

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP
ESCOLA DE MINAS - EM
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, ADMINISTRAÇÃO E
ECONOMIA - DEPRO

MATHEUS CASTILHO ANDRADE FERREIRA

**Projeto de lavanderia hospitalar: adaptação e criação
de instalação.**

Ouro Preto
2021

Matheus Castilho Andrade Ferreira

Projeto de lavanderia hospitalar: adaptação e criação de instalação.

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Produção.

Universidade Federal de Ouro Preto

Orientador: Prof. Me. Cristiano Luís Turbino de França e Silva
Coorientador: Tiago

Ouro Preto
2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

F383p Ferreira, Matheus Castilho Andrade.

Projeto de lavanderia hospitalar [manuscrito]: adaptação e criação de instalação. / Matheus Castilho Andrade Ferreira. - 2022.
56 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Me. Cristiano Silva.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia de Produção .

1. Projeto de Fabrica. 2. Layout. 3. Simulação. 4. Lavanderia Hospitalar. I. Silva, Cristiano. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 658.5

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,
ADMINISTRAÇÃO E ECON



FOLHA DE APROVAÇÃO

Matheus Castilho Andrade Ferreira

Projeto de lavanderia hospitalar: adaptação e criação de instalação

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção

Aprovada em 23 de junho de 2022

Membros da banca

Mestre - Cristiano Luís Turbino de Franca e Silva - Orientador Universidade Federal de Ouro Preto
Doutor - Aloísio de Castro Gomes Junior - Universidade Federal de Ouro Preto
Doutor - Raoni Rocha Simões - Universidade Federal de Ouro Preto

Cristiano Luís Turbino de Franca e Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 27/06/2022



Documento assinado eletronicamente por **Cristiano Luis Turbino de Franca e Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 23/06/2022, às 10:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0349499** e o código CRC **331C1EAF**.

Agradecimentos

Ao Professor Cristiano Silva, pela orientação, aprendizado e apoio em todos os momentos necessários. A Lavanderia Lav & Limp, por ceder a oportunidade e espaço para elaboração do trabalho. A todos os professores do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto, pelos ensinamentos, oportunidades e dedicação. Aos funcionários, pelo suporte e colaboração.

“Não podemos prever o futuro, mas podemos criá-lo.”

Peter Drucker

Resumo

O processo de lavagem de roupa em um ambiente único, utilizado nas lavanderias tradicionais, proporcionam a recontaminação constante da roupa limpa em lavanderias hospitalares, devido a isso, aquelas que pretendem lavar roupas de hospitais, devem possuir uma barreira de contaminação, que separa a lavanderia em duas áreas distintas. É diante disso que o trabalho em questão, objetiva desenvolver um projeto de lavanderia hospitalar. O trabalho foi desenvolvido em uma lavanderia localizada na cidade de Varginha. Foram utilizados como base teórica conceitos de otimização em arranjo físico, avaliação e seleção de planos de instalações e normas para construção de lavanderia hospitalar. Sendo uma pesquisa ação, de natureza aplicada, o trabalho detalha o arranjo físico e fluxo de materiais dentro da empresa, analisa investimentos, projeta dois novos modelos de fábrica, avaliando e selecionando o melhor modelo. Conclui-se o trabalho obtendo o arranjo físico ideal.

Palavras-chave: Projeto de fábrica, lavanderia hospitalar, *Layout*, Simulação.

Abstract

The process of cloth washing in a unique environment, used in traditional laundries, provides the constant recontamination of clean clothes in hospital laundries, due to this, companies that intend to wash hospital clothes must have a contamination barrier, which separates the laundry into two distinct areas. So the work in question aims to develop a hospital laundry project. The work was developed in a laundry in the city of Varginha. were used as a theoretical basis concepts of optimization in physical arrangement, evaluation and selection of installation plans and legal regulation to build the hospital laundry. Being an action research, of an applied nature, this work details the physical arrangement and flow of materials within the company, analyzes investments, then designs two new factory models, evaluating and selecting the best model. The work is concluded by obtaining the ideal physical arrangement.

Keywords: factory project, hospital laundry, Layout, simulation

Lista de abreviaturas e siglas

ANEL	Associação Nacional das Empresas de Lavanderia.
SMM	Sistema de Manuseio de Materiais.
EPI's	Equipamentos de Proteção Individual

Lista de ilustrações

Figura 1 – Necessidades de instalações hidráulicas por Número de Funcionários. . .	17
Figura 2 – Fluxograma de processos de lavagem hoteleira.	23
Figura 3 – Fluxograma de processos de lavagem domiciliar.	24
Figura 4 – Lavadoras da empresa.	26
Figura 5 – Lavadora Hospitalar.	26
Figura 6 – Lavanderia atual 2D.	27
Figura 7 – Lavanderia atual 3D.	28
Figura 8 – Adaptação 2D.	37
Figura 9 – Adaptação 3D.	38
Figura 10 – Novo local 2D.	40
Figura 11 – Novo local 3D.	40
Figura 12 – Simulação em local adaptado.	45
Figura 13 – Simulação em novo local.	46
Figura 14 – Lavadora industrial.	51
Figura 15 – Lavadora simples.	51
Figura 16 – Centrífuga.	52
Figura 17 – Secadora 1.	53
Figura 18 – Secadora 3.	54
Figura 19 – Calandra 1.	54
Figura 20 – Calandra 2.	55

Sumário

	Lista de ilustrações	9
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Arranjo Físico	13
2.1.1	Manuseio de materiais	14
2.1.2	Saúde e segurança no ambiente	15
2.1.3	Produtividade no ambiente	15
2.1.4	Demais necessidades	16
2.1.5	Simulação do arranjo físico	17
2.2	Avaliação e seleção de planos de instalações	17
2.2.1	Avaliação	18
2.2.2	Seleção	18
2.3	Lavanderia Hospitalar	19
3	METODOLOGIA	21
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	22
4.1	A empresa	22
4.2	Estudo da demanda	28
4.2.1	Demanda hoteleira	29
4.2.2	Demanda hospitalar	32
4.2.3	Investimentos	35
4.3	adaptação da lavanderia existente	36
4.4	Projeto de uma nova lavanderia	39
4.5	Avaliação e seleção	42
4.6	Simulação	42
5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	48
	ANEXOS	50
	ANEXO A – TESTE DE ANEXO	51

1 Introdução

O setor de serviços representa atualmente quase 70% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro e é considerado o maior empregador do país, segundo o IBGE (2013). Neste contexto, este trabalho se foca nos serviços de Lavanderia, visto seu elevado crescimento nos últimos anos e suas perspectivas para o futuro.

De acordo com Campos (1999), para sobreviver, uma empresa necessita, antes de tudo, de ser competitiva. Para isso, ela necessita aumentar sua produtividade, ou seja, produzir cada vez mais e/ou melhor, com cada vez menos.

Segundo a ANEL (2018) (Associação Nacional das Empresas de Lavanderia) existem 7 principais tipos de lavanderia:

- lavanderias domésticas: São as lavanderias profissionais que atendem o público em geral;
- lavanderias hospitalares: é o serviço direcionado exclusivamente à higienização dos enxovais hospitalares;
- lavanderias hoteleiras: São as lavanderias que cuidam dos enxovais e/ou das roupas dos hóspedes;
- lavanderia de uniformes/EPI's: São aquelas que lavam/locam uniformes industriais/comerciais e cuidam da reciclagem dos EPI's (Equipamento de Proteção Individual)
- lavanderias decorativas: Responsáveis pela lavagem de cortinas, tapetes, estofados e carpetes.
- lavanderias Jeans/Denim: Todas as peças jeans antes de serem vendidas, passam por uma lavanderia denim, especializada na customização das peças.
- lavanderias de PetShop: Cuidam da higienização das toalhas e demais têxteis utilizados no cuidado dos animais domésticos.

Atualmente, existem no Brasil, 23 mil lavanderias ativas, sendo consideradas apenas as que vendem os serviços de lavanderia. Neste número, não estão inclusas as lavanderias próprias, como por exemplo, lavanderias internas de hotéis, hospitais, casas de detenção, restaurantes, casas de repouso, cabelereiros, entre outras (ANEL, 2018).

Essa mesma fonte estima que em 2018, apenas 3% da população brasileira utilizava os serviços de lavanderia profissionais. Esse número deverá atingir 10% da população até 2030. Esses números mostram que a economia está em um processo de transformação do “ter”, para “usufruir”, ou seja, a economia do futuro, será a economia de serviços.

O estudo irá construir/reformular a produção e instalações de uma lavanderia, para atender a demanda de uma lavanderia hospitalar, além de possibilitar a expansão da rede hoteleira,afim de formular algo que atenda tanto a demanda de hotéis tanto quanto a de hospitais e pessoas físicas. O trabalho vai ser embasado em projetar dois possíveis cenários para a nova demanda da lavanderia e trará uma perspectiva de investimentos e reorganizações necessárias para atender a uma nova demanda.

A motivação pela escolha do tema e local do estudo se deram devido a relevância para a empresa e a necessidade de reformulação para atender exigências de lavanderia hospitalar, obter um maior controle do processo dentro da lavanderia e facilidade de acesso aos dados.

O objetivo geral dessa monografia é projetar uma lavanderia hospitalar e comparar a adaptação de uma instalação com a criação de uma nova. Para isso, tem-se os seguintes objetivos específicos: criar um projeto de adaptação em uma lavanderia existente, criar um projeto de uma nova lavanderia em outro local e verificar a viabilidade de cada um desses projetos.

Espera-se obter um maior entendimento sobre aplicação dos conceitos de projeto de fábrica e padronização de processos em um ambiente real de trabalho. Sendo que o local escolhido foi a empresa Lavanderia Lav & Limp Ltda em Varginha, afim de expandir suas possibilidades de atuação também para a rede hospitalar, além de obter um aumento de ganhos para a empresa analisada, como: aumento da produtividade, organização de processos, redução de gargalos e organização do *layout*.

2 Referencial teórico

Nesse tópico serão apresentados os principais temas que serão aplicados e discutidos para elaboração do projeto, tais como: arranjo físico, fluxo de materiais e lavanderia hospitalar.

2.1 Arranjo Físico

Linhas de produção tipo "U" são usadas para promover melhor comunicação entre trabalhadores, desenvolver operadores multifuncionais, permitindo a eles desempenharem diferentes operações, facilitar balanceamento de produção usando auxílio visual; auxiliar aproximação do time de trabalho (MILTENBURG, 1998).

Segundo Neumann e Scalice (2015) devido a constante evolução tecnológica, o layout é algo que necessita de ser reorganizado constantemente. Além disso o layout é o plano mestre que integra e coordena fisicamente os cinco fatores da gestão industrial: homem, material, dinheiro, máquinas e mercado.

O mesmo autor propõe 4 importantes critérios de decisão para um projeto de layout, são eles:

- minimizar custos de manuseio de materiais
- minimizar distancia percorrida pelo cliente
- minimizar distancia percorrida pelos empregados
- maximizar a proximidade de departamentos relacionados

Para Filho (2017) e Slack, Chambers e Johnston (2020) o Layout pode ser definido como o posicionamento dos recursos produtivos, homens, máquinas e materiais, assim como o arranjo físico é em um estudo para posicionar esse layout da melhor maneira possível.

