

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JALLES JUNIO LOURENÇO DE PAULA  
PEDRO SANTIAGO DA COSTA**

**ANÁLISE PARA UMA MELHOR ECONOMIA E  
RENDIMENTO NOS PROCESSOS DE PROJETO E  
EXECUÇÃO DA SALA LIMPA**

**ANÁPOLIS / GO**

**2018**

**JALLES JUNIO LOURENÇO DE PAULA  
PEDRO SANTIAGO DA COSTA**

**ANÁLISE PARA UMA MELHOR ECONOMIA E  
RENDIMENTO NOS PROCESSOS DE PROJETO E  
EXECUÇÃO DA SALA LIMPA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: VICTOR EDSON NETO DE ARAUJO  
PERICOLI**

**ANÁPOLIS / GO: 2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

JUNIO, JALLES LOURENÇO DE PAULA  
SANTIAGO, PEDRO DA COSTA

Estudo da elaboração da fórmula para diminuição do desperdício dos materiais usados na construção da sala limpa.

08/06/2018 (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- |                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Sala limpa                 | 2. Frentes de serviço |
| 3. Desenvolvimento de projeto | 4. Execução em obra   |
| 5. Comparação de resultados   | 6. Conclusão          |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DE PAULA, JLL; DA COSTA, PS. Análise para uma melhor economia e rendimento nos processos dos projetos e execução da sala limpa. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 2018.

## CESSÃO DE DIREITOS

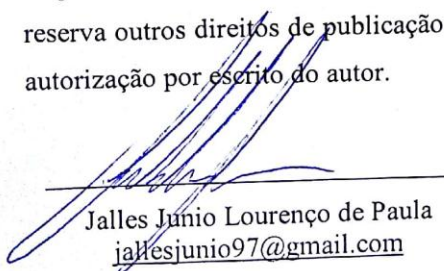
NOME DOS AUTORES: Jalles Junio Lourenço de Paula e Pedro Santiago Da Costa


TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo da elaboração da fórmula para diminuição do desperdício dos materiais usados na construção da sala limpa.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2018

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

  
Jalles Junio Lourenço de Paula  
[jallesjunio97@gmail.com](mailto:jallesjunio97@gmail.com)

  
Pedro Santiago Da Costa  
[pedrosantiago@msn.com](mailto:pedrosantiago@msn.com)

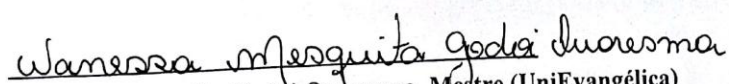
JALLES JUNIO LOURENÇO DE PAULA  
PEDRO SANTIAGO DA COSTA

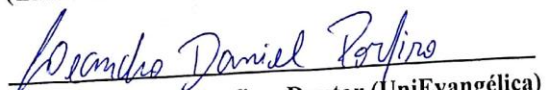
ANÁLISE PARA UMA MELHOR ECONOMIA E  
RENDIMENTO NOS PROCESSOS DE PROJETO E  
EXECUÇÃO DA SALA LIMPA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

APROVADO POR:

  
(Victor Edson Neto de Araújo Pericoli) (UniEvangélica)

  
Wanessa Mesquita Godói Quaresma, Mestre (UniEvangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)

  
Leandro Daniel Porfiro, Doutor (UniEvangélica)  
(EXAMINADOR INTERNO)

ANÁPOLIS/GO, 30 de novembro de 2018.

Dedicamos este trabalho aos nossos pais e  
amigos que sempre nos incentivaram

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos proporcionou esta oportunidade de melhoria e crescimento tanto pessoal quanto profissional, agradecemos também nossa família que sempre nos deu apoio e forças para finalizar esta grande etapa de nossa vida.

Agradecer também a empresa de montagem de salas limpas PAULA MONTAGENS por todo apoio prestado para construção desse trabalho e ao Engenheiro FRANCO SILVA GIANNI PUGLISI pelo apoio tanto estrutural na construção do projeto quanto na criação do programa feito a partir do início desse TCC. Agradecer especialmente ao nosso orientador VICTOR EDSON NETO DE ARAUJO PERICOLI que nos conduziu até aqui com maestria.

## RESUMO

Sabe-se que "Sala limpa" é tecnicamente o termo utilizado para ambientes controlados, utilizados para testes ou manufatura de produtos onde a contaminação por partículas presentes no ar interfere no resultado. Salas limpas são consideradas áreas com condições ambientais definidas em termos de contaminação por partículas viáveis e não viáveis. Nesta proposta, pretende-se descrever o projeto e execução de uma sala limpa buscando formas de redução ou até eliminação de desperdício do material mais caro no processo, o painel. Visando atingir os objetivos propostos neste trabalho foi desenvolvido uma coleta de dados com conservação participante que colaborou para o entendimento do material utilizado na construção do painel de uma sala limpa. Foi realizado um estudo de registros realizados na empresa de montagem de sala limpa (Paula Montagens) na indústria farmacêutica Nova Farma (Fresenius Kabi). Os registros fotográficos foram realizados durante visita técnica guiada pela experiente gestora da montadora, que descreveu todas as etapas para processos de projeto e execução da sala limpa. Pôde-se perceber que o desperdício é considerável, principalmente de silicone. A empresa trabalha com a marca Whurt, considerando esta, apesar do preço elevado, a melhor em vedação, acabamento e durabilidade, ideal para aprovação da vigilância e órgãos inspetores de qualidade das indústrias farmacêuticas. Muitos painéis vêm tortos e suas películas de proteção as vezes deixam uma cola no painel que onera tempo e desperdício para a montadora. No projeto os cortes são marcados e cortados sempre com o projeto do lado para não ter erros. Existem hoje no mercado novas alternativas computadorizadas para cálculo exato de áreas de corte, e acredita-se, que esses podem ser importantes alternativas na solução do desperdício de material dos painéis. Entendeu-se que a montagem de salas limpas trata-se de uma construção muito rápida e sem maiores complicações, por conta das peças prontas para montar. Foi possível confirmar a hipótese, levantada nos aspectos introdutórios desse trabalho de que, pode-se reduzir custo na montagem de painéis em uma sala limpa seguindo fielmente o projeto e utilizando materiais de alta confiabilidade.

**Palavras chave:** Sala limpa; Economia; Rendimento.

## ABSTRACT

It is known that "clean room" is technically the term used for controlled environments, used for testing or manufacturing of products where the contamination by particles present in the air interferes in the result. Clean rooms are considered areas with defined environmental conditions in terms of viable and non-viable particle contamination. In this proposal, we intend to describe the design and execution of a clean room looking for ways to reduce or even eliminate waste of the most expensive material in the process, the panel. Aiming at achieving the objectives proposed in this work, a data collection with participant conservation was developed that collaborated to understand the material used in the construction of a clean room panel. A study was carried out on the records of the cleanroom assembly company (Paula Montagens) in the pharmaceutical industry Nova Farma (Fresenius Kabi). The photographic records were carried out during a technical visit guided by the experienced manager of the assembly company, who went through all the steps for the design and execution processes of the clean room. It could be noticed that the waste is considerable, mainly of silicone. The company works with the Whurt brand, considering this, despite the high price, the best in fence, finish and durability, ideal for approval of surveillance and quality inspectorates of the pharmaceutical industries. Many panels come bent and their protective films sometimes leave a glue on the panel that is time consuming and wasteful for the automaker. In design the cuts are always marked and cut with the side design for not having errors. There are new computerized alternatives available today for exact calculation of cutting areas, and it is believed, that these can be important alternatives in the solution of the wasted material of the panels. It was understood that the assembly of clean rooms is a very fast construction and without major complications, due to the parts ready to assemble. It was possible to confirm the hypothesis, raised in the introductory aspects of this work, that one can reduce cost in the assembly of panels in a clean room following the project faithfully and using high reliability materials.

