



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS

MÁRIO HENRIQUE SANTOS DE SOUSA

PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE
CONCENTRADO DE HEMÁCIAS SEGUNDO A ABORDAGEM LEAN
HEALTHCARE

CAMPINAS

2024

MÁRIO HENRIQUE SANTOS DE SOUSA

PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE
CONCENTRADO DE HEMÁCIAS SEGUNDO A ABORDAGEM LEAN
HEALTHCARE

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da
Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos
exigidos para a obtenção do título de Mestre em Hemoterapia, na
área de Hemoterapia.

ORIENTADOR: PROFESSORA DRA. CLAUDIA SPEGIORIN VICENTE
COORIENTADOR: PROFESSOR DR. ROBISOM DAMASCENO CALADO

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO
ALUNO MÁRIO HENRIQUE SANTOS DE SOUSA
PROF. DRA. CLÁUDIA SPEGIORIN VICENTE

CAMPINAS

2024

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
(UNICAMP) Biblioteca da Faculdade de
Ciências Médicas Ana Paula de Moraes e
Oliveira - CRB 8/8985

So85p Sousa, Mário Henrique Santos de, 1983-
Proposição de melhorias no processo de produção de concentrado de hemácias segundo a abordagem *lean healthcare* / Mário Henrique Santos de Sousa. – Campinas, SP : [s.n.], 2024.

Orientador: Claudia Spegiorin Vicente.

Coorientador: Robisom Damasceno Calado.

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Ciências Médicas.

1. Banco de sangue. 2. Remoção de componentes sanguíneos. 3. Gestão da qualidade total. 4. Produção enxuta. I. Vicente, Claudia Spegiorin, 1962--. II. Calado, Robisom Damasceno. III. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Proposal for improvements in the red blood cell concentrate production process according to the lean healthcare approach

Palavras-chave em inglês:

Blood banks

Blood component removal

Total quality management

Lean manufacturing

Área de concentração: Hemoterapia

Titulação: Mestre em Hemoterapia

Banca examinadora:

Claudia Spegiorin Vicente [Orientador]

Maria de Lourdes Barjas CastroMarina

Mendes de Oliveira

Data de defesa: 06-08-2024

Programa de Pós-Graduação: Hemoterapia

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

ORCID do autor: <https://orcid.org/0009-0005-0156-1779>

Currículo Lattes do autor: <https://lattes.cnpq.br/8042111359513232>

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE
MESTRADO/DOCTORADO**

MÁRIO HENRIQUE SANTOS DE SOUSA

ORIENTADOR: : PROFESSORA DRA. CLAUDIA SPEGIORIN VICENTE

COORIENTADOR: PROFESSOR DR. ROBISOM DAMASCENO CALADO

MEMBROS TITULARES:

1. PROF. DRA. CLAUDIA SPEGIORIN VICENTE

2. PROF. DRA MARIA DE LOURDES RIOS BARJAS DE CASTRO

3. PROF. DRA. MARINA MENDES DE OLIVEIRA

Programa de Pós-Graduação em Hemoterapia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da FCM.

Data de Defesa: 06/08/2024

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Américo e Angela, por serem meu porto seguro e acreditarem sempre em mim.

A minha esposa Izabella, pelo companheirismo e compreensão, pelo apoio que sempre me deu em meus projetos e pela força nos momentos mais difíceis.

Ao meu irmão Marcus, por sempre ser meu ombro amigo e pelas palavras de apoio.

As minhas filhas Cecília e Manuella por serem luz e inspiração na minha vida.

A minha amiga Dra Josiane, coordenadora do Hemocentro Regional de Pouso Alegre, pessoa que sempre incentiva aos colegas a se capacitarem.

A minha orientadora Dra Cláudia Spegiorin , pela paciência, disponibilidade, carinho e profissionalismo.

Ao meu coorientador Dr Robsom Damasceno pelo profissionalismo e conhecimento.

À equipe do setor de produção do Hemocentro da Unicamp, por sempre me receberem tão bem.

Todos vocês foram essenciais para que essa conquista se tornasse uma realidade.