Segundo Tompkins et al. (2013) existem quatro principais tipos de arranjo físico:

- *layout* por produto em linha de produção: os materiais tipicamente fluem de uma estação de trabalho diretamente para a adjacente;
- *layout* por produto fixo: as estações de trabalho são trazidas até o material;
- *layout* por família de produtos: baseia-se no agrupamento das peças para formar famílias de produtos, onde peças idênticas são agrupadas na mesma família;
- *layout* por processo: obtido pelo agrupamento dos processos similares e pelo fluxo entre os departamentos.

Tipicamente, pode-se constatar que uma determinada situação tenha alguns produtos que se enquadrem em cada um dos tipos de arranjo físico. Por isso, na prática, muitas vezes o resultado é um arranjo físico híbrido, ou combinado. No caso da empresa estudada no desenvolvimento deste trabalho podemos notar principalmente o *layout* mais parecido com o por famílias de produtos, uma vez que as peças são agrupadas em famílias e na sequência colocadas no processo correspondente. Segundo Neumann e Scalice (2015) as células desse layout são usualmente projetadas na forma de "U" e tem como algumas vantagens: flexibilidade, integração, baixa ociosidade, redução de inventário e trabalho em grupo, resultando em maior motivação. Porém também apresenta algumas desvantagens, como possível necessidade de compartilhamento das máquinas e exigência de trabalhadores multifuncionais.

Um layout correto proporciona um fluxo de comunicação entre as atividades, de maneira mais eficiente e eficaz, melhorando a utilização das áreas produtivas e obtendo maior facilidade na administração das tarefas, diminuindo, assim, os problemas ergonômicos e flexibilizando os processos em casos de mudanças e ou adequações.

Existem fábricas que conseguem aumentar até 25% da produção, reduzir custos e melhorar o aproveitamento do espaço através de um novo arranjo físico da fábrica Slack, Chambers e Johnston (2020) Para Tompkins et al. (2013) o planejamento de instalações assumiu um significado inteiramente novo nos últimos 10 anos. No passado, o planejamento de instalações era considerado basicamente uma ciência. Já no competitivo mercado global dos dias de hoje, o planejamento de instalações é uma estratégia.

No longo prazo, devemos considerar possíveis alterações nas instalações e equipamentos, envolvendo grandes mudanças na fábrica existente ou a construção de uma nova. Em alguns casos, uma empresa pode aumentar sua capacidade de maneira permanente, reconfigurando o projeto de seus produtos, usando abordagens de projeto para manufatura. Porém, de maneira mais frequente, a mudança deve ser originada pela adição de novos equipamentos ou estações de processamento, ou por meio de mudanças permanentes nos processos e equipamentos existentes (SPEARMAN, 2013).

2.1.1 Manuseio de materiais

Para Sule, (2009 Battesini (2016)) o planejamento de um Sistema de Movimentação de Materiais envolve a seleção dos equipamentos de movimentação, a definição da unidade de carga e a designação dos equipamentos às movimentações e suas rotas.

Alguns dos principais princípios da manipulação de materiais são: planejamento, padronização, trabalho minimizado, ergonomia, unidade de carga, utilização de espaço, sistema, automação, ambiente e custo do ciclo de vida dos equipamentos (BATTESINI, 2016).

Segundo Sule, (2009 apud Battesini (2016)), o projeto de um SMM (sistema de manuseio de materiais) deve ter como objetivos: facilitar o processo de manufatura; aumentar

a eficiência do fluxo de materiais; assegurar sua disponibilidade; reduzir os custos de manuseio de materiais; incrementar a produtividade; reduzir o custo do manuseio de materiais; incrementar a produtividade e a utilização dos equipamentos; melhorar condições de trabalho e a segurança das instalações.

Essa mesma fonte traz algumas medidas para prevenir riscos biológicos, químicos e radiações ionizantes, medidas de descarte de resíduos, de limpeza, conservação, manutenção e condições de conforto em refeições. Todas essas medidas devem ser avaliadas no projeto, porém a principal dessas são as medidas que o artigo traz sobre as exigências de lavanderia.

A comunicação entre as duas áreas somente é permitida por meio de visores ou intercomunicadores. A calandra deve ter: termômetro para cada câmara de aquecimento, termostato, e dispositivo de proteção que impeça a inserção de segmentos corporais dos trabalhadores junto aos cilindros ou partes móveis da máquina. As máquinas de lavar, centrífugas e secadoras devem ser dotadas de dispositivos eletromecânicos que interrompam seu funcionamento quando da abertura de seus compartimentos.

2.1.2 Saúde e segurança no ambiente

De acordo com a ANVISA (2007) apud (PAZ, 2015) para a prevenção e controle de riscos durante o processamento de roupas hospitalares, a iluminação existente no setor da lavanderia deve possibilitar condições de boa visibilidade. Recomenda-se que a iluminação do ambiente apresente uma boa distribuição e dispositivos antiofuscamentos, sem que haja iluminação direta excessiva durante o manuseio da roupa.

Para Braatz, Rocha e Gemma (2021) cabem obrigações recíprocas às empresas e aos trabalhadores para a eliminação dos riscos de acidente no ambiente de trabalho. Sendo o empregador, além de outras obrigações, deve também instruir os seus empregados quanto às precauções 3 ao empregado observar normas de segurança do trabalho e usar os EPI's (equipamentos de proteção individual) fornecidos pela empresa.

A ABNT (2019) tem por finalidade estabelecer as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde, bem como daqueles que exercem atividades de promoção e assistência à saúde em geral.

2.1.3 Produtividade no ambiente

Segundo (PAZ, 2015) A lavanderia hospitalar utiliza máquinas e equipamentos que durante o seu funcionamento geram altas temperaturas, vapor e umidade. Sendo essas fontes de fadiga de fácil identificação e que devem ser controladas.

Para Ramos et al. (2011) a atual tendência, nas empresas, de conscientização em relação à importância da promoção de saúde e da prevenção de doenças ocupacionais, se

traduz em um processo que equilibra a qualidade de vida das pessoas à produtividade da empresa.

Estratégia de recursos humanos é a abordagem global a longo prazo para assegurar que os recursos humanos de uma organização proporcionem vantagem estratégica. Envolve duas atividades inter-relacionadas. Primeiro, identificar o número e o tipo de pessoas que são necessárias para gerenciar, dirigir e desenvolver a organização de modo que atenda aos objetivos estratégicos do negócio. Segundo, colocar em ação os programas e as iniciativas que atraem, desenvolvem e retêm funcionários apropriados Slack, Chambers e Johnston (2020).

Para Slack, Chambers e Johnston (2020) algumas importantes decisões do projeto de trabalho são: Como alocar as tarefas, como projetar os métodos de trabalho, como desenvolver um ambiente ergonômico, como manter a motivação do funcionário.

Para Slack, Chambers e Johnston (2020) Uma importante tarefa é fazer estimativa do tempo necessário para completar uma atividade, pois sem isso, não seria possível saber quanto trabalho alocar às equipes ou aos indivíduos, quando uma tarefa será concluída, quanto custa, se o trabalho está progredindo conforme a programação e muitas outras informações vitais necessárias para gerenciar qualquer operação.

2.1.4 Demais necessidades

Para Tompkins et al. (2013) o planejamento das necessidades do pessoal inclui estacionamento dos funcionários, vestiários, banheiros, serviços de alimentação, bebedouros e serviços de saúde.

A menos que os banheiros sejam projetados para ocupação individual, devem ser fornecidos banheiros separados para cada sexo. Já com relação a quantidade de banheiros necessários por número de funcionários, estes são dados conforme a Figura 1 (TOMPKINS et al., 2013).

Figura 1 – Necessidades de instalações hidráulicas por Número de Funcionários.

Comercial, Mercantil, Industrial exceto de Fundação e Armazenagem			
Vasos sanitários	Funcionários	Lavatórios	Funcionários
1	1-15	1	1-20
2	16-35	2	21-40
3	36-55	3	41-60
4	56-80	4	61-80
5	81-110	5	81-100
6	111-150	6	101-125
7	151-190	7	126-150
		8	151-175
Um vaso sanitário adicional para cada 40 funcionários acima de 190.		Um lavatório adicional para cada 30 funcionários acima de 175.	
Industrial, Fundação e Armazenagem			
Vasos sanitários	Funcionários	Lavatórios	Funcionários
1	1-10	1	1-8
2	11-25	2	9-16
3	26-50	3	17-30
4	51-80	4	31-45
5	81-125	5	46-65
Um vaso sanitário adicional para cada 45 funcionários acima de 125.		Um lavatório adicional para cada 25 funcionários acima de 65.	

Fonte: Tompkins et al. (2013)

Os refeitórios podem ser projetados de modo que os funcionários possam relaxar e comer de maneira conveniente. O planejamento funcional, a facilidade de limpeza e os fatores estéticos devem ser considerados, pois o refeitório será utilizado para finalidades diferentes das refeições padrão dos funcionários. Tompkins et al. (2013) normas, quantidade, tamanho, etc...

2.1.5 Simulação do arranjo físico

Para Hillier e Lieberman (2013) A pesquisa operacional teve impacto impressionante para melhorar a eficiência de inúmeras organizações pelo mundo. Nesse processo, a PO contribuiu significativamente para o aumento da produtividade.

Considerando a complexidade dos problemas, simplificações são necessárias para que as análises possam ser feitas e para que alternativas de solução sejam geradas (GREGÓRIO; LOZADA, 2019).

Para Santos et al. (2022) a modelagem matemática e a simulação de processos servem como ferramentas preditivas que contribuem para a melhor tomada de decisão frente a mudanças necessárias.

2.2 Avaliação e seleção de planos de instalações

Ainda que existam tipos mais comuns de arranjos físicos, o estabelecimento desse arranjo deve considerar as características e as peculiaridades da organização em questão, conceituados como fatores críticos de escolha - que são material, maquinário, mão

de obra, movimentação, armazenamento, serviços auxiliares, instalação construída e mudança. Mais importante do que isso, o tipo de processo de produção e o fluxo produtivo empregado também influenciam no arranjo físico a ser adotado. Ahlfeldt (2014)

2.2.1 Avaliação

Ao decidir por um arranjo físico básico ou pela combinação de arranjos, a organização deve levar em consideração algumas características inerentes a ela e ao tipo de produção a ser desempenhado. Denominamos essas características de fatores críticos de escolha no planejamento do arranjo físico, que são: material, maquinário, mão de obra, movimentação, armazenamento, serviços auxiliares, instalação construída e mudança (Laugeni; Martins, 2005) (AHLFELDT, 2014) "Os arranjos físicos básicos diferenciam-se essencialmente pelo volume e pela variedade da produção, que, por sua vez, têm impacto direto nos custos unitários dos produtos (AHLFELDT, 2014).

Para Tompkins et al. (2013) o processo de avaliação inclui a avaliação de todas as alternativas em termos dos critérios identificados previamente. Sendo nesse processo levado em conta tanto fatores quantitativos quanto qualitativos. A metodologia para avaliação do melhor local será feito com base nos métodos propostos por este autor, sendo eles:

1. listar os aspectos positivos (prós) e negativos (contras) de cada alternativa;
2. classificar o desempenho de cada alternativa em relação aos vários critérios enumerados;
3. realizar uma comparação dos fatores ponderados das alternativas atribuindo um peso numérico a cada critério (fator), classificando numericamente cada alternativa em relação a cada critério e somando as classificações ponderadas sobre todos os critérios a fim de obter um fator ponderado total de cada alternativa;
4. determinar o desempenho econômico de cada alternativa em relação a um determinado horizonte de planejamento.

2.2.2 Seleção

"Por fim, a fase de seleção é responsável pelo teste de viabilidade dos possíveis arranjos físicos propostos pela fase de pesquisa, contrastando-se as características e os objetivos da organização com suas necessidades (AHLFELDT, 2014).