**Keywords:** Clean room; Economy; Yield.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: IMÓVEIS VENDIDOS POR ANO DE 2001 A 2012 X VALOR FINANCIADO POR ANO .....	16
FIGURA 2: CRESCIMENTO DA ECONOMIA NO PAÍS E O CRESCIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	16
FIGURA 3: CLASSIFICAÇÃO DE AR CONFORME FDA .....	19
FIGURA 4: LIMITES PARA PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO NO AR.....	20
FIGURA 5: LIMITES RECOMENDADOS PARA MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO DE ÁREAS LIMPAS DURANTE OPERAÇÃO.....	21
FIGURA 6: CONTENÇÕES PARA O CONTROLE DA EMISSÃO DE PARTÍCULAS .....	22
FIGURA 7: INDÚSTRIA FARMACÊUTICA NOVA FARMA (FRESENIUS KABI) .....	28
FIGURA 8: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	31
FIGURA 9: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	31
FIGURA 10: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
FIGURA 11: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	32
FIGURA 12: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	36
FIGURA 13: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	34
FIGURA 14: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	34
FIGURA 15: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	35
FIGURA 16: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	34
FIGURA 17: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	36
FIGURA 18: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	36
FIGURA 19: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	37
FIGURA 20: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	37
FIGURA 21: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	38
FIGURA 22: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	38
FIGURA 23: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	39
FIGURA 24: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	39

FIGURA 25: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	40
FIGURA 26: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	40
FIGURA 27: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	41
FIGURA 28: PROCESSOS DE EXECUÇÃO DA SALA LIMPA, MONTAGEM DE PAINÉIS .....	41

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	11
1.2	OBJETIVOS .....	12
1.2.1	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>12</b>
1.2.2	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>12</b>
1.3	JUSTIFICATIVA .....	12
1.4	METODOLOGIA .....	13
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1	CONSTRUÇÃO CIVIL .....	14
2.2	SALA LIMPA .....	18
2.3	PARTÍCULAS DE CONTAMINAÇÃO .....	18
2.4	PROJETO BÁSICO DE SALAS LIMPAS .....	21
2.4.1	<b>Painéis Das Salas Limpas .....</b>	<b>23</b>
2.5	IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	24
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>27</b>
3.1	ANÁLISE DE DADOS .....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo é introdutório e traz as considerações sobre o contexto, justificativa da escolha da temática, objetivos gerais e específicos, a metodologia que será utilizada na execução da pesquisa e a estrutura que comporá o trabalho.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No cenário competitivo atual, a sobrevivência das empresas e colaboradores dessas, depende da interação com seu meio através do atendimento ideal ao seu cliente e posicionamento adequado em seu mercado, frente a seus concorrentes. Para isto, é necessário que as organizações estejam sempre buscando a inovação, seja em seus produtos, em seus processos ou em seus serviços. A inovação como elemento crucial de vantagem competitiva ocorre, por exemplo, através de lançamentos de novos produtos que, por sua vez, garantem a captura de parcelas de mercado, bem como da manutenção de clientes ávidos por novidades, gerando, portanto, retornos de investimento às empresas (DUHAN et al., 2001).

O conceito de sala limpa é algo recente no meio da construção civil (década de 40), é uma pratica de montagem rápida, sem muita geração de resíduos pós obra, que tem como principal característica ser executado da maneira correta a produção de um ambiente quase que 100% livre de bactérias.

Fala-se de um estudo que tem início em 1946 com os cientistas Bourdillon e Colebrook. Esses estudiosos fizeram testes em salas fechadas com pressão positiva em relação ao ambiente externo. Na década de 60 mais testes foram realizados com sucesso, tratando-se do estudo para utilização dos filtros no fluxo laminar. Além dessa principal descoberta foram feitas várias outras tão importantes quanto, como por exemplo, a consideração que o corpo humano pode também carregar bactérias para dentro da sala limpa.

Atualmente o processo é utilizado principalmente em hospitais e indústrias farmacêuticas.

O processo esta se popularizando cada dia mais, e uma mão de obra eficaz juntamente com um sistema de execução que aproveite ao máximo, tanto os materiais quanto o tempo de execução de serviço, são necessários para melhor atender o cliente, melhorar

ainda mais os métodos de execução e desenvolver novas técnicas para ampliar o mercado de trabalho, aumentando então o leque de oportunidades para tal atividade.

Hipoteticamente, pode-se reduzir custo na montagem de painéis em uma sala limpa seguindo fielmente o projeto e utilizando materiais de alta confiabilidade.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Descrever o projeto e execução de uma sala limpa feita com painel buscando formas de redução ou até eliminação de desperdício do material mais caro no processo, o painel.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Descrição segundo bibliografia do modelo de execução atual de salas limpas.
- Elencar qualidades do método atual de construção de uma sala limpa e defeitos que possam ser ou descartados;
- Pesquisar, em campo, projetos que tragam formas de aumentar a velocidade do processo de construção de uma sala limpa;

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Com um mercado tão agressivo, com grande número de profissionais na construção civil, precisa-se fazer melhorias nos métodos de execução de uma obra, para ter algo diferenciado em relação aos concorrentes, e também, cada dia mais melhorar a forma com que se trabalha objetivando uma menor geração de custos e maior velocidade na execução.

Para que uma montagem alcance seus objetivos da melhor forma possível, é indispensável que a obra saiba harmonizar os recursos físicos e financeiros, obtendo então uma definição precisa dos recursos necessários, compatibilizando prazos e custos. É importante ressaltar que, a deficiência na administração desses recursos, pode-se ocasionar falta ou excesso de mão-de-obra e materiais, atrasos e interrupções na produção.

Acredita-se que os custos dos materiais façam grande diferença na construção do painel da sala limpa, portanto, nesse estudo apresentar-se-á uma forma de economizar o desperdício do material principal que se trata do painel.

#### 1.4 METODOLOGIA

Visando atingir os objetivos propostos neste trabalho será desenvolvido uma coleta de dados com conservação participante que colaborara para o entendimento do material utilizado na construção do painel de uma sala limpa. Iniciaremos com visita técnica a uma empresa Farmacêutica (foco da pesquisa) que constrói painel da sala limpa; na obra de uma sala limpa faremos entrevista com o responsável e registraremos a experiência através de fotografias que serão dispostas nos resultados dessa pesquisa.

#### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em cinco capítulos. No capítulo 1 é apresentada uma breve introdução, onde contextualiza-se o tema tratado, expõe os objetivos gerais e seus desdobramentos específicos, justificativa, bem como uma apresentação da metodologia a ser empregada e a estruturação do texto.