RESUMO

Os hemocomponentes são obtidos por métodos físicos a partir da separação do Sangue Total (ST) em camadas por um processo de centrifugação diferencial. Os principais hemocomponentes são concentrado de hemácias (CH), o concentrado de plaquetas (CP); o plasma fresco congelado (PFC) e o crioprecipitado (CRIO). O gerenciamento dos estoques desses hemocomponentes é um grande desafio para os serviços de hemoterapia, uma vez que, mesmo havendo cálculos para a previsão de demanda, esta sempre sofre muitas vezes oscilações imprevisíveis. Assim, faz-se necessário, entre outras medidas, otimizar a produção dos hemocomponentes visando o melhor aproveitamento do sangue total. Para isso, buscou-se estudar a aplicabilidade de alguns dos princípios e ferramentas da metodologia Lean Healthcare (Mapa de Fluxo de Valor (MFV), Diagrama de Espaguete (DE), entre outros) no processo de produção de CH, que buscam eliminar desperdícios relacionados às atividades que não agregam valor ao produto.. O trabalho tem como objetivo geral, propor melhorias no processo de produção de CH em um hemocentro, e como objetivos específicos identificar as ferramentas Lean na saúde aplicáveis à produção de CH para a melhoria do processo, e elaborar e analisar o fluxo de valor do processo de produção de CH. Foi desenvolvido um estudo de caso, onde analisou-se a produção do concentrado de hemácias pobre em leucócitos (CH PL) e o concentrado de hemácias Standart. A coleta de dados foi feita em 2019 e 2023, e para ambos foram traçados o DE e MFV de estado atual, e o O MFV estado futuro foi elaborado apenas para o ano de 2023. Observou-se que a maioria dos problemas encontrados em 2019 se repetiu em 2023 (mão de obra insuficiente, tempo de espera desnecessário, equipamentos quebrados, entre outros). Assim, observa-se um DE estado atual praticamente igual nos dois anos estudados. Na análise do MFV, tanto para a produção do CH PL, quanto para a produção do CH S, verificou-se a redução de 10% e 18% respectivamente, nos lead times (LT), devido a redução dos tempos de espera (TE), e os tempos de ciclos (TC) se mantiveram praticamente inalterados. Quando comparado o MFV estado atual de 2023, com o seu MFV de estado futuro, percebe-se que houve uma significativa redução dos LT, de 39% (9 horas e 12 minutos) na produção do CH PL e de 46% (12 horas aproximadamente). Após a análise do MFV estado futuro, foram apresentadas 12 propostas de melhorias no processo de produção do CH no Hemocentro da UNICAMP. Por fim, conclui-se que

se o MFV for devidamente implementado, pode ocorrer significativa redução nos tempos de espera, tanto na produção do CH PL quanto do CH S devido a eliminação dos desperdícios, comprovando o potencial dessa ferramenta e a oportunidade para o Hemocentro da UNICAMP melhorar o seu processo de produção de CH.

Palavras-chave, Bancos de Sangue; Remoção de Componentes Sanguíneos;

Gestão da Qualidade Total; Produção enxuta.

ABSTRACT

Blood components are obtained using physical methods by separating Whole Blood (WB) into layers through a differential centrifugation process. The main components are red blood cell concentrate (RBC concentrate), platelet concentrate (PC), fresh frozen plasma (FFP), and cryoprecipitate (CRYO). Managing stocks of these blood components is a daunting challenge for hemotherapy services since demand often suffers from unpredictable fluctuations, even when demand is forecast through calculations. Therefore, the production of blood components must be optimized, aimed at making better use of whole blood. To this end, a study was conducted on the applicability of some of the principles and tools of the Lean Healthcare methodology (Value Flow Map (VFM), Spaghetti Diagram (SD), among others) in the RBC concentrate production process, seeking to eliminate waste related to activities that do not add value to the product. The general objective of this study was to propose improvements in the RCB concentrate production process at a blood center, and as specific objectives, identify Lean tools in healthcare applicable to its production to improve the process, and develop and analyze the value stream. A case study was developed for the purpose of analyzing the production of red blood cell concentrate poor in leukocytes (RBC PL) and Standart red blood cell concentrate (RBC S). Data was collected in 2019 and 2023, from which the current SD and VFM were drawn, and the future FVM was prepared only for 2023. It was observed that most of the problems found in 2019 were repeated in 2023 (e.g., insufficient labor, unnecessary waiting time, and broken equipment). Thus, the current SD in the two years studied is practically the same. When analyzing the FVM for the production of RBC PL and RBC S, there was a 10% and 18% reduction, respectively, in lead times (LT) due to a reduction in waiting times (WT), and the cycle times (CT) remained practically unchanged. When comparing the current VFM for 2023 with its future VFM, there was clearly a significant reduction in LT, 39% (9 hours and 12 minutes) in the production of RBC PL and 46% (approximately 12 hours). After analyzing the future VFM, twelve proposals were presented at the UNICAMP Blood Center for improvements in the RBC concentrate production process. Finally, the study concluded that if the FVM is properly implemented, there could be a significant reduction in waiting times, both in the production of CH PL and CH S, due to the elimination of waste, proving this tool's