Segundo (TOMPKINS et al., 2013) o planejador de instalações é responsável por apresentar resultados profissionais do esforço de planejamento das instalações para a gerência e por fazer a recomendação pertinente ao plano preferido.

2.3 Lavanderia Hospitalar

Essa seção trás algumas das principais características e funções de uma lavanderia hospitalar.

De acordo com Brasil (1986), estudos realizados na área da microbiologia vieram revelar que o processo da roupa em um ambiente único, utilizado nas lavanderias tradicionais, propiciavam a recontaminação constante da roupa limpa na lavanderia. Esses estudos mostraram ainda, que bactérias jogadas no ar, durante o processo de separação da roupa suja, contaminava todo o ambiente circundante. A principal medida introduzida na moderna lavanderia hospitalar, para o controle das infecções, foi a instalação da barreira de contaminação, que separa a lavanderia em duas áreas distintas:

- área suja (contaminada): utilizada para separação e lavagem;
- área limpa: utilizada para acabamento e guarda.

Alguns dos principais temas abordados pelo artigo do Ministério da saúde são:

- **espaço físico:** Alguns dos principais critérios a serem levados em consideração na hora de projetar uma lavanderia hospitalar são: peso da roupa, tipo de roupa, equipamento, instalações, tipo de hospital, fluxo de roupa, técnica de processamento, jornada de trabalho, pessoal, distribuição do equipamento e condições climáticas.
- **Equipamento, material e instalação:** São considerados equipamentos essenciais dentro da lavanderia: lavadoras, centrífuga ou extratora, calandra, secadora, prensa, ferro elétrico, balança, máquina de costura e carros de transporte. Das máquinas de lavar, a mais utilizada na lavanderia hospitalar moderna é a lavadora de desinfecção, que fica encaixada na parede ou barreira de contaminação. Esta máquina caracteriza-se por possuir duas portas (de entrada e de saída). O dimensionamento correto das instalações de uma lavanderia é determinado em função do equipamento adotado. As instalações devem permitir a eventual ampliação ou alteração futura do equipamento.
- **Operacionalização:** Na lavanderia, particularmente, sujeita a transmitir infecções, como local receptor e distribuidor de germes, torna-se obrigatório que sejam rigorosamente observadas todas as medidas destinadas ao controle da contaminação. Ao se organizar uma lavanderia hospitalar, todo o seu funcionamento deve estar descrito em Manual de Orientação. A execução correta de cada tarefa exige uma rotina técnica, escrita, para cada servidor, descrevendo cada passo na sequência exata, incluindo, quando necessário, especificações referentes às máquinas, a produção e métodos de trabalho.

- **Pessoal:** Importante ser cuidadoso quanto ao recrutamento, seleção e principalmente treinamento do pessoal além da utilização de técnicas de controle como supervisão e avaliação.
- **Manutenção, segurança e higiene:** A separação física entre as áreas suja e limpa, o sistema de ventilação rigorosamente controlado, o não cruzamento entre material limpo e sujo, são medidas preventivas que começam na própria elaboração do projeto arquitetônico. Além disso é preciso considerar as operações de reparo e reposição que são feitas no próprio local e outras que demandem remoção do equipamento. Por fim são ressaltadas algumas das principais maneiras de se prevenir o risco de infecção hospitalar, são esses o controle do fluxo de pessoas, a não contagem de roupas sujas e as barreiras de infecção

3 Metodologia

Descrição do tipo de pesquisa e instrumentos utilizados para o desenvolvimento do trabalho foram baseadas em Venanzi e Silva (2016), tendo os seguintes aspectos:

- natureza: a pesquisa realizada nesse trabalho possui natureza aplicada, uma vez que seu intuito é desenvolver propostas de soluções para um caso específico dentro de uma empresa;
- abordagem: o trabalho trará uma abordagem quantitativa, com sua maior parte sendo voltada para obtenção e utilização de dados numéricos.
- objetivos: a partir do momento que a pesquisa tem um foco maior na resolução de um problema e se aprofunda principalmente em duas hipóteses para tratá-lo, esta pode ser classificada como exploratória;
- procedimentos técnicos: alguns dos principais focos dessa pesquisa são coletar dados de uma empresa e utilizá-los afim de resolver um problema interno, portanto a esta pode ser classificada como pesquisa-ação.

4 Apresentação e discussão dos resultados

4.1 A empresa

A lavanderia Lav e Limp é uma microempresa localizada na cidade de Varginha, Minas Gerais, que foi criada no ano de 1988, quando o proprietário vislumbrou uma grande oportunidade na região, em acelerado crescimento devido à produção de café. Atualmente, as principais fontes de recurso da lavanderia são advindas de serviços de lavar e passar para hotéis e pessoas físicas. No momento de realização desse estudo as principais atividades realizadas dentro da empresa podem ser divididas em dois fluxogramas, sendo estes responsáveis por aproximadamente 50% da receita da lavanderia cada. Estes podem ser observados na Figura 2 e Figura 3.

Tais fluxogramas foram elaborados com base em visitas a empresa, observação das atividades realizadas e entrevistas ao proprietário. Os processos são diferentes em diversos aspectos, o maquinário utilizado, o procedimento de anotação e entrega, tipos de peça que podem ser lavadas, entre outros.

No fluxograma hoteleiro é possível notar que o fluxo das roupas segue um padrão diferente para 4 grupos distintos: toalhas, fronhas, lençóis e cobertor/edredom. Já no fluxo de peças domiciliar a diversidade de peças é bem maior e apesar de ser possível agrupar peças para definir o fluxo, porém os tempos de lavagem ainda podem variar para cada tipo de tecido.

Figura 2 – Fluxograma de processos de lavagem hoteleira.

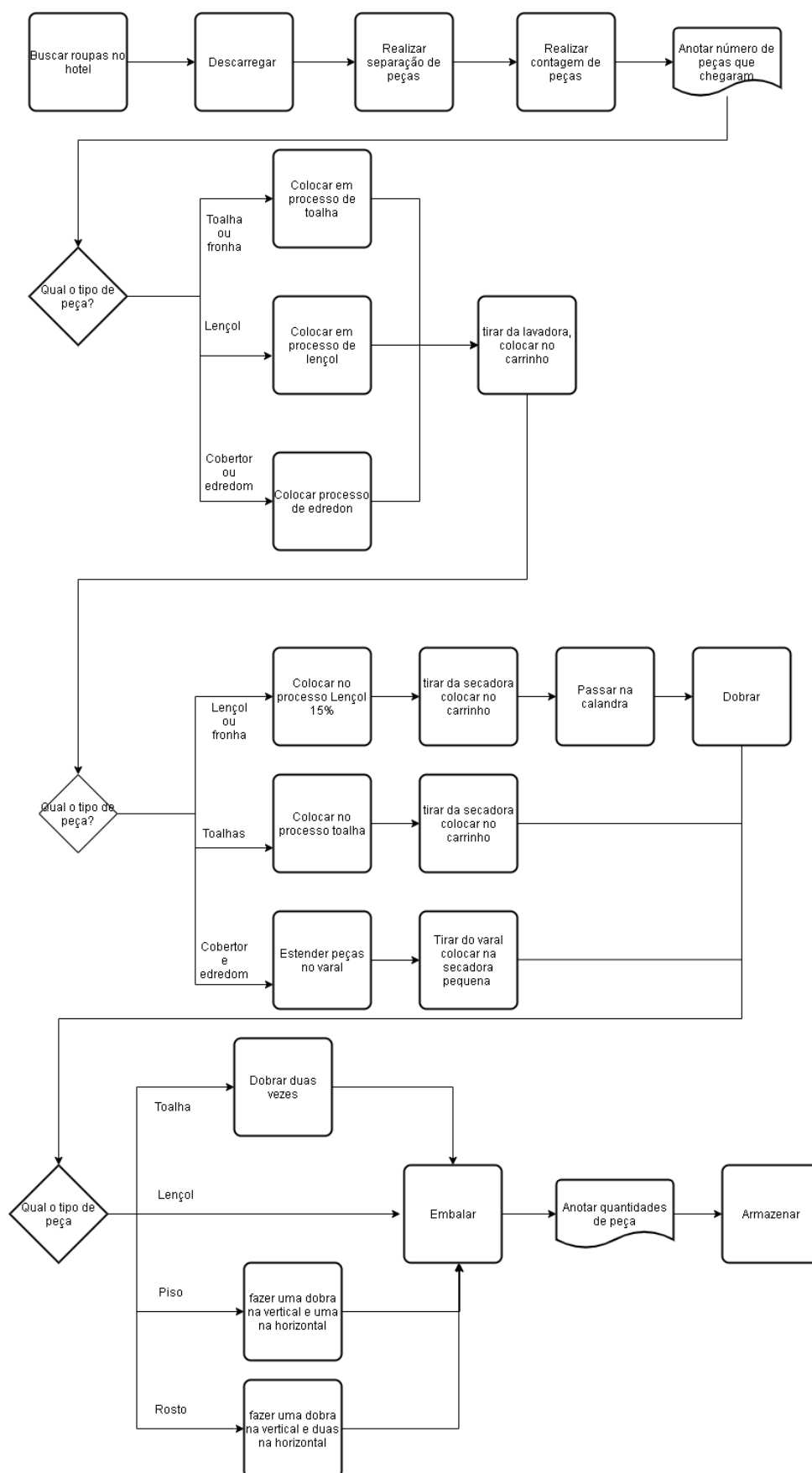
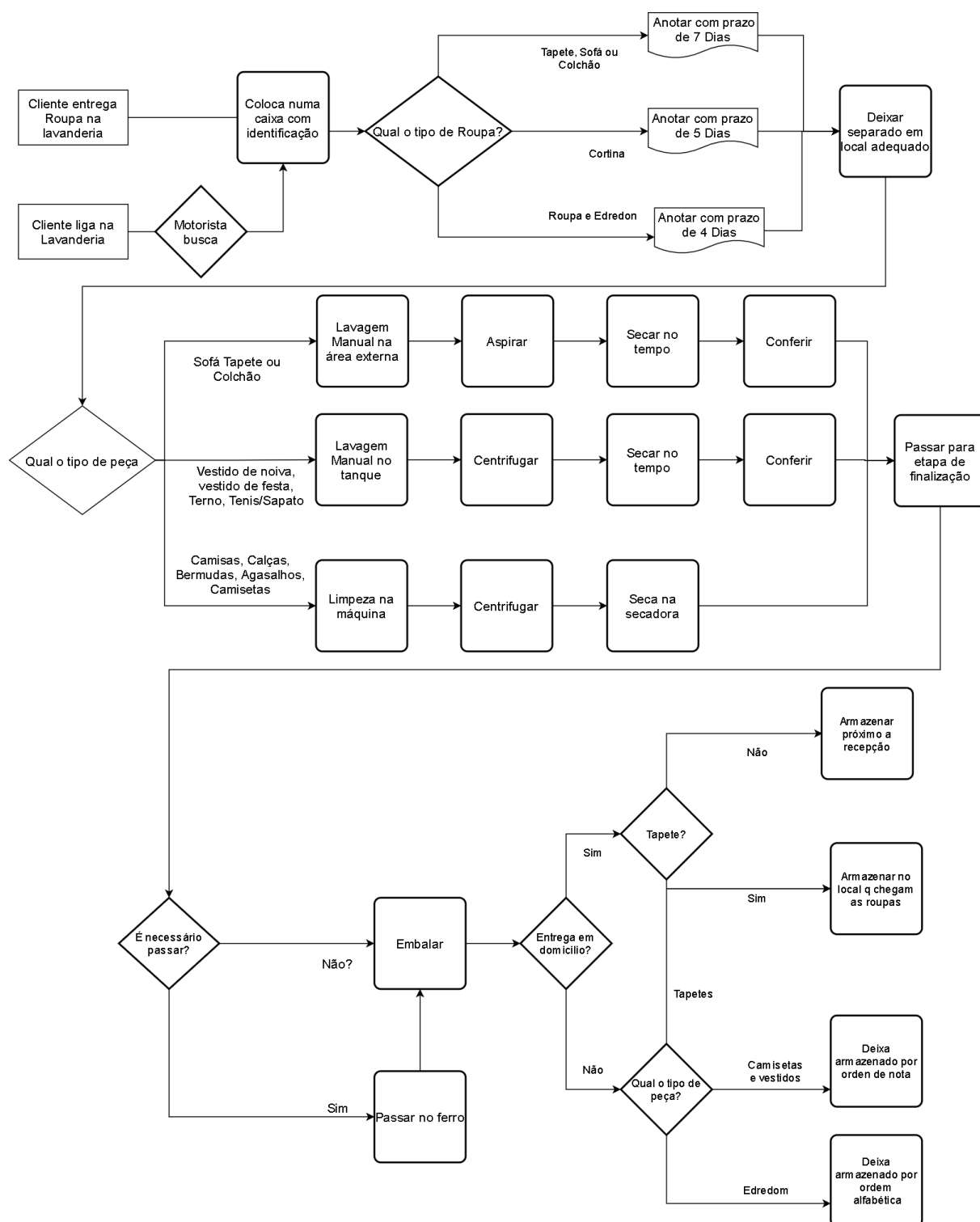