Logo, o capítulo 2 traz o referencial teórico onde será discutido o estudo da arte de uma sala limpa e da importância do painel.

Já o capítulo 3 descreve a metodologia utilizada para a coleta de dados em campo.

Os resultados obtidos, as análises e discussões sobre o experimento serão tratados no capítulo 4.

Por fim, o capítulo 5 é dedicado às considerações finais do trabalho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

Historicamente, no Brasil, a Construção Civil representa o setor de maior absorção de mão de obra, dada a abrangência de sua variada oferta de trabalho, sem muitas restrições para o recrutamento. Dados do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE, 2001) referem que o setor empregava quatro milhões e setecentos mil trabalhadores, 80% desse contingente na informalidade. A construção civil constitui-se, portanto, em um setor produtivo importante no cenário econômico brasileiro, responsável na época por 10,3% do Produto Interno Bruto. Dados recentes (DIEESE, 2012) mostram crescimento no setor que totalizam cinco milhões e oitocentos mil trabalhadores, o que representa 6,5% da população ocupada (TAKAHASHI, et al., 2012).

As empresas do ramo da Construção Civil têm como objetivo colocar no mercado; rodovias, obras de arte, obras de saneamento, todas com boa qualidade, cuja produção seja economicamente competitiva para empresa, proporcionando a rentabilidade. Do ponto de vista social e ambiental, a realização de um empreendimento deve gerar trabalho, aprimoramento técnico desenvolvimento tecnológico, promovendo assim, benefícios sociais, além de ser ambientalmente sustentável (GEHBAUER, 2002). Pode-se dizer que basicamente o processo de um empreendimento se inicia com uma consulta de viabilidade e o planejamento da obra, para obter-se uma margem de retorno.

Segundo o Portal de Arquitetura, Engenharia e Construção (2018), representantes do Conselho de Administração da Câmara Brasileira da Indústria Imobiliária (CBIC) se reuniram com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em outubro para discutir sobre investimentos no setor. Como uma solução para linha de crédito a longo prazo, foi reforçado o BNDES Giro. De acordo com o chefe do departamento de relacionamento institucional e gestão de crédito rural do banco, Carlos Alberto Vianna Costa (AEC, 2018), o programa possibilita que os agentes financeiros realizem suas operações de forma totalmente digital, garantindo a redução do prazo de aprovação para apenas três segundos. Além disso, a linha de financiamento sai do BNDES para os agentes financeiros com custo da Taxa de Juros

de Longo Prazo (TJLP) somada a 1,5% e ao *spread* de risco lançado pelo agente”, completou. Costa (2018) também afirma que já foram mais de 1 bilhão de operações aprovadas desde o lançamento do programa no ano de 2017.

O desenvolvimento contínuo do setor de construção civil deve-se ao crescimento do Mercado Imobiliário brasileiro, o chamado *Boom Imobiliário*. O mercado imobiliário exerce novo papel de protagonista no Brasil, haja vista que, a partir de 2010, o país entrou na elite mundial no quesito valorização de imóveis com um índice médio de 25% anual o que tornou o terceiro mercado mais aquecido do mundo, segundo dados de 37 países levantados pela consultoria especializada *Global Property Guide*.

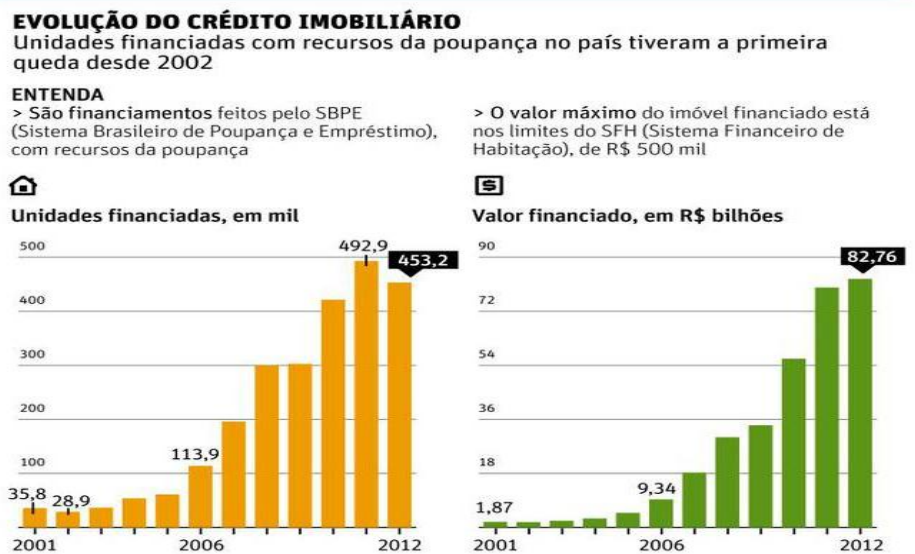
Segundo levantamento anual publicado pela revista EXAME/Ibope em maio de 2017 pôde constatar que em 2016 o mercado imobiliário brasileiro viveu um momento de euforia sem comparações em sua história. Foram financiados mais de um milhão de casas e apartamentos no ano.

No ápice da crise dos Estados Unidos em 2009, o mercado imobiliário no Brasil enxergou outro cenário e com uma estratégia altamente audaciosa identificou a possibilidade de aumentar o crédito no mercado habitacional buscando assim uma melhor estruturação do País. Com a nova liberação de crédito habitacional, de 2007 a 2012 o número de novos domicílios aumentou aproximadamente sete milhões, reduzindo assim o déficit habitacional em 1,47% segundo IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada).

Em 2009 os imóveis tiveram o início da valorização, e assim seguiu com um mercado totalmente agressivo até início de 2011, quando os valores já se encontravam em um patamar elevado, foi realizada uma significativa redução, estabilizando assim o preço. A figura a seguir representa a quantidade de imóveis vendidos por ano de 2001 a 2012, e pode-se observar que a quantidade de imóveis vendidos é proporcional ao valor financiado por ano.



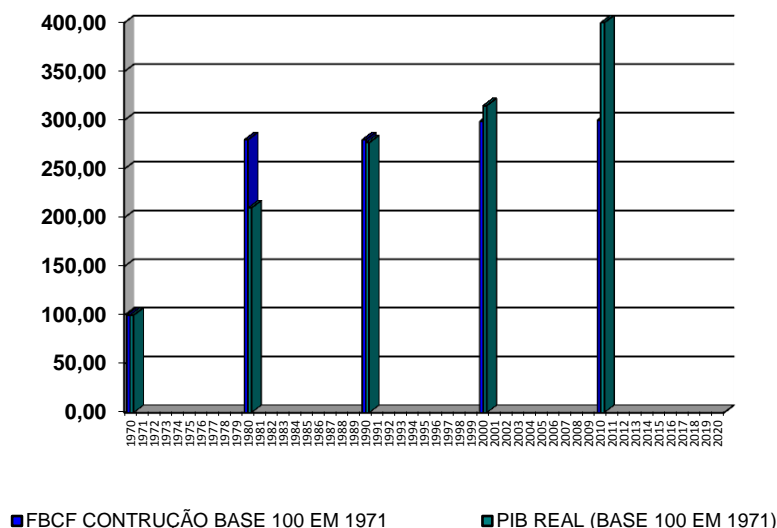
Figura 1: imóveis vendidos por ano de 2001 a 2012 x valor financiado por ano



Fonte: ABECIP (2014)

A figura 2 faz relação ao crescimento da economia no país e o crescimento da construção civil, pode-se observar o crescimento paralelo e constante entre eles.