potential and giving the UNICAMP Blood Center an opportunity to improve its RCB concentrate production process.

Keywords: Blood Banks; Blood Component Removal; Total Quality Management; Lean

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Processamento do ST colhido em bolsa dupla.....	21
FIGURA 2: Processamento do ST colhido em bolsa quádrupla top and botton	22
FIGURA 3: Pilares da casa do TPS	24
FIGURA 4: Progresso e aperfeiçoamento na utilização das ferramentas do TPS em diferentes áreas, ao longo do tempo	27
FIGURA 5: Área de entrada das caixas com bolsas de ST coletadas fora do Hemocentro.....	50
FIGURA 6: Caixas com bolsas de ST coletadas fora do Hemocentro	52
FIGURA 7: Bolsas de ST sobre a mesa de apoio, aguardando para serem cadastradas	52
FIGURA 8: Bolsas de ST aguardando o cadastro no SisGHemot.....	54
Figura 9: Local onde é feito o cadastro de bolsas de ST sistema informatizado SisGHemot.....	55
Figura 10: Bolsas de ST acondicionadas em cestos com placas de butanodiol, cadastradas aguardando o preparo para a centrifugação	57
FIGURA 11: Rolos de etiquetas pré-impresas com códigos de barras	60
FIGURA 12: Local de preparação das bolsas de ST para a centrifugação	61
FIGURA 13: Caçapas com bolsas de ST aguardando para serem colocadas nas centrífugas.....	63
FIGURA 14: Caçapas com bolsas de ST após centrifugação aguardando para serem colocadas nos aparelhos de extração de hemocomponentes.....	67
FIGURA 15: Extratores semiautomáticos de componentes sanguíneos, três do modelo Giotto (Delcon), na cor cinza com detalhes em preto, e quatro do modelo CompoMat® G5 (brancas e amarelas).....	69
FIGURA 16: Bolsas de CH após fracionamento do ST aguardando para serem armazenadas na câmara fria.....	71
FIGURA 17: Bolsas armazenadas em gaveta plástica (Bin) identificadas de acordo com o posto de coleta, e armazenadas em um espaço da câmara fria destinado à guarda de bolsas “bloqueadas temporárias”	73
FIGURA 18: CH devidamente rotulado após a liberação no SisGHemot.....	77

Figura 19: Computador 1 é mais utilizado para liberação do CH que o computador 2	78
FIGURA 20: Geladeira de bolsas para armazenamento de CH liberados	79
FIGURA 21: Área destinada ao armazenamento de CH liberados dentro da câmara fria	81
FIGURA 22: DE ilustrando o movimento do ST e do CH dentro do setor de produção, em 2019	82
FIGURA 23: DE ilustrando o movimento do ST e do CH dentro do setor de produção, em 2023	83
FIGURA 24: Diagrama de espaguete estado futuro ilustrando o movimento do ST e do CH dentro do setor de produção	85
FIGURA 25: MFV estado atual, ano de 2019	87
Figura 26: MFV estado atual, ano de 2023	88
FIGURA 27: Mapa de Fluxo de Valor estado atual com rajadas de kaizen evidenciando as oportunidades de melhoria	91