Figura 3 – Fluxograma de processos de lavagem domiciliar.



Fonte: Pesquisa direta 2021

Para realizar tais atividades a lavanderia é composta atualmente de 2 lavadoras industriais, 2 lavadoras extratoras, 3 lavadoras simples, 1 centrífuga, 1 tanque, 3 secadoras, 2 calandras, 3 mesas, 2 tábuas de passar, 4 carrinhos de transporte e 9 funcionários. Os

tamanhos exatos de cada objeto em centímetro são dispostos conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Tamanho das máquinas.

Objeto	Largura (Cm)	Comprimento (cm)	Altura (cm)
Lavadora industrial 1	200	080	135
Lavadora industrial 2	156	100	148
Lavadora extratora 1	079	205	185
Lavadora extratora 2	115	205	214
Lavadora simples 1	065	080	105
Lavadora simples 2	065	080	105
Lavadora simples 3	060	070	100
Centrifuga 1	130	200	110
Tanque	100	200	100
Secadora 1	136	240	240
Secadora 2	124	150	215
Secadora 3	127	145	198
Calandra 1	220	073	112
Calandra 2	345	134	145
Mesa 1	180	095	080
Mesa 2	190	050	080
Mesa 3	200	100	100
Tábuas de passar	035	120	085
Carrinhos de transporte	114	071	080

Fonte: Pesquisa direta 2021

Um restrição das lavadoras atualmente utilizadas pela lavanderia é que estas não possuem barreiras, as roupas são retiradas e colocadas pelo mesmo local da máquina. Para uma boa lavanderia hospitalar o mais adequado seria utilizar de lavadoras com barreira, ou seja, aquelas em que o local de entrada e retirada da roupa são diferentes, para que não haja contato entra área limpa e suja da lavanderia. A Figura 4 mostra uma lavadora comum, nota-se que essa possui apenas uma porta, onde são colocadas e retiradas as peças de roupa, já a Figura 5 mostra a lavadora hospitalar, esta possuindo duas portas, uma onde as roupas são colocadas e outra em que estas são retiradas, já na área limpa da empresa.

Figura 4 – Lavadoras da empresa.



Fonte: Pesquisa direta 2021

Figura 5 – Lavadora Hospitalar.



Fonte: <https://www.guaraequipamentos.com.br/lavadora-extratora-hospitalar/>

Para se adequar as normas de lavanderia hospitalar então será necessário reformular o

layout da lavanderia e comprar novos maquinários, a figura 6 e figura 7 mostram o atual *layout* da lavanderia.

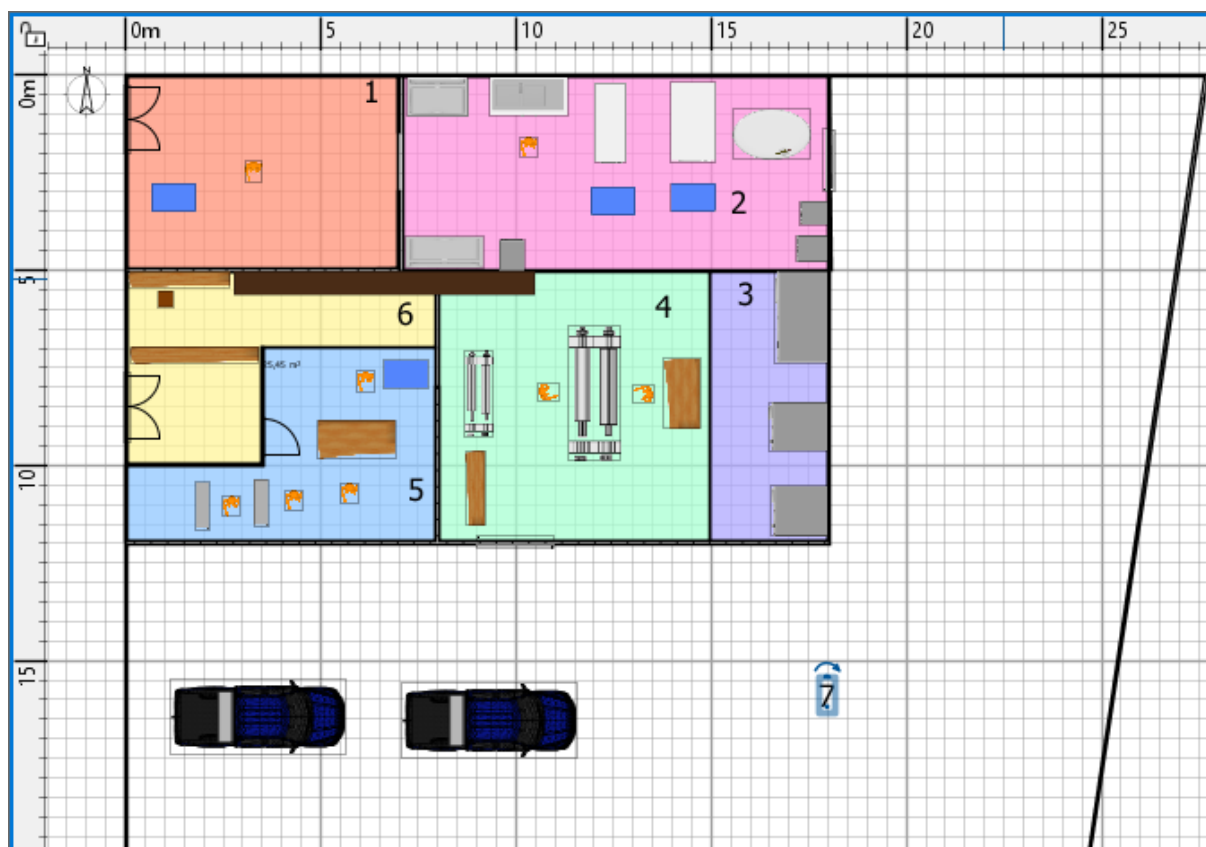
Tal *layout* foi obtido através de visitas a empresa, medindo o tamanho de cada área e máquina. Para fácil entendimento do projeto cada área foi pintada de cor diferente e demarcada com um número, a tabela 2 mostra a área de quais atividades cada número se refere.

Tabela 2 – Relação número e área

Número	Área
1	Separação de roupa hoteleira
2	Lavagem
3	Secagem
4	Calandragem
5	Dobragem e passadoria no ferro
6	Recepção e escritório
7	Garagem e varal

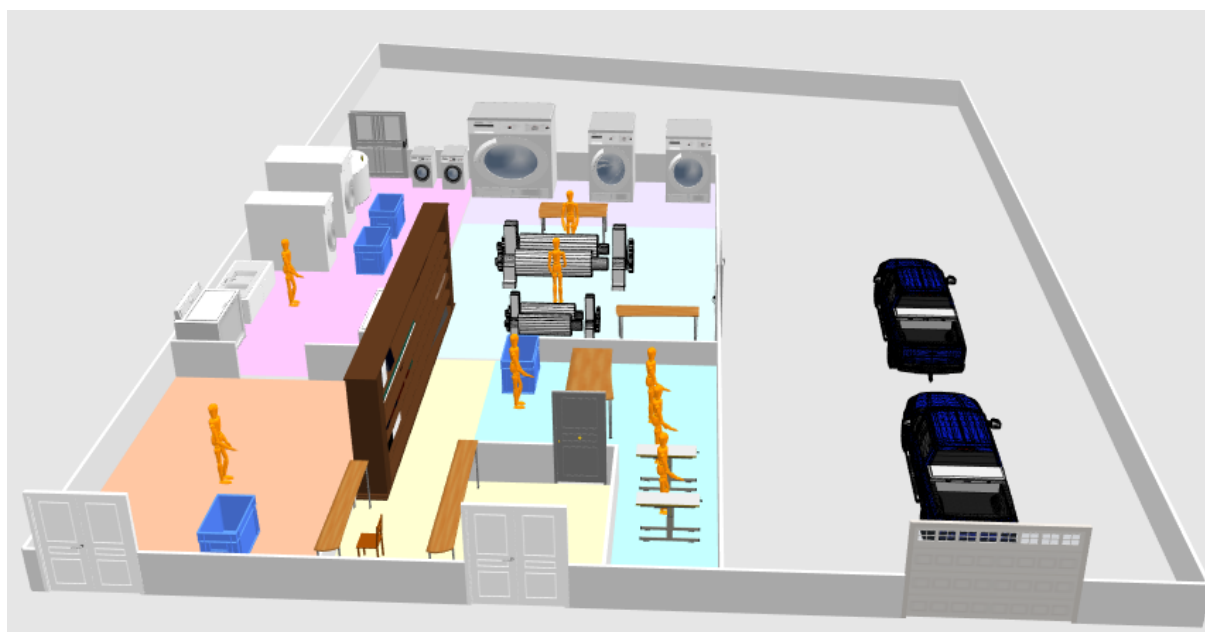
Fonte: pesquisa direta 2021

Figura 6 – Lavanderia atual 2D.



Fonte: pesquisa direta 2021

Figura 7 – Lavanderia atual 3D.



Fonte: pesquisa direta 2021

4.2 Estudo da demanda

Com relação a roupas hoteleiras é importante que passem por todo o processo dentro de um dia, visto que a maioria dos clientes necessita diariamente de repor seu enxoval. Porém, não necessariamente 100% do processo necessita ser acabado.