Figura 2: crescimento da economia no país e o crescimento da construção civil



Fonte: BNDES (2014)

Para a revista EXAME (2017), a análise é de que poucos países tiveram uma valorização imobiliária comparável à do Brasil nos últimos anos informando que até 2017, os preços subiram num ritmo anual de 20% a 25% em média, bem mais do que a renda nacional, a inflação, e o rendimento de diversas aplicações financeiras. A demanda por imóveis parecia não ter limite.

De acordo com a lista de países por PIB nominal, publicada pelo CEBR (*Centre for Economics and Business Research*), o Brasil é a sétima maior economia do mundo por PIB nominal. A partir de 1990 o país conquistou estabilidade econômica, atraindo investimentos estrangeiros, ainda por ser um país de economia emergente.

Para observar e compreender o potencial de crescimento econômico do Brasil segue os principais fatores observados: o aumento de preços é devido aos incentivos oferecidos pelo Governo Federal, a liberação de crédito imobiliário em 2013 segundo a Caixa Econômica foi de R\$ 134,9 bilhões, permitindo que várias pessoas pudessem comprar seu primeiro imóvel com prazo máximo de 420 meses (35 anos) e sair do aluguel, diminuindo assim o déficit habitacional que de acordo com IPEA em 2012 fechou o ano com 8,53%, redução de 0,27% de acordo com 2011.

O “*Boom Imobiliário*” fez com que novas construtoras entrassem no mercado com intuito de aproveitar essa “onda de vendas” a entrada de novas construtoras aumentaram proporcionalmente a quantidade de obras, não sendo primordial um estudo aprofundado da viabilidade social, visando adequar a quantidade de moradores nos projetos elaborados, com ruas de pequeno fluxo, tornando ainda mais difícil a locomoção nessas regiões, hoje todo o setor de construção civil sofre com a falta desse planejamento.

Com um bom planejamento, gerenciamento e auxílio dos controles, pode-se dizer que há um grande potencial de melhoria no ramo de construção civil, principalmente se a organização tiver controles internos de execução do que é planejado. Existem inúmeras formas para que uma empresa no ramo da construção civil garanta a execução de procedimentos e processos de maneira correta, bem como o envolvimento dos colaboradores para a operacionalização de um sistema de gestão voltado à qualidade.

## 2.2 SALA LIMPA

Segundo a definição dada na NBR 13413, sala limpa é o ambiente no qual o suprimento e a distribuição do ar, sua filtragem, os materiais de construção e procedimentos de operação visam controlar as concentrações de partículas em suspensão no ar, atendendo aos níveis apropriados de limpeza conforme definido pelo usuário e de acordo com normas técnicas vigentes. Atualmente, de forma a não apenas controlar, mas, acima de tudo, garantir continuamente a qualidade na execução de diversas atividades industriais e de serviços, várias atividades vêm demandando sua execução em ambientes controlados. Isto não é mais uma necessidade apenas das áreas ligadas à nutrição e saúde (humana ou animal), tais como: alimentos e bebidas, medicamentos, cirurgia e tratamento médico, bancos de tecidos, entre outros. Diversos processos industriais, onde se requer alta precisão e garantia total da qualidade, tais como: micromecânica, microeletrônica, pintura, injeção e extrusão de plásticos, ótica avançada, etc., também demandam salas limpas (BRITTO, 2018, *online*).

Segundo a RDC 67/2007, sala classificada ou sala limpa é a sala com controle ambiental definido em termos de contaminação por partículas viáveis e não viáveis, projetada e utilizada de forma a reduzir a introdução, a geração e a retenção de contaminantes em seu interior.

Segundo a NBR ISO 14644-1 de 2005 a Sala classificada ou sala limpa é o “ambiente no qual a concentração de partículas em suspensão no ar é controlada, sendo construída e utilizada de forma a minimizar a introdução, geração e retenção de partículas em seu interior, no qual outros parâmetros relevantes (temperatura, umidade e pressão) são monitorados conforme necessário”.

## 2.3 PARTÍCULAS DE CONTAMINAÇÃO

A classificação das salas limpas é feita especificamente com base na concentração de partículas totais (viáveis e não-viáveis) em suspensão no ar de cada ambiente, baseado em

ensaios com medição controlada em um número de pontos pré-determinado ao longo das salas (BRITTO, 2018, *online*).

Em 2004, o FDA publicou o documento *FDA Guidance for Industry – Sterile Drug Products Produced by Aseptic Processing – Current Good Manufacturing Practice*. Este documento continua a utilizar a terminologia estabelecida pela FS 209 (classe 100, 10 000 e 100 000), mas já apresenta uma tabela que faz correlação com a classificação ISO (figura 3).

**Figura 3: Classificação de ar conforme FDA**

Classificação da Área Limpa (partículas 0,5 µm/ft <sup>3</sup> )	Designação ISO	Partículas/m <sup>3</sup> ≥ 0,5 µm	Amostragem ativa do ar Níveis de ação (UFC/m <sup>3</sup> )	Placas de sedimentação Níveis de ação (diâm. 90 mm; UFC/4 horas)
100	5	3 520	1	1
1 000	6	35 200	7	3
10 000	7	352 000	10	5
100 000	8	3 520 000	100	50

\*A classificação de salas limpas dessa tabela já teve os mm transformados

Este documento também apresenta uma correlação com a EU GMP (*EudraLex Volume 4 – EU Guidelines to Good Manufacturing Practice – Medicinal Products for Human and Veterinary Use – Annex* (FDA, 2004)

#### 1 – *Manufacture of Sterile Medicinal Products.*

Com a publicação do documento do FDA, a designação de classe 100, 10 000 e 100 000 continua sendo válida, apesar da FS 209 estar cancelada.

Conforme o documento do FDA, uma vez definida a classificação da sala limpa (100, 1 000, 10 000 ou 100 000), o limite de classe está automaticamente definido para:

- Partículas em suspensão no ar  $\geq 0,5$  mm;
- Partículas viáveis obtidas a partir da amostragem ativa do ar e das placas de sedimentação.

O documento do FDA estabeleceu os limites somente para as partículas  $\geq 0,5$  mm. Os limites para as partículas  $\geq 5,0$  mm não foram estabelecidos pelo FDA. Vale a pena ressaltar que quando falamos que uma sala é classe 10 000, por exemplo, para que a especificação seja completa, precisamos completar com o estado ocupacional desta sala, ou

seja, precisamos dizer que a sala é classe 10 000 em repouso ou em operação, pois o documento do FDA não especifica o estado ocupacional da sala, em se tratando de partículas em suspensão no ar (FDA, 2004).

Ao contrário das partículas em suspensão no ar, FDA estabelece que os níveis de ação para contaminação microbiológica, tanto para as amostragens ativas quanto para as amostragens passivas, são para as áreas em operação (FDA, 2004).

