor do orçamento por metro quadrado de uma área limpa com painéis isotérmicos e a mesma área em alvenaria convencional, tentando atender ao máximo de padrões exigidos, mas ainda não conseguindo, tem-se um valor superior na área construída com painéis.

A curto prazo, a construção de uma área com alvenaria seria mais viável que a construção com painéis isotérmicos, se atendessem aos requisitos de limpeza exigidos por norma, porém, como não atendem e a longo prazo a construção com painéis isotérmicos proporcionarem uma redução de custos em relação a manutenção da arquitetura da sala e principalmente a manutenção dos sistemas de tratamento de ar que atuam sobre a área limpa, a opção painel isotérmico se torna a única aprovada pelas exigências econômicas e de qualidade.

5 CONCLUSÃO

A partir da concentração dos estudos no tema Sala Limpa: Aspectos Gerais, Orçamento e Montagem dos Painéis Isotérmicos é possível perceber a importância e complexibilidade referentes a ambientes limpos e controlados. Permite expandir os conhecimentos sobre salas limpas e suas utilizações na atualidade, juntamente com a crescente necessidade de continuação de investimentos em desenvolvimento das tecnologias já existentes, em novos projetos de pesquisa, divulgação científica, dentre tantos outros aspectos que estruturam o avanço e ampliação de produtos que sejam fabricados em zonas limpas.

Conclui-se que devido a agilidade no processo de montagem, facilidade em futuras mudanças de *layout*, durabilidade dos painéis isotérmicos e outros fatores positivos para variados tipos de indústrias, empresas que buscam maior qualidade, economia no processo de tratamento de ar e classificação de ambientes limpos, devem buscar a utilização de painéis isotérmicos para as paredes e forros.

Dependendo da alvenaria convencional que for desenvolvida podemos ter uma economia na montagem/construção desses ambientes limpos, mas os gastos que irão existir em relação a manter a classificação do ar, medidas preventivas de trabalho e diversos outros problemas, serão maiores do que a manutenção com painéis isotérmicos.

REFERÊNCIAS

ASMONTEC. **Cuidados para reduzir a contaminação em uma sala limpa**. 2018. Disponível em: <<https://asmontec.com.br/cuidados-para-reduzir-contaminacao-em-salas-limpas/>>. Acesso em: 29 setembro 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14644-5: Salas limpas e ambientes controlados associados – Operações**. Rio de Janeiro, 2006.

BRITTO, FERNANDO. **Projeto básico de salas limpas – parte 1**. Revista SBCC – Sociedade Brasileira de Controle de Contaminação. Ed. 54. São Paulo. 2011.

CARMO, FLÁVIO CUNHA. **Montagem dos painéis isotérmicos**. Anápolis-GO, F7 Tecnotérmicos, 01 out. 2018. Entrevista em visita técnica a Caio Rodrigues Martins e Mariana Gomes Pidde.

DÂNICAZIPCO. **Arquitetura de salas limpas**. 2018. Disponível em: <<http://www.danicacorporation.com/sfDanica2/web/uploads/catalogo/f23f62fe7be0c89b552f0ad6d6f7340d.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2018.

MOURA, VICTOR SANTOS. **Fabricação de painéis isotérmicos**. Anápolis-GO, Isoeste, 22 maio 2018. Entrevista em visita técnica a Caio Rodrigues Martins e Mariana Gomes Pidge.

NETO, MÁRIO. **Painéis isotérmicos reduzem tempo de montagem e desperdício de materiais**. 2012. Disponível em: <<http://www.webarcondicionado.com.br/paineis-isotermicos-reduzem-variacao-de-temperatura>>. Acesso em: 25 maio 2018.

SINAPI. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção**. 2018. Disponível em: <<https://www.isinapi.com/>>. Acesso em: 01 outubro 2018.

WHYTE, WILLIAM. **Tecnologia de salas limpas: fundamentos de projeto, ensaios e operação**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.