Para medição dos tempos considerou-se como base a lavanderia funcionando 84 horas semanais, alterando a carga horária dos funcionários de 44 para 42 horas semanais. Conforme legislação, havendo necessidade a empresa poderá alterar o horário de trabalho do funcionário, para melhor atender aos interesses da empresa, sendo assim foi definido juntamente ao proprietário da empresa, que o melhor modelo para simulação do projeto, seria a escala de plantão 12 x 36 horas (onde o funcionário trabalha dia sim, dia não, com jornadas de 12 horas diárias), devido a aumentar o tempo de atividade do maquinário e permitir o funcionamento aos domingos. Para dar início a elaboração do projeto de lavanderia hospitalar, foram estimadas as demandas futuras, levando em consideração a atual demanda de hotéis e a adição de um hospital de grande porte da cidade de Varginha, onde se obteve diversos dados que serão utilizados no desenvolvimento desse trabalho.

O estudo não se aprofunda na parte da demanda de roupas domiciliares, pois esse apesar de ser responsável por uma quantia significativa da renda mensal da lavanderia, utiliza outros maquinários e demanda apenas funcionários que já estão designados para essa função específica, sendo eles:

- 1 funcionário responsável pela remoção de manchas e colocar roupas pra lavar e

secar;

- 1 funcionário responsável pela lavagem de tapetes e sofás;
- 1 funcionário responsável pela entrega.

Além disso, os funcionários responsáveis pela dobragem e empacotamento das roupas têm parte do tempo dedicada a atendimento de pessoas físicas e também a dobragem e empacotamento dessas roupas. Por isso nos cálculos feitos adiante nesse trabalho será considerado uma eficiência de 60% do tempo.

4.2.1 Demanda hoteleira

A demanda atual da lavanderia foi obtida utilizando-se a média das quantidades de roupas lavadas nos meses de junho a agosto de 2021. Através da medição dos pesos de cada peça e convertendo a valor final para Quilogramas foi obtida a base para demanda hoteleira que será utilizada nesse trabalho. Os cálculos realizados são dispostos conforme a tabela 3

Tabela 3 – peso por peça

Peça	Quantidade	KG por peça	Peso total em KG
Toalha Banho	4046	0,56	2266
Toalha Rosto	1528	0,23	351
Toalha Piso	2075	0,23	477
Lençol	6232	1	6232
Fronha	3113	0,11	342
Edredom	53	2,5	131
Total	19067	5,63	9800

Fonte: pesquisa direta 2021

Com a tabela 3 também foi possível se obter a quantidade em percentual de peças que serão utilizadas no processo e criada uma tabela que mostra quais processos serão realizados e a quantidade percentual de roupas que será utilizada em cada máquina. Para se obter a média semanal de roupas lavadas a demanda mensal foi multiplicado por (1/4), sendo assim a base de cálculo agora se transforma em 2450 Kg/semana. Os percentuais de processo que passarão por cada máquina estão dispostos conforme a tabela 4.

Tabela 4 – Quantidade de peças por processo

Máquina/processo					Qtd percentual	KG por semana	KG por dia
Peça	Lavadora	Secadora	Calandra	Ferro			
Lençol	x	x	x		64%	1558	222,52
Fronha	x	x	x		3%	86	12,23
Toalha	x	x			23%	566	80,91
Cobertor	x	x			1%	33	4,69
Toalha rosto	x	x			8%	196	27,99

Fonte: pesquisa direta 2021

Usando a tabela 4 de base estima-se o percentual de roupas que terá de passar por cada um dos principais processos, sendo esses:

- 100% das roupas para Lavagem e Secagem;
- 67% das roupas para Calandra (lençol e fronha).

Feito isso, agora o projeto estima quais processos serão feitos com gasto de mão de obra, para se avaliar a quantidade de funcionários que serão designados para as tarefas. Os percentuais de processo que passarão por cada atividade estão dispostos conforme a tabela 5

Tabela 5 – processos hoteleiros

	Lençol	Fronha	Toalha	Cobertor	Toalha rosto	Qtd percentual
Separação	x	x	x	x	x	100%
Contagem	x	x	x	x	x	100%
Encher máquina	x	x	x	x	x	100%
Transição lav/car	x	x	x	x	x	100%
Transição car/sec	x	x	x	x	x	100%
Transição sec/car	x	x	x	x	x	100%
pré dobragem lençol	x					64%
Calandragem	x	x				67%
Passadoria Ferro						0%
Dobragem toalha			x		x	31%
Empacotamento	x	x	x	x	x	100%

fonte: pesquisa direta 2021

Finalmente, utilizando-se as tabelas 4 e 5 foi possível estimar a quantidade de máquinas e funcionários necessários apenas com o processo hoteleiro, conforme a tabela 6. Os valores de cada coluna foram obtidos da seguinte maneira:

- quantidade: mostra quantos kg de roupa devem passar por cada maquinário durante a semana;

- média por hora atual: representa a capacidade atual dos maquinários da empresa;
- eficiência: serve de base para calcular o tempo que o maquinário fica ocioso;
- horas semanais: mostra quantas horas por semana o maquinário irá trabalhar.

Com esses dados, a coluna "utilização" pode ser calculada, e essa estima qual percentual de máquinas deverá ser utilizada apenas com a demanda hoteleira, utilizando a seguinte fórmula: $\text{Quantidade}/(\text{média por hora} \times \text{eficiência} \times \text{horas semanais})$.

Tabela 6 – utilização das máquinas no processo hoteleiro

Máquina	Quantidade	Média por hora atual	Eficiência	Horas Semanais	Utilização
Lavadoras	2438	90	0,8	84	0,403
Secadoras	2438	150	0,8	84	0,242
Calandra	1643	75	0,8	84	0,326

Fonte: pesquisa direta 2021

Para a quantidade de máquinas não há necessidades de compras, visto que a conforme a 6 atual quantidade de máquinas pode cumprir a demanda com uma certa folga. Com exceção da lavadora, que não pode ser utilizada para lavagem de roupas hospitalares a parcela de máquinas que está ficando ociosa nesse processo será incluso nos cálculos da demanda hospitalar.

A quantidade de funcionários necessários apenas com a demanda de hotéis é dado conforme a tabela 7. Os valores de cada coluna foram obtidos da seguinte maneira:

- quantidade: quantos kg de roupa devem passar por cada processo durante a semana;
- qtd/hora/funcionário: a quantidade de KG que um funcionário consegue processar por hora em cada processo;
- eficiência: serve de base para estimar o tempo que o funcionário fica ocioso;
- real produção/hora: quantidade por hora que o funcionário produz multiplicado pela eficiência.
- horas semanais: mostra quantas horas por semana o funcionário irá trabalhar.

Com esses dados, a coluna "necessidade de funcionários" pode ser calculada, e essa estima qual percentual de funcionários deverá ser utilizado em cada processo, apenas com a demanda hoteleira, utilizando a seguinte fórmula: $\text{Quantidade}/(\text{média por hora} \times \text{eficiência} \times \text{horas semanais})$.

Tabela 7 – funcionários necessários no processo hoteleiro

Descrição	Quantidade	Qtd/hora/ funcionário	Eficiência	Real produção /hora	Horas semanais	Necessidade de funcionários
Separação	2438	215	0,8	172	42	0,34
Contagem	2438	535	0,8	428	42	0,14
Encher máquina	2438	971,6	0,8	777,28	42	0,07
Transição lav/car	2438	1963	0,8	1570,4	42	0,04
Transição car/sec	2438	1009	0,8	807,2	42	0,07
Transição sec/car	2438	900	0,8	720	42	0,08
Pré dobragem lençol	1558	120	0,8	96	42	0,39
Calandragem	1643	37,5	0,8	30	42	1,30
Passadoria Ferro	0	9	0,8	7,2	42	0,00
Dobragem toalha	762	96,3	0,6	57,78	42	0,31
Empacotamento	2438	2030	0,6	1218	42	0,05

Fonte: pesquisa direta 2021

Com a análise da tabela, podemos colocar 1 funcionário com as funções que vão da separação até a transição da secadora para o carrinho, dois funcionários para o processo de pré dobragem de lençol e calandragem e 1 funcionário para o processo de dobragem e empacotamento.

4.2.2 Demanda hospitalar

A demanda hospitalar utilizada para se dar continuidade ao projeto foi obtida através de consulta a um hospital de grande escala situado na cidade de Varginha. A demanda média desse foi estimada em 23.000 quilogramas mensais, conforme dados fornecidos pelos responsáveis pela lavanderia do hospital.

A separação da roupa por classificação dos agentes biológicos já ocorre dentro do próprio hospital, essa separação leva em conta o risco que cada peça apresenta ao trabalhador. Feito isso a lavanderia já poderá buscar o enxoval

Consultando dados do hospital e complementando com estimativas encontradas em artigos do ministério da saúde, foi obtido a quantidade percentual de peças lavadas. Com isso foram feitas tabelas semelhantes as desenvolvidas para calcular o percentual de cada processo em hotéis, porém agora utilizando dados do hospital. A tabela 8 e a tabela 9 representam os percentuais desses processos.

Tabela 8 – percentual de roupas lavadas para hospital

Máquina/processo					Percentual	KG por semana
Peça	Lavadora	Secadora	Calandra	Ferro		
Lençol	x	x	x		63%	3623
Fronha	x	x	x		7%	403
Felpudos	x	x			25%	1438
Roupa cirúrgica	x	x		x	5%	288

Fonte: pesquisa direta 2021

Tabela 9 – processos hospitalares

	Lençol	Fronha	Toalhas	enxoval cirúrgico	
Separação	x	x	x	x	100%
Contagem	x	x	x	x	100%
Encher máquina	x	x	x	x	100%
Transição lav/car	x	x	x	x	100%
Transição car/sec	x	x	x	x	100%
Transição sec/car	x	x	x	x	100%
pré dobragem lençol	x				63%
Calandragem	x	x			70%
Passadoria Ferro				x	5%
Dobragem felpudos			x		25%
Empacotamento	x	x	x	x	100%

Fonte: pesquisa direta 2021

Obtendo-se então o percentual de roupas que passará por cada processo utilizou-se os mesmos processos já feitos anteriormente para gerar o tempo e necessidades de máquinas que serão utilizados para cumprir a demanda hospitalar, conforme a tabela 10

Tabela 10 – utilização das máquinas no processo hospitalar

Máquina	Quantidade	Médio por hora	Eficiência	Horas Semanais	Utilização
Lavadora	5750	90	0,8	84	0,951
Secadora	5750	150	0,8	84	0,570
Calandra	4025	75	0,8	84	0,799

Fonte: pesquisa direta 2021

Os cálculos de máquinas foram feitos separadamente para a lavadora, pois as lavadoras atuais da lavanderia não podem ser utilizadas para o processo hospitalar, devido a

não possuírem barreira, conforme a tabela 10 nota-se que uma máquina de 90 kg seria suficiente para cumprir com a demanda hospitalar, porém de maneira muito limitada, como a demanda tem um alto índice de variação foi optado por montar o projeto com duas lavadoras de 60 kg.

Para a secadora foi somado a demanda dos processos hospitalar e hoteleiro, sendo assim totalizou-se uma utilização de 81,5% das secadoras (121,84kg por hora), capacidade essa que a atual quantidade de secadoras da lavanderia já é capaz de cumprir. Pois possui uma secadora de 90 kg e duas de 30 kg.

Com relação a calandra a utilização deu 112%, como essa tem a capacidade de 75 kg por hora calcula-se a necessidade de passar aproximadamente 84 kg de roupas por hora. A calandra industrial de um rolo possui a capacidade de passar em média 20kg por hora conforme dados do fornecedor, portanto faz se necessário a utilização de ambas as calandras para conseguir cumprir com a nova demanda planejada.

Para as demandas de funcionários os cálculos estão dispostos na tabela 11.