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 Principais indicações para uso dos hemocomponentes	23
QUADRO 2: Principais diferenças entre o modelo de manufatura convencional e a manufatura enxuta	28
QUADRO 3: Os cinco princípios do Lean Thinking	29
QUADRO 4: Tradução e definição de cada palavra da ferramenta 5W1H.....	34
QUADRO 5: Símbolos padronizados para a confecção do Mapa do Fluxo de Valor	37
QUADRO 6: Descrição e objetivos de métricas da produção enxuta.....	39
QUADRO 7: Exemplo de adaptação dos conceitos de desperdício segundo a TPS para o Lean Healthcare	41
QUADRO 8: Etapas analisadas para a elaboração do Mapa de Fluxo de Valor em 2019 e em 2023	49
QUADRO 9: Tempo de espera estimado para iniciar o desmonte da caixa com ST das coletas externas	51
QUADRO 10: Tempos de ciclos estimados relativos à atividade de desmonte de caixas com bolsas de ST coletadas fora do Hemocentro.....	53
QUADRO 11: Tempos de esperas estimados das bolsas de ST aguardando o cadastro	54
QUADRO 12: Tempos de ciclos estimados relativos à etapa de cadastro de bolsas de ST no SisGHemot	56
QUADRO 13: Tempo de espera estimado das bolsas de ST desde o cadastro até o início do preparo para a centrifugação	58
QUADRO 14: Sequência das etapas de preparação das bolsas de ST para serem centrifugadas.....	59
QUADRO 15: Tempos de ciclos estimados relativos à fase de preparação do ST para a centrifugação.....	62
QUADRO 16: Tempo de espera estimado que as bolsas de ST ficam aguardando para iniciar a centrifugação	64
QUADRO 17: Tempos de ciclos estimados relativos à fase centrifugação de acordo com o tipo de bolsa	66
QUADRO 18: Tempo de espera estimado das bolsas de ST para iniciarem o processo de fracionamento após centrifugação	68

QUADRO 19: Tempos de ciclos estimados da extração de hemocomponentes de acordo com o tipo de bolsa utilizada	70
QUADRO 20: Tempos de esperas estimados das bolsas de CH entre a finalização da extração até o armazenamento na câmara fria a 4°C	72
QUADRO 21: Tempos de ciclos estimados para armazenar bolsas de CH bloqueadas	74
QUADRO 22: Tempo de espera estimado de permanência do CH na câmara fria a 4°C aguardando o resultado dos testes laboratoriais	75
QUADRO 23: Tempos de ciclos estimados para a liberação de bolsas de CH bloqueadas temporário.....	78
QUADRO 24: Tempos de ciclos estimados para armazenamento dos CH liberados, na geladeira de bolsas destinada a esse fim.....	80
QUADRO 25: Tempos de ciclos estimados para armazenamento das bolsas CH liberadas excedentes e CH fenotipadas na câmara fria a 4°C	81
QUADRO 26: Problemas identificados no fluxo de processamento de bolsas de ST	89
QUADRO 27: Comparação de tempos estimados no MFV do estado atual de 2019 e 2023	90
QUADRO 28: Tempos estimados no MFV estado futuro do ano de 2023	92
QUADRO 29: Sugestões de melhorias no fluxo de valor da produção do CH	93

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: comparação entre LTs dos MFV atuais de 2019 e 2023 tanto do CH PL quanto do CH S.....	99
GRÁFICO 2: Comparação entre as proporções de TC e TE no tempo total de produção (LT) do CH PL e CH S.....	100
GRÁFICO 3: Comparação entre os TEs na produção do CH PL (TE1)e CH S (TE2) no MFV de estado atual e futuro	103
GRÁFICO 4: Variações no TC no MFV estado atual e no estado futuro.....	105
GRÁFICO 5: Variações do LT no MFV estado atual e no estado futuro	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)

Buffy Coat (BC)

Business Value-Added Activities - atividades de valor agregado de negócios - (BNVA)

Concentrado de hemácias (CH)

Concentrado de hemácias pobre em leucócitos CH PL

Concentrado de hemácias standard (CH S)

Concentrado de plaquetas (CP)

Crioprecipitado (CRIO)

Diagrama de espaguete (DE)

International Society of Blood Transfusion - Sociedade Internacional de Transfusão de Sangue – (ISBT)

Lead Time – Tempo de Espera Total (LT)

Mapa do Fluxo de Valor (MFV)

Nucleic Acid Test – Teste de Ácido Nucleioco (NAT)

Non-Value Added Activities - atividades sem valor agregado - (NVA)

Organização Mundial da Saúde (OMS)

Plasma fresco congelado (PFC)

Sangue Total (ST)