A designação da área limpa em grau A, B, C ou D está baseada na EU GMP. A revisão vigente deste documento é de 2008. Para a classificação de áreas limpas, a EU GMP estabelece os limites para as partículas em suspensão no ar, nos estados ocupacionais “em repouso” e “em operação” (figura 4). A EU GMP também estabelece os limites para a contaminação microbiológica durante o monitoramento “em operação” (figura 4) (EU GMP, 2008).

Desta forma, quando falamos que uma determinada sala é de grau C, automaticamente os limites máximos para as partículas  $\geq 0,5 \mu\text{m}$  e  $\geq 5,0 \mu\text{m}$  estão definidos para esta sala, na condição “em repouso” e “em operação”. Assim como para as partículas em suspensão no ar, os limites máximos admissíveis de contaminação microbiológica durante a operação também estão definidos para cada grau de sala, tanto para a amostragem ativa do ar quanto para a amostragem passiva (EU GMP, 2008).

Vale a pena ressaltar que diferentemente do guia do FDA, a EU GMP também define os limites para as partículas  $\geq 5,0 \mu\text{m}$ , além das partículas  $\geq 0,5 \mu\text{m}$ . As figuras 4 e 5 são estabelecidas na EU GMP 2008. Organização Mundial de Saúde (OMS, 2018) adota o mesmo sistema da EU GMP para classificação de áreas limpas, denominando as áreas limpas em graus A, D, C ou D.

**Figura 4: Limites para partículas em suspensão no ar**

Grau	Número máximo permitido de partículas por m <sup>3</sup> igual ou maior que o tamanho especificado			
	Em repouso		Em operação	
	$\geq 0,5 \mu\text{m}$	$\geq 5 \mu\text{m}$	$\geq 0,5 \mu\text{m}$	$\geq 5 \mu\text{m}$
A	3 520	20	3 520	20
B	3 520	29	352 000	2 900
C	352 000	2 900	3 520 000	29 000
D	3 520 000	29 000	Não definido	

**Figura 5: Limites recomendados para monitoramento microbiológico de áreas limpas durante operação**

Grau	Limites recomendados para contaminação microbiológica			
	Amostra de ar UFC/m <sup>3</sup>	Placas de sedimentação (diâm. 90 mm) UFC/4 horas	Placas de contato (diâm. 55 mm) UFC/placa	Teste de contato de luva 5 dedos UFC/luva
A	< 1	< 1	< 1	< 1
B	10	5	5	5
C	100	50	25	–
D	200	100	50	–

O documento da OMS (*WHO TRS 902 – 2002 – Annex 6 – Good Manufacturing Practices for Sterile Products*) apresenta duas tabelas, com limites para partículas em suspensão no ar e para contaminação microbiológica, similares às tabelas da EU GMP (figuras 4 e 5),

#### 2.4 PROJETO BÁSICO DE SALAS LIMPAS

De acordo com o PMBOK (2014, p.05), “um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”, ou seja, temporário por ter bem definido um início e um fim; produto, serviço ou resultado exclusivo são criações de entregas exclusivas, que podem ser de um item final ou um item componente, a realização de um serviço final ou de suporte, resultados finais ou documentos.

Apesar da importância cada vez maior dos projetos nas organizações, a maioria dos projetos não cumpre suas metas. Entregar projetos que atendam às metas de prazo, custo e especificações planejadas e que também atendam aos objetivos de negócio que o justificaram é ainda um desafio a ser superado nas empresas (MARQUES JUNIOR; PLONSKI, 2011).

O projeto de uma sala limpa tem três fases segundo a NBR 13531: 1995. O primeiro é o anteprojeto; o segundo o projeto básico; por último o projeto de execução. A etapa de Ante-Projeto é definida na NBR 13531: 1995 como:

Etapa da execução do projeto na qual se definem os conceitos a serem empregados no processo, representando-os graficamente, em caráter preliminar, de forma a

permitir a análise de viabilidade técnica e financeira do empreendimento, dentro de uma faixa de tolerância aceitável.

Na prática, isto significa que o Anteprojeto, também conhecido como Projeto Conceitual, tem por objetivo proporcionar uma análise preliminar da instalação, sem a realização de aportes financeiros significativos, limitando-se à elaboração de diagramas, fluxogramas, leiautes e planilhas preliminares, para permitir uma análise de viabilidade físico-financeira do empreendimento.

O projeto básico tem três objetivos principais: Definição dos sistemas Especificação dos equipamentos e materiais Dimensionamentos das instalações. Para isso, devem ser cuidadosamente especificados os materiais empregados nas instalações e as metodologias de contenção adotadas para minimizar a geração de particulado de cada fonte, conforme indicado na figura 6.

**Figura 6: Contenções para o controle da emissão de partículas**

<b>Fontes</b>	<b>Contenções</b>
Material de Construção	Materiais e acabamentos apropriados.
Leiaute	Circulação e acessos adequados. Barreiras Físicas (Contenções). Ergonomia. Manutenção.
Ocupação	Treinamento contínuo e vestimentas apropriadas
Processo	Enclausuramento / Contenção
Ar Condicionado	Componentes e filtragem adequados. Contenções.

São pré-requisitos para execução do Projeto Básico: Qualificação e interatividade da equipe Pesquisa e atualização dos processos Avaliação de alternativas Consultas aos usuários e à manutenção. O objetivo primordial do Projeto Básico é dimensionar e especificar os equipamentos, materiais e serviços a serem empregados na instalação, além de fornecer subsídios para sua quantificação, aquisição, gerenciamento de instalação e certificação.

A etapa de Projeto para Execução é definida na NBR 13531: 1995 como: “Etapa destinada à concepção final e à representação final das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e

suficientes à licitação (contratação) e à execução dos serviços de obra correspondentes”. Nos podemos conferir, que segundo as normas, temos um ambiente controlado, quase que por completa, de agentes contaminantes. Apesar das normas e regras, temos um processo construtivo não muito fiscalizado, como seria em uma obra de construção civil.

A mesma NBR afirma que o primeiro passo para permitir a execução de todas as demais interfaces do projeto básico é a consolidação do leiaute. Para que isso seja possível o projetista deve ter em mente as seguintes necessidades (NBR 13531: 1995).

- Conferir o documento de Especificações de Requisitos do Usuário e se certificar de que está contemplando todas as solicitações previstas neste documento (NBR 13531: 1995).
- As informações contidas no Anteprojeto só devem ser utilizadas como referência, pois são apenas estimativas baseadas em experiências anteriores ou projetos similares e não necessariamente atendem as necessidades atuais (NBR 13531: 1995).
- Devem ser verificadas as dimensões de todos os equipamentos, salas, corredores de acesso, escadas, elevadores e planejadas as rotas de fuga. Lembrar de prever as rotas de acesso para os equipamentos de médio e grande porte, para evitar ter que efetuar demolições e recomposições quando estes equipamentos chegarem. Uma boa prática é a instalação de painéis de fechamento removíveis, para permitir também acessos para futuras manutenções, reposicionamento ou remoções dos equipamentos (NBR 13531: 1995).
- Deve-se ter como meta principal a eliminação completa de cruzamentos dos fluxos de pessoal, material, embalagens e descarte (NBR 13531: 1995).