Tabela 11 – funcionários necessários no processo hospitalar

Descrição	Quantidade	qtd/hora /funcionário	eficiência	Real produção /hora	Horas semanais	Necessidade de funcionários
Separação	5750	215	0,8	172	42	0,80
Contagem	5750	535	0,8	428	42	0,32
Encher máquina	5750	971,6	0,8	777,28	42	0,18
Transição lav/car	5750	1963	0,8	1570,4	42	0,09
Transição car/sec	5750	1009	0,8	807,2	42	0,17
Transição sec/car	5750	900	0,8	720	42	0,19
pré dobragem lençol	3622,5	120	0,8	96	42	0,90
Calandragem	4025	37,5	0,8	30	42	3,19
Passadoria Ferro	287,5	9	0,8	7,2	42	0,95
Dobragem toalha	1437,5	96,3	0,6	57,78	42	0,59
Empacotamento	5750	2030	0,6	1218	42	0,11

Fonte: pesquisa direta 2021

Por motivos de segurança é recomendável que o funcionário da área contaminada não tenha contato com as outras etapas do processo. Portanto, somando-se os tempos relativos das necessidade de funcionários hospitalar e hoteleira, obtidas nas tabelas 7 e 11 foi obtida a necessidade final de funcionários, , conforme a tabela 12.

Tabela 12 – Necessidade total de funcionários por tarefa

Tarefa	quantidade
Separação hospital	0,80
Contagem hospital	0,32
Encher maquina hospital	0,18
Separação hotel	0,34
Contagem hotel	0,14
Encher máquina hotel	0,07
Transição lav/car	0,12
Transição car/sec	0,24
Transição sec/car	0,27
pré dobragem lençol	1,28
Calandragem	4,50
Passadoria Ferro	0,95
Dobragem toalha	0,91
Empacotamento	0,16

Fonte: pesquisa direta 2021

Portanto nossa demanda final por funcionários dentro da empresa será:

- 2 funcionários na área contaminada;
- 1 Responsável desde a separação de roupas hoteleiras até a transição de roupas do carrinho para a secadora;
- 2 funcionários responsáveis por tirar a roupa da secadora e realizar a pré dobragem dos lençóis;
- 5 funcionários para calandragem dos lençóis;
- 1 Passador de roupas no ferro;
- 1 dobrador;
- 1 empacotador.

Totalizando assim a necessidade de 13 funcionários além dos responsáveis pelas roupas domiciliares.

4.2.3 Investimentos

para ambos os cenários que serão aprofundados nos capítulos seguintes será feita a compra de duas lavadoras extratoras hospitalares de 60kg, cada uma com o custo de R\$ 80.500,00.

Além disso deve se levar em consideração um aumento de despesa, tendo 8 funcionários a mais na parte de produção, visto que apenas com a demanda hoteleira são necessários 4 funcionários.

Muitos outros custos variáveis da empresa também aumentariam, dando um foco especial para gastos com produtos, energia, água e gás, porém esses não serão detalhados por motivo de serem informações sigilosas da empresa, além de não ser o foco principal do trabalho.

Para o cenário de adaptação da lavanderia os principais custos estão ligados a alteração das instalações elétricas e hidráulicas da empresa, tendo em vista que os maquinários não permanecerão no local que estavam anteriormente. Além disso seria necessário fazer uma barreira na área contaminada.

Para o cenário de construir uma nova lavanderia os custos serão muito maiores, tendo em vista que contempla toda a construção do galpão, esses valores serão mais aprofundados no capítulo específico do projeto de uma nova lavanderia.

4.3 adaptação da lavanderia existente

Para a nova lavanderia, o principal desafio, ligado ao *layout*, é montar uma área de barreira, afim de ficar de acordo com a legislação vigente. Além da elaboração de um *layout* que pudesse atender as necessidades da lavanderia hospitalar, alguns outros fatores levados em consideração foram:

- fluxo contínuo de roupas;
- quantidade de máquinas capaz de atender a demanda;
- pequena distância entre um processo e seu sucessor;
- utilização de barreira física para área contaminada.

As figuras 8 e 9 mostram o resultado obtido no desenvolvimento do *layout*.

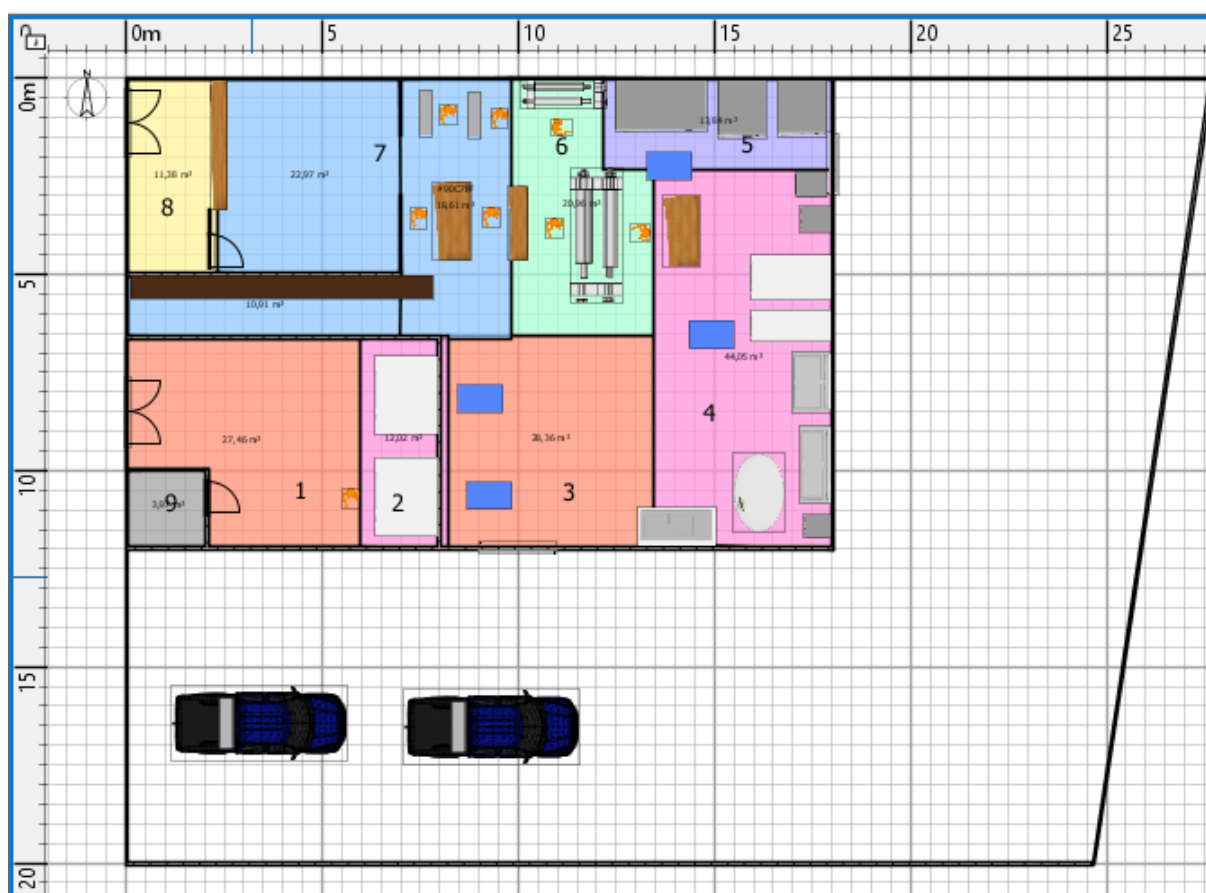
Para melhor compreensão do que cada área da 8 representa cada área foi pintada de cor diferente e demarcada com um número, a tabela 13 mostra a área de quais atividades cada número se refere.

Tabela 13 – Relação número e área lavanderia hospitalar

Número	Área
1	Separação de roupa hospitalar
2	Lavagem de roupa hospitalar
3	Separação de roupa hoteleira
4	Lavagem de roupa hoteleira
5	Secagem
6	Calandragem
7	Dobragem e armazenagem
8	Recepção
9	Banheiro área contaminada

Fonte: pesquisa direta 2021

Figura 8 – Adaptação 2D.



Fonte: pesquisa direta 2021

Figura 9 – Adaptação 3D.



Fonte: pesquisa direta 2021

Dos principais custos de um projeto de adaptação para esse *layout* temos:

- construção de paredes para cercar a área contaminada;
- Construir bases no chão para as 2 lavadoras extratoras;
- Construir bases no chão para as 2 lavadoras hospitalares;
- reinstalação elétrica de lavadoras, secadoras e calandras;
- reinstalação hidráulica de lavadoras.
- construir banheiro na área contaminada

Em agosto de 2021, segundo o Sinapi (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) o valor da construção do metro quadrado era de R\$ 1.463,11/metro quadrado, sendo assim para 30 metros quadrados da área suja o preço ficaria em R\$ 43.893,30. Com relação as portas da recepção é um serviço relativamente simples de baixo custo.

Os valores das bases no chão para lavadoras extratoras são calculados tendo como referência os valores das bases anteriormente construídas. A base para lavadora de 60 kg custou R\$ 2.500, já para a lavadora de 30 kg o valor foi R\$ 1.800. Somando os custos de 3 lavadoras de 60 kg, com uma de 30 kg, temos um total de R\$ 9.300 para construir as bases das lavadoras.

A reinstalação elétrica fica com valor médio de R\$ 50 reais o metro quadrado, como seria aplicado para todo galpão interno, com aproximadamente 200 metros quadrados, foi estipulado o valor da reinstalação elétrica em R\$ 10.000.

Já a reinstalação hidráulica segundo orçamentos encontrados fica entre R\$ 40 e R\$ 60 o metro linear, da tubulação, para efeitos de cálculos será utilizado o valor de 50 reais o metro. Pelo projeto, até a área de lavagem hoteleira será necessário puxar quatro tubulações de 13 metros, já até a área de lavagem hospitalar, duas tubulações de 26 metros, totalizando 104 metros e um valor de R\$ 5200.

Para levantar as paredes do banheiro estima-se um custo próximo a R\$ 2.500,00 e mais R\$ 3.500,00 para instalações, totalizando 6 mil reais.

Somando então os principais gastos específicos desse novo projeto obtém-se um total de R\$ 74.393,00, somando ao investimento da compra de duas lavadoras extratoras, o custo final do projeto fica em R\$ 235.393,00

Algumas das principais vantagens do projeto de adaptação da lavanderia no atual local são:

- Proximidade com os clientes;
- projeto de menor investimento;
- *layout* tipo "U";
- permitir lavagem de roupas hospitalares.