Secretarias Estaduais de Saúde (SES)

Sistema de Gestão de Hemoterapia (SisGHemot)

Sistema Toyota de Produção (TPS)

Tempo de ciclo (TC)

Tempo de espera (TE)

Value-Added Activities - atividades de valor agregado - (VA)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 Processamento de bolsas de ST	20
1.1.1 Processamento do ST para produção de hemocomponentes.....	20
1.2 Sistema Toyota de Produção (TPS).....	24
1.2.1 Os sete desperdícios da TPS	25
1.2.2 A evolução dos conceitos do TPS	27
1.3 Lean Manufacturing.....	27
1.4 Lean Thinking.....	28
1.4.1 Ferramentas do Lean	30
1.5 Lean Healthcare	40
1.6 Relevância do trabalho.....	42
2. OBJETIVOS	44
2.1 Objetivo geral	44
2.2 Objetivos específicos	44
3. METODOLOGIA.....	45
3.1 Classificação metodológica	45
3.2 Fases da pesquisa	45
3.2.1 Revisão bibliográfica	45
3.2.2 Local do estudo	45
3.2.3 Objeto de estudo	46
3.2.4 Coleta de dados	46
4. ESTUDO DE CASO	49
4.1 Processo	49
4.1.1 Entrada de bolsas de ST no processamento.....	49
4.1.2 Cadastro das bolsas de ST no sistema informatizado	54
4.1.3 Preparação das bolsas de ST para a centrifugação.....	58
4.1.4 Centrifugação	64
4.1.5 Extração do CH S e CH PL	68
4.1.6 Armazenamento do CH S e CH PL bloqueados temporários na câmara fria ...	72
4.1.7 Liberação do CH bloqueado temporário.....	76

4.1.8 Armazenamento do CH liberado	79
4.2 Estudo de melhorias.....	82
4.2.1 Desenho do Diagrama de Espaguete (DE) atual	82
4.2.2 Desenho do Diagrama de Espaguete estado futuro.....	84
4.2.3 Elaboração dos mapas de fluxo de valor estado atual	86
4.2.4 Elaboração do mapa de fluxo de valor estado futuro	90
5. DISCUSSÃO	94
6. CONCLUSÃO.....	108
7. REFERÊNCIAS.....	110

1. INTRODUÇÃO

Devido à relevância das transfusões sanguíneas para a assistência à saúde, os hemocomponentes, que são partes do sangue total (ST) – hemácias, plaquetas, plasma, entre outros – obtidas através de processos físicos – centrifugação, congelamento –, foram adicionados à lista de medicamentos essenciais da Organização Mundial da Saúde (OMS) (1).

Mesmo fazendo parte da referida lista, em muitos países, principalmente os de baixa renda, há estoques insuficientes de hemocomponentes, o que compromete o fornecimento deles para a rede de saúde. Os grupos vulneráveis, como mulheres em pós-parto, pacientes hemoterápicos – falciforme, aplasia de medula, entre outros –, são os mais atingidos (2).

O gerenciamento dos estoques de sangue é um grande desafio para os serviços de hemoterapia, uma vez que, mesmo havendo cálculos para a previsão de demanda, esta sempre sofre muitas vezes oscilações imprevisíveis. O fator causal dos eventos inesperados pode ser de maior ou menor impacto. Por exemplo, a pandemia da covid-19 ocasionou uma queda abrupta nas doações de sangue, devido às restrições de quarentena impostas à população, que viveu o isolamento social e o medo de se locomover para os hemocentros. Os hemocentros tiveram que desenvolver novas estratégias de captação de doadores, a fim de tentar manter seus estoques no mínimo (3).

Em vários países, há uma grande preocupação de que ocorra uma diminuição dos níveis de estoque de sangue em médio e longo prazos. Por isso, várias iniciativas têm sido tomadas para evitar perdas e incentivar o uso mais apropriado dos eritrócitos, tais como: avanços nas técnicas e nos procedimentos cirúrgicos para minimizar sangramentos excessivos, uso de recuperação intraoperatória de células vermelhas e sangue autólogo, entre outras (4).