#### **2.4.1 Painéis das salas limpas**

Segundo o site da ISODUR (2018, online), baseado em um manual (FAQ: O Guia Definitivo das Salas Limpas), o tipo de superfície da parede e do painel de sala limpa utilizada é determinado por variados fatores, incluindo a limpeza necessária de uma sala limpa, se a



eletricidade estática é um problema ou o tipo de produto de limpeza que serão utilizados para limpar sua sala limpa.

Nos ambientes de salas limpas mais severos, como o das farmacêuticas por exemplo, a superfície tem de realizar uma variedade de produtos de limpeza, que são utilizados tanto para limpar quanto para desinfetar. Quando você limpa e desinfeta, você tem que usar produtos de limpeza que são muito agressivos e têm componentes muito cáusticos para os painéis. O sistema do painel de sala limpa escolhido (se vai ser um UPVC ou alumínio pintado) é ditado pelo tipo de produto de limpeza utilizado na manutenção, bem como o quão bem a superfície irá aderir e reagir a esses produtos de limpeza. Em ambientes como o processo produtivo microeletrônico ou fabricação de semicondutores, duas preocupações centrais se dão: o alisamento da superfície e o acúmulo ou dissipação da eletricidade estática.

É muito importante contar com um sistema de painéis variados porque o ambiente de limpeza e os custos são influentes no processo de tomada de decisões. Um bom exemplo disso é o seguinte: o que você precisa em termos de limpeza, os materiais que serão utilizados e o custo que você pretende investir no sistema. Estas decisões direcionarão qual é a superfície ideal do painel a ser utilizado.

## 2.5 IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Devido à competitividade dos dias atuais, tornou-se evidente a necessidade de otimização de processos em buscas de um controle cada vez mais eficaz, tornando então necessário o controle de custos do empreendimento, através de gerenciamento, com análises periódicas do desempenho físico e financeiro da obra, visando obter o barateamento dos custos, cumprindo prazos e garantindo a qualidade dos serviços.

Vale ressaltar, que o controle de custos é realizado durante a execução da obra, mas depende de um planejamento bem feito e de um orçamento o mais detalhado possível, e estes são realizados na fase de concepção do projeto.

O processo construtivo apresenta peculiaridades reunindo um conjunto de profissionais, máquinas, equipamentos e materiais que, associados, faz com que se torne

altamente fragmentada em um grande número de empresas de pequeno porte. Esse conjunto forma uma sequência de atividades rotineiras a serem executadas seguindo um cronograma sequencial, compatibilizado com o custo e deve ser otimizado para garantir o desempenho técnico e construtivo.

Para que uma construção civil alcance seus objetivos da melhor forma possível, é indispensável que a obra saiba harmonizar os recursos físicos e financeiros, obtendo então uma definição precisa dos recursos necessários, compatibilizando prazos e custos. É importante ressaltar que, a deficiência na administração desses recursos, pode-se ocasionar falta ou excesso de mão-de-obra e materiais, atrasos e interrupções na produção.

De acordo com Silva (2006), o orçamento é o resultado de um montante dos serviços previstos e planejados, necessários à execução de uma obra, variando conforme o tipo. Orçar é prever o custo de uma obra antes da sua execução. É uma previsão de custos e/ou estabelecimento de preços dos serviços a serem realizados. Um orçamento pode se referir ao todo de um empreendimento, ou se referir apenas a alguns itens (serviços) de uma obra.

Logo, podemos afirmar que o orçamento é uma estimativa do custo ou preço de uma obra, sendo que o mesmo é desenvolvido através de levantamento dos custos para a execução do que foi especificado nos projetos. O custo total da obra refere-se à soma de todos os gastos necessários para esta execução. O orçamento deve ser executado antes de se iniciar a obra, de forma que possibilite o estudo ou planejamento prévio, sendo útil também para o controle de custos durante a execução.

A qualidade do orçamento está diretamente relacionada ao tipo de projeto que ele foi baseado. Sendo assim, um projeto completo possui três fases: projeto conceitual, projeto básico e projeto executivo, sendo que este último, de acordo com Rabechini Jr. e Pessoa (2005, p. 187), “inclui a especificação e execução ou supervisão dos serviços de campo e de laboratório, a confecção dos desenhos detalhados e das especificações técnicas de serviços e materiais, a indicação dos métodos construtivo, preparo do orçamento e cronograma de implantações das obras”. É através deste projeto que o levantamento dos custos pode ser mais assertivo. Quando um projeto básico é utilizado para a realização de um orçamento, as chances de atingir erros aumentam consideravelmente.

Deve-se destacar ainda a importância do detalhamento do orçamento através da composição dos serviços para o acompanhamento e gerenciamento dos custos da obra, uma

vez que, segundo Ribeiro e Portela (2011), o gestor da obra pode verificar a produtividade em relação ao orçado e estabelecer metas para a equipe para o cumprimento das tarefas de forma que não ocorra alteração no cronograma e conseqüentemente a alteração dos custos previstos.

A elaboração de um orçamento pode determinar o sucesso ou o fracasso de um construtor ou uma empresa construtora. Logo, podemos afirmar que o planejamento e o orçamento são etapas que requerem total atenção na construção civil antes de se iniciar a execução do projeto. Pois, um custo mal dimensionado pode comprometer não só o orçamento, como também o andamento da obra.

Para evitar futuras surpresas é de fundamental importância efetuar a verificação do orçamento após sua conclusão, checando se os preços finais estão em conformidade com a prática vigente no mercado, comparando os itens de grande peso, comparando o custo do metro quadrado final com o custo por metro quadrado vigentes no mercado. Outra maneira de validar o orçamento é a verificação do custo final em relação ao tempo previsto para a execução, especialmente em relação à mão de obra.

Portanto, para garantir a sustentabilidade do projeto e a sua execução do início ao fim, é necessário então que a engenharia de custos seja priorizada, realizando a elaboração de um orçamento completo e detalhado, levando em consideração a viabilidade da execução deste projeto, sendo o mais próximo possível da realidade da construtora.

### 3 ESTUDO DE CASO

Através do método de observação participante e coleta de dados em campo foi realizada visita técnica feita em parceria com a empresa montagem de sala limpa (Paula Montagens), na indústria farmacêutica Nova Farma (Fresenius Kabi). A visita e o roteiro de observação em campo foram realizados com acompanhamento da gestora da empresa terceirizada, descrevendo quais são os processos de montagem de uma sala limpa, neste caso em uma indústria farmacêutica. Os resultados estão descritos nesse capítulo.

#### 3.1 ANÁLISE DE DADOS

Para atingir os objetivos dessa pesquisa foi realizado um estudo de registros realizados na empresa de montagem de sala limpa (Paula Montagens) na indústria farmacêutica Nova Farma (Fresenius Kabi). Os registros fotográficos foram realizados durante visita técnica guiada pela experiente gestora da montadora, que descreveu todas as etapas para processos de projeto e execução da sala limpa.

#### 3,2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com intuito de responder ao objetivo dessa pesquisa, que é o de descrever o projeto e execução de uma sala limpa buscando formas de redução ou até eliminação de desperdício do material mais caro no processo, o painel, foi realizada em 10/09/2018 uma visita técnica feita em parceria com a empresa montagem de sala limpa (Paula Montagens), na indústria farmacêutica Nova Farma (Fresenius Kabi). Os dados coletados, e que serão apresentados nesse capítulo, tratam de registros fotográficos com descrição detalhada realizada pela gestora da montadora.