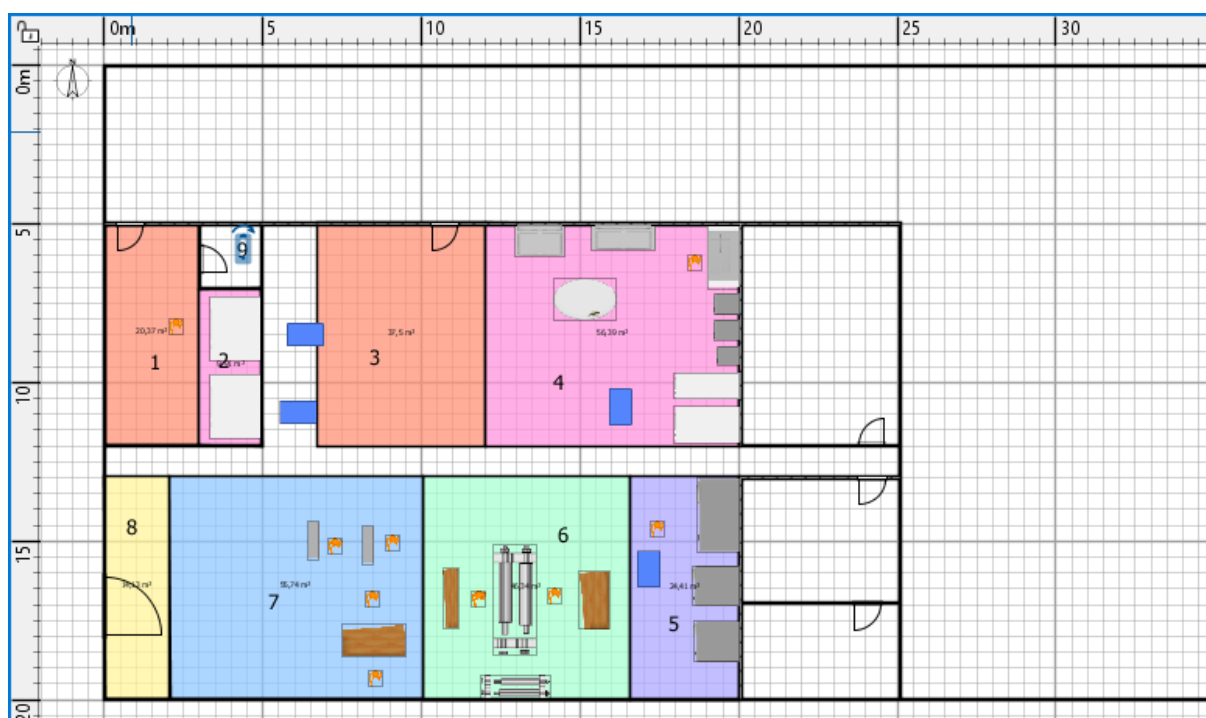
Já as desvantagens são:

- espaços apertados para realizar tarefas;
- difícil rearranjo;
- pouco espaço para armazenagem de roupas.

4.4 Projeto de uma nova lavanderia

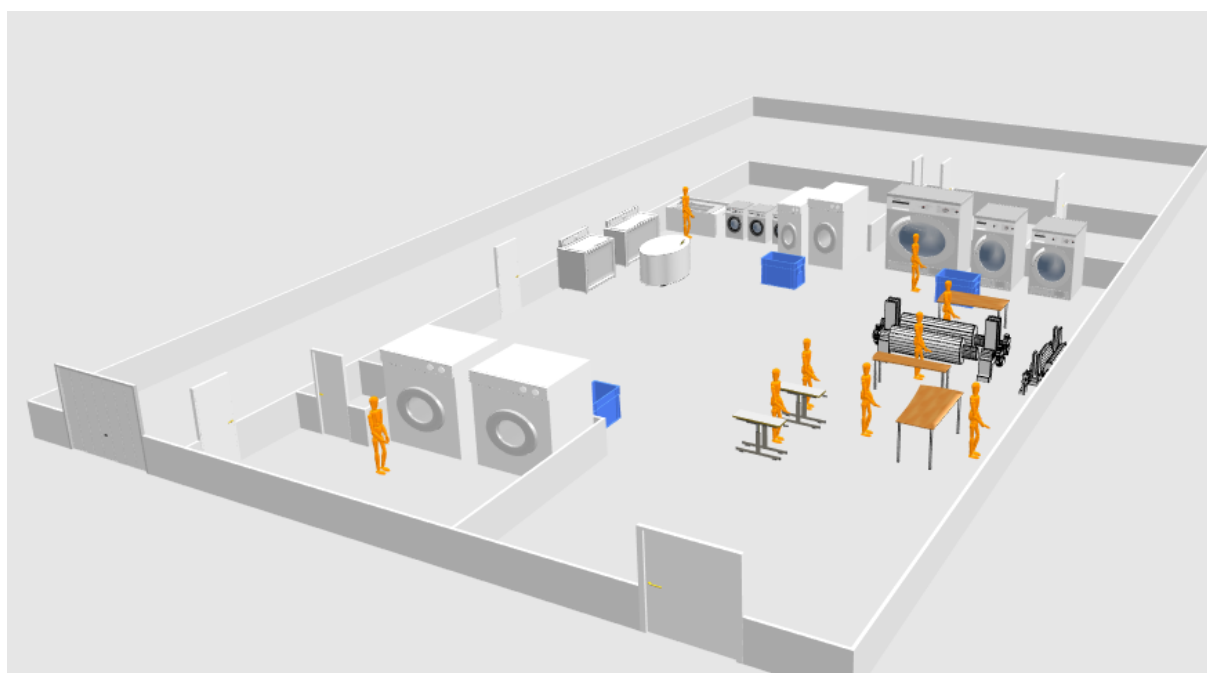
Para se planejar o novo espaço da lavanderia foi considerado um espaço maior, que permita uma expansão futura e um fluxo contínuo das roupas pelo espaço. O *layout* pode ser observado na Figura 10 e Figura 11. O local referente a cada numeração segue os mesmos padrões da 13

Figura 10 – Novo local 2D.



Fonte: pesquisa direta 2021

Figura 11 – Novo local 3D.



Fonte: pesquisa direta 2021

Devido a possibilidade de se obter um terreno entrando com recurso na prefeitura, os custos de aquisição desse não serão calculados no projeto, portanto os principais gastos serão:

- Construção do espaço;
- projeto elétrico;
- instalações hidráulicas;
- bases no chão para lavadoras.

O projeto conta com um total de 700 metros quadrados, mantendo a média do preço da construção civil em R\$1463 temos um custo de R\$ 1.024.177,00 de investimento somente para a construção da empresa.

O projeto elétrico fica em média 50 reais o metro quadrado, para efeito dos cálculos será considerada a área interna da lavanderia, de 375 metros quadrados, totalizando um custo de R\$ 18.750,00.

As instalações hidráulicas serão duas tubulações de 35 metros e quatro de 20 metros, totalizando 150 metros e um custo de R\$ 7.500,00

Já as bases no chão para lavadoras continuarão sendo 4 bases e um custo total de R\$ 9.300 reais.

Os custos específicos para o novo local portanto totalizam R\$ 1.059.727,00, somando os custos de compra das lavadoras hospitalares, obtem-se um custo total do projeto de R\$ 1.220.727,00.

Algumas das principais vantagens do projeto de lavanderia em um novo local são:

- *Layout* tipo "U";
- fluxo contínuo de roupas;
- espaço bom para movimentação e possível expansão de demanda;
- maior espaço de armazenagem.

Já as desvantagens são:

- alto custo de construção;
- distância do centro da cidade e dos clientes;
- projeto de longo prazo.

4.5 Avaliação e seleção

Conforme o modelo proposto por Tompkins et al. (2013), o primeiro passo para avaliação e seleção do local foi listar os aspectos positivos e negativos de cada alternativa, como próximo passo então são determinados alguns critérios considerados importantes e atribuído um peso a cada um deles, tarefa realizada juntamente ao proprietário da empresa, são eles:

- Custo total do projeto;
- Custo de manuseio das roupas;
- possibilidade de expansão;
- proximidade ao cliente;
- fácil armazenamento.

Tais critérios foram avaliados para cada alternativa seguindo um horizonte de planejamento de 10 anos. A atribuição das notas foi feita levando em consideração os orçamentos feitos do projeto e também a opinião do proprietário. A tabela 14 mostra o peso de cada um dos critérios definidos, a nota atribuída a cada projeto possível e por fim a nota ponderada para cada um dos projetos.

Tabela 14 – Avaliação dos projetos

Projeto	Custo de projeto	Manuseio das roupas	Possibilidade de expansão	Proximidade ao cliente	Armazenamento e picking	rearranjo fácil	facilidade de supervisão	Total
Peso	25%	10%	30%	15%	5%	10%	5%	100%
Nada	10	7	1	9	3	5	5	5,75
Adaptação	7	9	4	9	5	5	7	6,3
Construção	1	9	10	4	8	7	10	6,35

fonte: pesquisa direta 2022

Com análise da tabela foi possível notar que a melhor opção com base nas médias ponderadas foi a de construir uma lavanderia em um novo local, para validação do mesmo foram feitas algumas simulações dos dois modelos de fábrica em funcionamento com o auxílio do *software* JaamSim.

4.6 Simulação

Para dar início ao projeto de simulação da fábrica foram plotadas as chegadas de entidade, divididas em 8 tipos de peças, sendo 4 por cada entrada da lavanderia, na área hospitalar tem-se a chegada de lençol hospitalar, fronha hospitalar, tecidos felpudos e enxoval cirúrgico. Já na área hoteleira, as peças são: lençol, fronha, toalha de banho e

toalha de piso ou rosto. A quantidade de chegada de cada tipo de entidade está disponível na tabela 8 para roupa hospitalar e tabela 4 para roupa hoteleira

Após a chegada, ambas as entidades passam pelo processo de separação, na área hospitalar o recurso utilizado é o funcionário de área contaminada, já na hoteleira pode-se utilizar um funcionário de qualquer parte da lavanderia, então o recurso utilizado recebe o nome funcionário geral, que é o mesmo recurso que os demais processadores de entidade da simulação receberão. No processo o mesmo funcionário que faz a separação, também conta e coloca as roupas nas lavadoras, sendo assim na simulação o processador de entidade com nome separador recebe os tempos de separação, contagem e encher máquina, totalizando um tempo total de aproximadamente 34 segundos por peça.

Para melhor compreensão de qual processador de entidade faz referência a qual processo da lavanderia e o tempo de serviço relacionado a cada processador de entidade foi construída a tabela 15.

O tempo em segundos de cada processo foi obtido cronometrando e tempo de cada processo na lavanderia, assim como nas tabelas 7 e 11 foram calculadas a produtividade por hora dos funcionários em cada processo, para se obter o tempo em segundos de cada um desses, bastou dividir 3600 pela real produtividade por hora.

Tabela 15 – Dados utilizados para simulação

Nome do processo no <i>JaamSim</i>	Processo	Tempo em segundos
Separação	Separação	20,9302
	Contagem	8,4112
	Encher máquina	4,6315
Transições	Transição lav/car	2,2924
	Transição car/sec	4,4599
	Transição sec/car	5,0000
PreDobragem	Pré dobragem lençol	37,5000
Calandra	Calandragem	50,0000
Calandra2	Calandragem	180,0000
FerroDePassar	Passadoria Ferro	500,0000
Dobragem	Dobragem toalha	62,3053
Empacotamento	Empacotamento	2,9557
LavadoraHospitalar	Lavagem	3600
LavadoraIndustrial	Lavagem	3600
Secadora1	Secagem	2400
Secadora2	Secagem	1800
Secadora3	Secagem	1800

fonte: pesquisa direta 2021

Após os processos de separação as peças são agrupadas e colocadas nas lavadoras, para agrupar as peças foi utilizado um processo chamado “*Branch*” para escolher em qual fila

a peça entra, e um “*Pack*” para juntar as peças em grupos de 60, que é a capacidade das lavadoras hospitalares, tal processo leva 1 hora

Na área hoteleira as máquinas tem capacidades diferentes então as peças foram agrupadas em grupos de 30 para entrarem na lavadora menor, caso ela estiver cheia as peças passam por um processo de agrupar em 60 e são colocadas na máquina grande. Para manter fidelidade ao processo real nessa segunda etapa de empacotar não são colocados tempos, visto que foi apenas um recurso utilizado para manter as capacidades das máquinas diferentes.