Ainda que avanços na medicina colaborem para uma menor utilização de eritrócitos, o sangue continua sendo um recurso escasso e finito, obtido unicamente através de doação para o qual não existe substituto. Assim, trata-se de um material muito nobre e perecível, por isso existem vários protocolos de controle de temperatura, de armazenamento, dentre outros, a fim de evitar o descarte de sangue total (ST) e de hemocomponentes (5).

Segundo Heitmiller *et al.* (6), as razões para o descarte de hemocomponentes são multifatoriais, tais como: bolsas furadas, erros no processamento, hemocomponentes lipêmicos, hemocomponentes vencidos, bolsas de plasma e de plaquetas contaminadas com hemácias etc. No Brasil, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) (7), no ano de 2018 foram produzidas 7.938.696 unidades de hemocomponentes, sendo que 2.640.486 (33,26%) das unidades produzidas foram descartadas devido aos motivos citados.

Existem, ainda, outros aspectos dificultadores que contribuem para aumentar o desafio da hemorrede brasileira ofertar e gerenciar os hemocomponentes. Entre eles, tem-se o uso de diversos modelos de gestão nos hemocentros, a inexistência de protocolos e de ações programáticas para o uso racional do sangue, a carência de Câmaras Técnicas de Assessoramento de Sangue nas Secretarias Estaduais de Saúde (SES), as dificuldades de funcionamento de sistema de análise de custos nos hemocentros, a inexistência de banco de dados nacional – rede de informação compartilhada e a hemorrede ainda não totalmente informatizada, entre outros (8).

Além disso, vale ressaltar a grande importância que a logística e a disponibilização dos produtos sanguíneos têm. Esses processos requerem muito cuidado a fim de ofertar os hemocomponentes no local certo, no tempo desejado e na quantidade requerida, pois um desabastecimento pode acarretar comprometimentos fatais à vida de pacientes. Logo, assegurar a disponibilidade do produto aos pacientes que necessitam de transfusão sanguínea é importante para o hemocentro (9).

Com isso, os responsáveis pela gestão dos serviços de hemoterapia devem sempre buscar o equilíbrio entre diferentes fatores, a saber: produtividade, escassez e perdas. Uma boa gestão deve procurar atender toda a demanda e minimizar a quantidade de bolsas de sangue que são perdidas por causa de sua vida útil curta (9).

Apesar de todas essas dificuldades, é visível que o atual estágio da hemoterapia brasileira, situada entre as melhores da América Latina, devido ao cenário político, social e cultural, resulta de um longo processo de construção, baseado no esforço coletivo, iniciado na década de 1960. Destacamos o avanço ocorrido nas décadas de 1980 e 1990, e caminhamos, neste século, para alcançar um significativo desenvolvimento técnico-científico e de prestação de serviço qualificado (8).

Diante desse cenário e em meio a tantos desafios, faz-se necessário minimizar as perdas que ocorrem no processo de produção de hemocomponentes e otimizar o uso dos recursos disponíveis, como, por exemplo, explorar a capacidade de produção de cada serviço instalado, tendo em vista a otimização da produção e a diminuição dos custos.

1.1 Processamento de bolsas de ST

O sangue total é constituído por duas frações combinadas, sendo 55% de plasma e 45% de células. O plasma é a fração líquida e é composto por água, substâncias orgânicas, minerais, moléculas, íons, proteínas, sais e outros constituintes orgânicos. As células, que estão suspensas no plasma, são os glóbulos vermelhos – hemácias ou eritrócitos –, os glóbulos brancos – leucócitos – e as plaquetas – trombócitos. Tanto o plasma quanto cada uma das células têm funções específicas e podem ser separadas para obtenção de hemocomponentes – concentrado de hemácias, plasma, plaquetas, crioprecipitado – e de hemoderivados – fatores de coagulação liofilizados.

A hemoterapia moderna orienta os tratamentos de diversas patologias utilizando-se apenas de hemocomponentes e hemoderivados para suprir as deficiências e as patologias de cada paciente, uma vez que a indicação de uso de cada um é muito específica e criteriosa. O processamento do ST para a obtenção dos diferentes componentes é feito por meio de diferentes metodologias semiautomatizadas nos laboratórios de processamento ou fracionamento dos serviços de hemoterapia.