A observação participante tem sido utilizada por pesquisadores nos últimos anos para coletar dados sobre as características dos participantes que não são facilmente acessíveis

por meio de outros métodos, para identificar os resultados de práticas específicas, e documentar os processos fisiológicos e psicológicos. Ela possibilita ao pesquisador e aos participantes desenvolver um relacionamento e confiança, necessário para os participantes revelarem "os bastidores das realidades" de sua experiência, que geralmente são escondidos de estranhos (PATERSON; BOTTORFF; HEWAT, 2003).

**Figura 7: indústria farmacêutica Nova Farma (Fresenius Kabi)**



Fonte: elaborado pelos autores

Segundo a gestora, o passo inicial é a análise do projeto para a obra, podendo ser elaborado um projeto (Plantas arquitetônicas, hidrossanitárias, etc), ou como ocorre quase usualmente, receber o projeto pronto só para execução.

Num segundo momento realiza-se a checagem local onde o processo começará (ver se já existe uma estrutura pré montada aguardando a montagem da sala limpa). Exemplos: Dutos de ventilação, iluminação, piso epoxí (Requisito básico de piso para um ambiente sala limpa).

Para dar suporte para o painel, e evitar que micropartículas possam sair por debaixo do painel, usa-se um perfil U do tamanho do painel escolhido (geralmente de 50) e parafusa-se o mesmo com parafuso e bucha s8. Logo após parafusar é retirado o pó que fica por conta do processo feito. Às vezes existe a necessidade de rebitar a aba do perfil U no painel.

Encaixa-se o painel de forma com que ele corra sobre o perfil U e pare onde for seu local. Os painéis têm encaixes conhecidos como macho e fêmea para um encaixe perfeito onde não a risco de passagem de micropartículas. Quando o encaixe dos painéis encontra fora de encaixe macho/fêmea trava-se um painel no outro com cantoneiras e parafusos.

Da mesma forma se faz com o forro, pois o painel do forro pode tanto ficar apenas apoiado sobre os painéis parede (Pequenas salas) onde faz-se o mesmo processo citado, ou quando se tem grandes salas deve-se construir estruturas que dão apoio e sustentação para que o painel não emborque ou sele. Lembrando que além de colocar o painel do forro no seu local, deve-se fazer os cortes dos dutos de ar, da iluminação e quando existir no sistema contra incêndio.

Da mesma forma que faz-se no teto deve-se cortar antes até mesmo de encaixar o espaço onde em projeto ter-se-á o vão para: portas simples e duplas (podendo ter intertravamento ou não), janelas, *pass-trought* (serve para passagem de materiais) e antecâmaras (quase sempre exigidas no ambiente de sala limpa). No encaixe do macho com a fêmea dos painéis, no acabamento das portas e janelas que encaixam com o painel, existe também a possibilidade de comprar um painel já com o tamanho certo e uma porta dentro, porém é mais comum o recorte e a montagem na hora. O encaixe dessas portas, janelas e *pass trough* é feito com o corte do painel e depois parafusado com uma cantoneira ou perfil U, o acabamento vem com silicone. Silicone é uma peça fundamental na construção da sala, pois, ele vai retirar toda e qualquer abertura que possa ocorrer

Uma vez a estrutura bruta está em pé, deve-se dar o acabamento da sala, vedando de vez todos os espaços possíveis e dando um melhor visual para o ambiente.

Todas as portas, sendo elas de pessoas ou de material, devem além da sua estrutura ter meios de travar as impurezas do ambiente externos das salas onde produz remédios (Corredores e antecâmaras), sendo eles: borrachas que vão ao encaixe entre porta e portal e rodos de borracha que serão utilizados na parte debaixo da porta. As frestas devem sempre ter esses materiais, pois eles vedam, mas são maleáveis para abrir e fechar as portas sem problema.

O canto arredondado oferece uma estética harmônica para a sala, pois fica nos encontros das estrutura verticais e horizontais (Painel parede com chão ou com o teto ou na esquina dos painéis). Para grandes forros se usa um canto reforçado atrás para poder dar sustentação (Ele vem com uma espécie de mão francesa) e é colado ou com silicone. Já o comem só tem as abas para fixação e também é colado com silicone. Depois da fixação deles no painel passa-se silicone nas bordas, ou em caso de ambientes com uso de material muito danoso, usa-se o P.U. O excesso retira-se borrifando água com sabão e com um material maleável e flexível, descartando o mesmo.

As conchinhas são usadas nos cantos dos painéis para ter um encaixe perfeitos, também fixadas com silicone.

O processo tem fim com a limpeza por completo da sala. Uma observação interessante é a de que em parceria com a empresa de montagem deve-se contratar funcionários para infraestrutura do local. Exemplo: Ralo, tubulação de ar, iluminação adesivagem caracterizando as salas e ligação do intertravamento.

Veja os registros realizados em campo com descrição:

**Figura 8: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Funcionários fazendo cortes necessários no painel e descartando material em grande quantidade.

**Figura 9: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores



Descrição: Na foto abaixo, é retirada as medidas exatas através de cortes nos painéis.

**Figura 100: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Na foto o profissional após medir o painel colocando no local, mede o canto que encaixará perfeitamente no espaço e com ângulo correto.

**Figura 11: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Na esquerda o corte do canto arredondado pra dar acabamento na parede e encaixar na conchinha (essa máquina corta nos ângulos coretos) do outro lado funcionário fazendo limpeza de micropartículas oriundas do corte de painel e canto arredondado.

Detalhe: ambiente está isolado por um tapume que apara a área produtivo da área em manutenção.

**Figura 112: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Detalhe só com o sistema fixado entre portal e painel.

**Figura 13: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Portal está somente fixado com parafuso no painel, painéis fixados com cantoneira, ambos faltam acabamento.

**Figura 14: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Estrutura com e sem o arredondado amostra, cantoneira para forro na parede, canto reforçado para auxílio na sustentação do forro.

**Figura 15: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Detalhe no travamento dos painéis que não estão na sequência macho e fêmea (Eles são travados com cantoneiras geralmente em 3 posições e parafusados). Acima um painel escorado fazendo o forro da outra sala.

**Figura 12: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Detalhe para forro já com os cortes nos locais certos para ligação de dutos da iluminação.

**Figura 13: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Pilar estrutural em “I” que será toda tampada com painel e cantoneiras para vedar em forma de chaft a viga do ambiente e posteriormente colocar canto arredondado no teto e no chão, conseguindo assim isolar a área do ambiente externo a sala limpa.

**Figura 14: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Detalhe da janela já fixada, do encaixe macho e fêmea entre os painéis e do canto arredondado reforçado para sustentação do painel com forro (Detalhe que nada tem o acabamento com silicone).

**Figura 19: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Na foto evidenciamos 02 pass-trought sem as portas e os acabamentos que necessitam para isolar os ambientes, é comum desmontarem essa peça para ligarem o pass-trought para ligar inter travamento e cortar os dutos de ventilação.

**Figura 20: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Na frente shaft só com a chapa para esconder estruturar de construção normal (Não aceitos em um ambiente de sala limpa).

**Figura 21: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Descrição: No detalhe os cantos arredondados já estão fixados faltando colar as laterais com silicone e o acabamento final com essa a fixação da conchinha de inox.