Após finalizar o processo de lavagem as roupas hoteleiras e hospitalares podem se juntar em uma fila para a secagem, uma vez que as roupas hospitalares já não estão mais contaminadas. Para simular essa etapa do processo as roupas são agrupadas em pacotes de 30 nas secadoras 2 e 3 ou em um pacote de 90 para ir a secadora 1. Nessa etapa do processo algumas roupas podem ser misturadas, por tanto é colocado um “*Branch*” que separa as peças em dois tipos, lençol, fronha e cirúrgico, que devem ser secados até terem cerca de 15% de umidade e tecidos felpudos que podem ser completamente secos. Os processos para secadoras de 30 kg (secadora2 e secadora3), levam em torno de 30 minutos, já o processo na secadora de 90 kg, aproximadamente 40 minutos. Após isso foi colocado um “*EntityProcessor*” com a finalidade de atribuir os tempos de transição entre carrinhos e maquinários a um recurso.

A próxima etapa do processo compreende separar as roupas, sendo que lençol ou fronha vão para o processo de pré dobragem e calandra, enxoval cirúrgico para ser passado no ferro e toalhas vão para a dobragem. Na simulação é utilizado “*Unpack*” para desagrupar as peças e um “*Branch*”, afim de definir para qual etapa as roupas vão, após isso todas as peças passam por seus respectivos processadores de entidade e finalmente vão para o processo de empacotamento. Na tabela 15 é possível ver o tempo em segundos de cada uma dessas etapas.

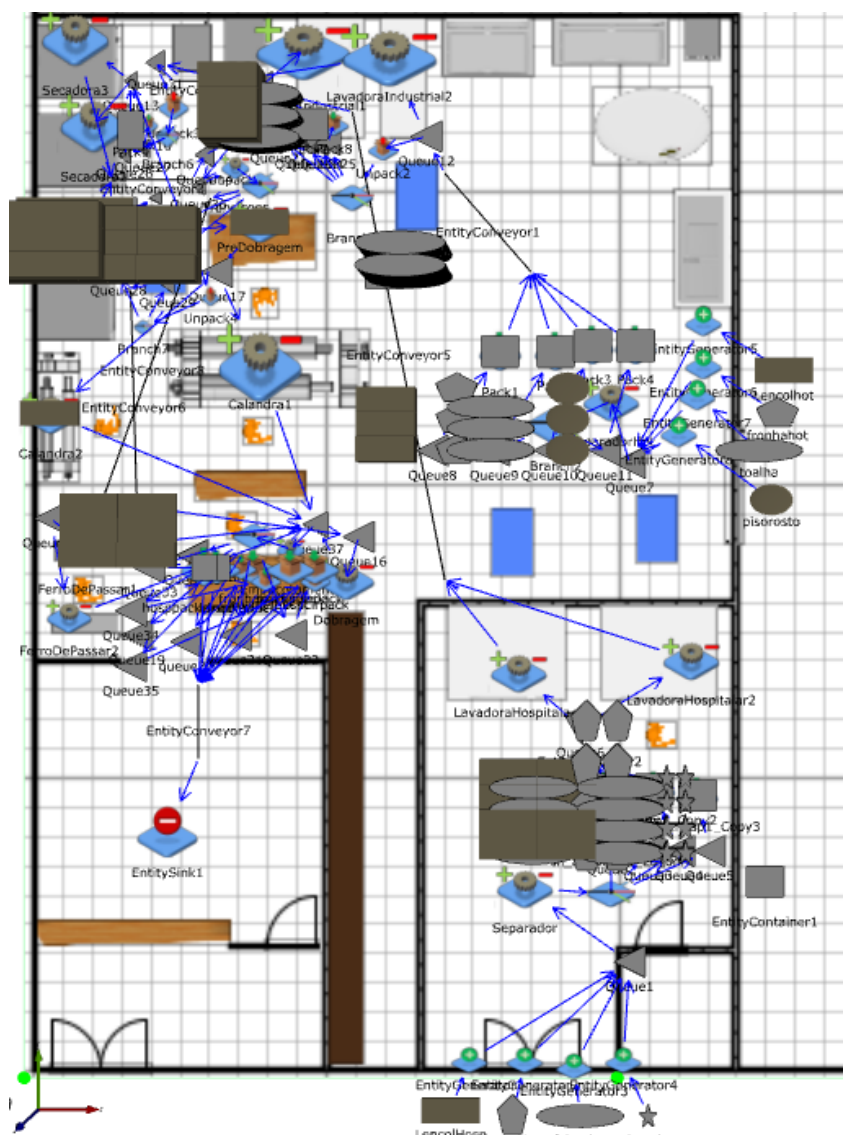
O único processo que necessita obrigatoriamente de mais de um funcionário é o da calandra1, devido a isso, mesmo sua produção por hora, por funcionário, sendo 36 (100 segundos por kg), seu tempo de serviço é de 50 segundos por kg, e o número de unidades do recurso funcionário geral é setado como 2 no processo.

No processo de empacotamento, independente da entidade, a média é de 3 segundos por kg, porém cada entidade de chegada é empacotada separadamente, por tanto na simulação foi criado um “*entityprocessor*” para atribuir o tempo do empacotamento ao recurso funcionário geral e um “*Branch*” para separar as roupas em 8 filas diferentes, sendo cada uma delas referente a uma entidade, assim elas são empacotadas e o processo é encerrado.

Após concluir a simulação de todo o processo cada “*process flow*” utilizado foi colocado dentro de cada um dos *layouts* e assim realizada uma simulação de como ficaria a disposição das peças em cada um dos cenários projetados, tal disposição pode ser vista

conforme a tabela 12 para a adaptação da lavanderia e tabela 13 para o projeto em um novo local. Tais projetos podem ser encontrados na íntegra, pelo repositório do github <https://github.com/matheus-marden/monografia>

Figura 12 – Simulação em local adaptado.



Fonte: pesquisa direta 2022

5 Conclusões e considerações finais

A fim de contribuir para futuros projetos de *layout* no setor de serviços, de potencial crescimento, este estudo realiza na prática o projeto de uma lavanderia hospitalar e extrai aprendizados do mesmo através de uma pesquisa-ação. O projeto contempla desde o mapeamento do processo atual, até a simulação de diferentes cenários para o funcionamento da lavanderia.

Tendo isso em vista, pode-se dizer que o objetivo de projetar a lavanderia hospitalar foi alcançado, houve uma comparação entre os *layouts* de adaptação e de criação de lavanderia. Além disso os objetivos específicos de criar dois projetos de fábrica e verificar a viabilidade de cada um destes, também foram realizados, tendo como resultado de alternativa mais viável a opção: criação de instalação.

Para desenvolvimento dos projetos foram utilizados dois softwares, ambos de custo zero e código aberto, sendo eles o *sweet home 3d* e *jaamsim*. Com o primeiro foi possível fazer uma planta da lavanderia com bastante detalhes e uma imagem mais nítida, já o *jaamsim* foi utilizado principalmente para simular toda movimentação de peças na lavanderia ao longo do dia. Unindo o resultado de ambos os softwares foi possível verificar uma simulação de toda movimentação de peças de roupas na lavanderia ao longo de um determinado período.

Um dos principais desafios para desenvolvimento desse trabalho foi aplicar o projeto de fábrica para o setor de serviços, tendo em vista que a maior parte do material encontrado levava como base o setor secundário da economia. A grande variedade de possibilidades para o setor leva a algumas limitações no trabalho, como não estudar a chegada de roupas domiciliares e variação de demanda para hospitais e hotéis ao longo do tempo.

Contudo, apesar das limitações entende-se que houve contribuições para a empresa, por estudar a detalhadamente os tempos do processo produtivo e elaborar um projeto que, caso realizado trará significativo crescimento a lavanderia. Para literatura da área estudada, o trabalho tem relevância uma vez que a aplicação de projeto de *layout* no setor de serviços é uma assunto ainda pouco abordado e este traz todo o procedimento realizado para o melhor dimensionamento do projeto de lavanderia hospitalar.

O trabalho pode ser considerado inovador quanto à aplicação, uma vez que projeta a fábrica de um setor em crescimento. Por fim, ele também contribui para futuras implantações não só de projeto de *layout*, mas também relacionados a produtividade de lavanderias, uma vez que todo o processo produtivo é detalhadamente exposto e analisado dentro da empresa.

Como perspectiva futuras almeja-se de fato construir o *layout* ideal projetado, e para futuros trabalhos projetar novas necessidades de demanda, simulação com novos clientes de demanda semelhante ou maior ao hospital estudado e compra de novas máquinas.

Referências

- ABNT, A. B. de N. T. Nr 32: Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde. 2019.
- AHLFELDT, T. P. A. e R. *Organização de sistemas produtivos*. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2014.
- ANEL. *Associação Nacional das Empresas de Lavanderia*. 2018. Acessado em: 1 de março de 2021. Disponível em: <<http://anel.com.br/>>.
- BATTESINI, M. *Projeto e leiaute de instalações produtivas*. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2016.
- BRAATZ, D.; ROCHA, R.; GEMMA, S. *ENGENHARIA DO TRABALHO Saúde, Segurança, Ergonomia e Projeto*. 1. ed. Campinas: Ex-Libris Comunicação Integrada, 2021.
- BRASIL. Ministério da saúde. manual de lavanderia hospitalar. *Centro de Documentação do Ministério da Saúde*, v. 1, n. 1, p. 1–45, 1986.
- CAMPOS, V. F. *TQC controle da qualidade total*. 8. ed. Belo Horizonte: Edgard Blucher, 1999.
- FILHO, T. F. M. Osvaldo de L. A importância do layout para o aumento da produtividade. *Ling. Acadêmica, Batatais*, v. 7, n. 2, p. 33–34, 2017.
- GREGÓRIO, G. F. P.; LOZADA, G. *Simulação de sistemas produtivos*. São Paulo: Grupo A, 2019.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. *Introdução à Pesquisa Operacional*. São Paulo: Grupo A, 2013.
- MILTENBURG, J. Balancing u-lines in a multiple u-line facility. *European Journal of Operational Research*, v. 1, n. 1, p. 1–23, 1998.
- NEUMANN, C.; SCALICE, R. K. *Projeto de Fábrica e Layout*. 1. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2015.
- PAZ, C. M. D. Ergonomia em ambientes hospitalares: Diretrizes para a concepção de cozinhas e lavanderias baseado em um estudo de caso. *Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação*, v. 1, n. 1, p. 1–188, 2015.
- RAMOS, D. S. et al. Aplicação da análise ergonômica do trabalho em uma lavanderia. *I ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, v. 1, n. 1, p. 1–14, 2011.
- SANTOS, R. de Marchi Vieira dos et al. *Modelagem e Simulação de Processos*. Porto Alegre: Grupo A, 2022.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2020.
- SPEARMAN, W. J. H. e M. L. *A ciência da fábrica*. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2013.

TOMPKINS, J. A. et al. *Planejamento de Instalações*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

VENANZI, D.; SILVA, O. R. da. *Introdução a Engenharia de Produção*. 1. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2016.

Anexos

ANEXO A – Teste de anexo

Figura 14 – Lavadora industrial.



Figura 15 – Lavadora simples.



Figura 16 – Centrifuga.



Figura 17 – Secadora 1.



Figura 18 – Secadora 3.



Figura 19 – Calandra 1.



Figura 20 – Calandra 2.