1.1.1 Processamento do ST para produção de hemocomponentes

Os hemocomponentes são obtidos por métodos físicos a partir da separação do ST em camadas por um processo de centrifugação diferencial. Essa separação é possível em virtude das diferentes densidades e tamanhos das células sanguíneas. Os principais hemocomponentes são:

- ✓ Concentrado de hemácias (CH)
- ✓ Concentrado de plaquetas (CP)
- ✓ Plasma fresco congelado (PFC)

✓ Crioprecipitado (CRIO)

No Hemocentro da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o sangue total é coletado em bolsas duplas e em bolsas quádruplas *top and botton*, que são processadas para a extração do concentrado de hemácias e de outros hemocomponentes.

Extração de CH advindo de bolsa dupla, vide Figura 1. Bolsa dupla é um conjunto de duas bolsas conectadas entre si, sendo uma bolsa para acondicionamento de plasma e uma bolsa, denominada matriz, conectada a uma agulha para punção da veia do doador com 63 mL de solução anticoagulante e conservadora de hemácias (CPDA1). Esta bolsa armazena o sangue total transferido diretamente da veia do doador.

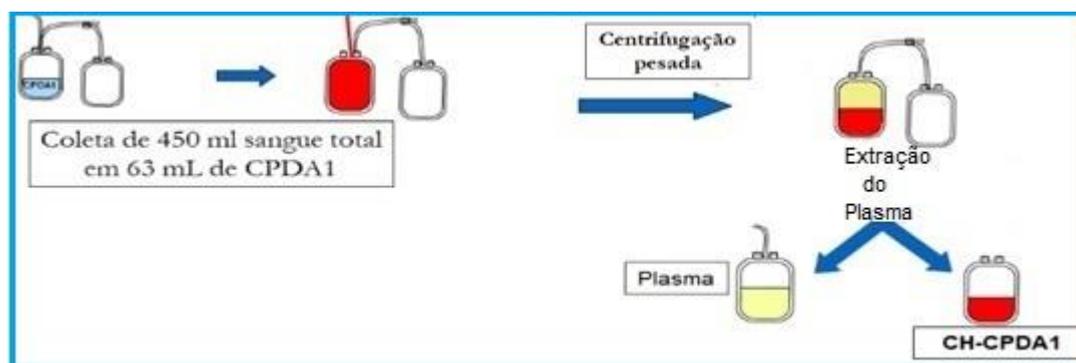


FIGURA 1: Processamento do ST colhido em bolsa dupla
Fonte: Adaptado de Givisiez, 2018 (10)

A bolsa dupla é submetida a uma “centrifugação pesada” – com maior rotação e tempo – para que o sangue seja separado em duas camadas. Por apresentarem maior densidade, as hemácias ficam concentradas na camada inferior; e o plasma, que apresenta menor densidade, fica na camada superior da bolsa. Realizada a extração do plasma, têm-se o plasma e o concentrado de hemácias standard (CH S) na bolsa matriz e o plasma na bolsa-satélite.

1.1.1.1 Extração do CH advindo de bolsas quádruplas *top and botton*

O sangue total é coletado em uma bolsa quádrupla *top and botton* – Figura 2 –, que é um conjunto de quatro bolsas conectadas entre si. Neste modelo, a bolsa matriz está conectada a uma agulha para punção da veia do doador. Ela tem 63 mL

de solução anticoagulante CPD no seu interior e está conectada a três bolsas-satélite, a saber: uma bolsa com solução aditiva SAG Manitol para preservação de hemácias conectada na extremidade inferior; e duas bolsas conectadas na extremidade superior da bolsa, uma para o acondicionamento de plasma e outra para o acondicionamento do concentrado de plaquetas, após a extração do *buffy coat*.