**Figura 15: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores



Descrição: Canto com proximidade a uma porta na lateral, já com a conchinha porém sem o acabamento com silicone.

**Figura 16: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Acabamento da junção do macho com a fêmea do painel do forro. Após aplicação é pulverizado uma solução (água e um diluente que na maioria das vezes utiliza-se sabão neutro) e retirado o excesso com uma espátula flexível de plástico.

**Figura 17: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores



Descrição: *Detalhe PassTrought pronto, com porta, intertravamento e acabamento com cantoneira e silicone.*

**Figura 18: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Na imagem temos a fixação de uma chapa INOX (Serve para proteção do próprio painel devido os componentes corrosivos dos produtos). Essa chapa é colocada com silicone em toda dimensão da chapa e também com acabamento nos cantos.

**Figura 19: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Portal e porta instalados já comprados prontos (Isoeste) porta com intertravamento. O intertravamento funciona pra quando uma porta estiver aberta (Sem conexão com o imã a outra não abre) os visores ficam verdes quando fechados e vermelhos quando abertos.

**Figura 27: Processos de execução da sala limpa, montagem de painéis**



Fonte: próprios autores

Descrição: Porta totalmente acabada, com todos os cantos fixados e com laterais acabadas. Intertravamento ligado e pronto para o uso.

Em relação a observação em campo, pode-se perceber que o desperdício é considerável, principalmente de silicone. A empresa trabalha com a marca Whurt, considerando esta, apesar do preço elevado, a melhor em vedação, acabamento e durabilidade, ideal para aprovação da vigilância e órgãos inspetores de qualidade das indústrias farmacêuticas. Muitos painéis vêm tortos e suas películas de proteção às vezes deixam uma cola no painel que onera tempo e desperdício para a montadora.

Importante salientar, ainda com foco na redução de desperdícios, que no projeto os cortes são marcados e cortados sempre com o projeto do lado para não ter erros. Existem hoje no mercado novas alternativas computadorizadas para cálculo exato de áreas de corte, e acredita-se, que esses podem ser importantes alternativas na solução do desperdício de material dos painéis.

Entendeu-se que a montagem de salas limpas trata-se de uma construção e sem maiores complicações, por conta das peças pré-moldadas. O que pode atrasar são as mudanças no projeto, que podem ocorrer após iniciado o serviço. Por observação concluiu-se que é possível, sem imprevistos, a montagem de 50 m/dia, acabados com uma equipe de 3 a 4 pessoas.

## CONCLUSÃO

Entendeu-se ao longo do pesquisado que o conceito de sala limpa é algo recente no meio da construção civil, é uma pratica de montagem rápida, sem muita geração de resíduos pós obra, que tem como principal característica ser executado da maneira correta a produção de um ambiente com nível aceitável de partículas contaminantes em suspensão no ar.

Foi descrito o processo construtivo de uma sala limpa buscando formas de redução ou até eliminação de desperdício de materiais, principalmente o painel, através de planejamento e qualidade na execução do serviço.

Vale ainda destacar que o controle de custos é realizado durante a execução da obra, mas depende de um planejamento bem feito e de um orçamento o mais detalhado possível, e estes são realizados na fase de concepção do projeto.

Foi realizado um estudo de registros realizados na empresa de montagem de sala limpa (Paula Montagens) na indústria farmacêutica Nova Farma (Fresenius Kabi). Os registros fotográficos foram realizados durante visita técnica guiada pela experiente gestora da montadora, que desceveu todas as etapas para processos de projeto e execução da sala limpa.

Pôde-se perceber que o desperdício é constante, principalmente de silicone. A empresa trabalha com a marca *Whurt*, considerando esta, apesar do preço elevado, a melhor em vedação, acabamento e durabilidade, ideal para aprovação da vigilância e órgãos inspetores de qualidade das indústrias farmacêuticas. Muitos painéis vêm tortos e suas películas de proteção as vezes deixam uma cola no painel que onera tempo e desperdício para a montadora. No projeto os cortes são marcados e cortados sempre de acordo com o projeto para evitar erros. Existem hoje no mercado novas alternativas computadorizadas para cálculo exato de áreas de corte, e acredita-se, que esses podem ser importantes alternativas na solução do desperdício de material dos painéis. Entendeu-se que a montagem de salas limpas trata-se de uma construção muito rápida e sem maiores complicações, por conta das peças prontas para montar.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

DIEESE - DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS. Os trabalhadores e a reestruturação produtiva na construção civil. São Paulo, 2001.

DIEESE - DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS. O trabalho por conta própria na construção civil. Boletim Trabalho e Construção, São Paulo, n. 5, fev. 2012.

DUHAN, S; LEVY, M; POWELL, P. Information systems strategies in knowledge-based SMEs: the role of core competencies. European Journal of Information Systems 10, p. 25-40, 2001.

EudraLex Volume 4 – EU Guidelines to Good Manufacturing Practice – Medicinal Products for Human and Veterinary Use – Annex 1 – Manufacture of Sterile Medicinal Products – February/2008.

FDA Guidance for Industry – Sterile Drug Products Produced by Aseptic Processing – Current Good Manufacturing Practice – September/2004.

GEHBAUER, F.; EGGENSPERGER, M.; ALBERTI, M. E.; NEWTON, S. A. Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha. Curitiba: Editora CEFET-PR, 2002.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Sociedade e economia: estratégias de crescimento e desenvolvimento / organizadores. Brasília : Ipea, 2012.

ISODUR – Disponível em: <https://isodur.com.br/como-definir-o-painel-de-sala-limpa/>. Acesso em: 07/2018.

MARQUES JUNIOR, Luiz José; PLONSKI, Guilherme Ary. Gestão de projetos em empresas no Brasil: abordagem "tamanho único"?. Gest. Prod., São Carlos , v. 18, n. 1, 2011 .

PATERSON, B. L.; BOTTORFF, J. L.; HEWAT, R. Blending observational methods: possibilities, strategies and challenges. International Journal of Qualitative Methods, v. 2, n. 1, p. 29-38, 2003.

PMBOK. Project Management Institute. **Um Guia do Conjunto de Conhecimento do Gerenciamento de Projetos – PMBOK Guide**. Edição 2004.

RABECHINI JR., Roque; PESSOA, Marcelo Schneck de Paula. Um modelo estruturado de competências e maturidade em gerenciamento de projetos. Prod., São Paulo , v. 15, n. 1, Apr. 2005.

RDC 210 / 2003 – ANVISA – Anexo 1 – Regulamento Técnico das Boas Práticas para a Fabricação de Medicamentos.

RIBEIRO, Anderson Frazão; PORTELA, Cybele Vasconcelos; OLIVEIRA, Gilson Marinho de; et al. Planejamento Estratégico: Elaboração, Implementação e Controle. Faculdade São Luís, São Luís-MA, 2011.

SILVA, José Pereira. Análise Financeira das empresas. São Paulo: Atlas, 2006.

TAKAHASHI, Tadao. 2012. Sociedade da Informação no Brasil: Livro Verde. Disponível

em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/18940.html>. Acesso em: 07/2018.

WHO TRS 902 – 2002 – Annex 6 – Good Manufacturing Practices for Sterile Products.