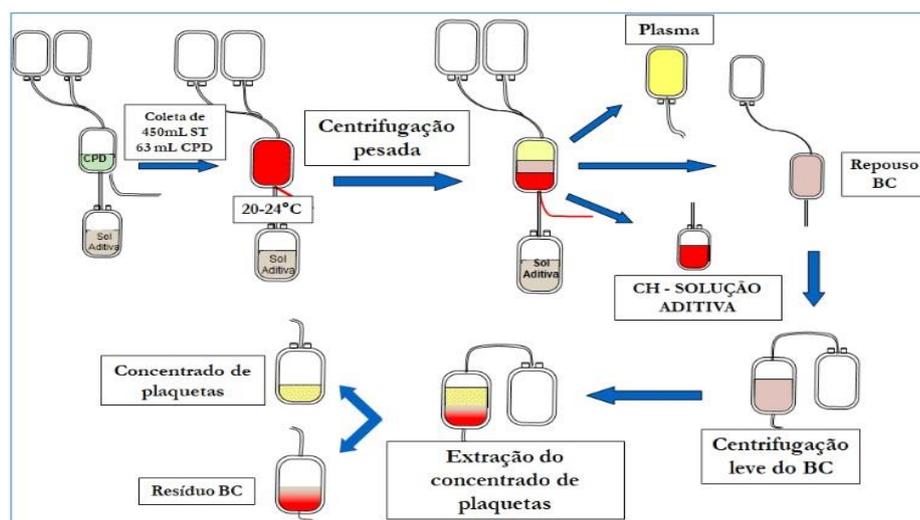


FIGURA 2: Processamento do ST colhido em bolsa quádrupla top and bottom
Fonte: Adaptado de Givisiez, 2018 (10)

Nesta metodologia, o sangue total primeiramente é submetido a uma “centrifugação forte” – com maior rotação e tempo –, para que as hemácias fiquem bem compactadas na porção inferior, o plasma fique na parte superior e para que se forme, entre essas duas camadas, uma camada leucoplaquetária. Após a centrifugação, as hemácias são extraídas para a bolsa-satélite que contém solução aditiva de manitol conectada na parte inferior da bolsa. O plasma, isento de células após a centrifugação, é extraído para uma bolsa-satélite na porção superior e a camada leucoplaquetária é mantida na bolsa original de coleta – bolsa matriz. A camada leucoplaquetária é submetida a uma segunda centrifugação, porém essa é uma “centrifugação leve” – com menor rotação e tempo – permitindo a sedimentação do resíduo do Buffy Coat (BC) e mantendo no sobrenadante o concentrado de plaquetas suspensas em plasma que é extraído para a outra bolsa-satélite acoplada à porção superior (10).

Apesar dos avanços das pesquisas na área do sangue, ainda não é possível fabricar produtos similares que possam substituir os hemocomponentes e

hemoderivados de forma eficaz. A doação de sangue ainda é a única forma de se obter as bolsas de sangue total da qual se originam estes produtos. No Quadro 1, estão descritas as principais indicações de uso dos hemocomponentes.

QUADRO 1: Principais indicações para uso dos hemocomponentes.

Hemocomponentes	Principais Indicações
Concentrado de Hemácias	<ul style="list-style-type: none"> • Anemias crônicas ou decorrentes de patologias. • Perda aguda do volume de sangue estimado por traumas, ruptura de aneurisma da aorta, hemorragias volumosas. • Hemoglobina pré-operatória < 8g/dl e procedimento operatório associado a uma perda de sangue maciça. • Transfusão perioperatória
Concentrado de Plaquetas	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes com contagem plaquetária inferior a 50.000/mm³. • Pacientes com disfunção plaquetária congênita ou adquirida – drogas antiagregantes plaquetárias – em vigência de sangramento. • Avaliação no intra e pós-operatório de cirurgia cardíaca. • Indicação profilática – leucemias agudas, LMA M3, trombocitopenia grave crônica.
Plasma Fresco Congelado (PFC)	<ul style="list-style-type: none"> • Correção de deficiências congênicas ou adquiridas isoladas ou combinadas de fator(es) de coagulação. • Coagulopatia intravascular disseminada (CIVD) grave com sangramento ativo e grande diminuição na concentração sérica de múltiplos fatores. • Tratamento da púrpura trombocitopênica trombótica, em especial na plasmaférese. • Transfusão maciça por coagulopatia dilucional ou por CIVD.
Crioprecipitado	<ul style="list-style-type: none"> • Repor fibrinogênio, e/ou Fator XIII, e/ou fator de Von Willebrand quando não dispuserem desses concentrados na forma industrial e tiver um sangramento ativo ou na execução de um procedimento invasivo. • Repor fibrinogênio na vigência de sangramento pós- terapêutica com drogas antifibrinolíticas.

Fonte: Hospital Sírio Libanês, 2019 (11)

1.2 Sistema Toyota de Produção (TPS)

A Toyota Motor Corporation desenvolveu o seu sistema de produção através da eliminação do desperdício, com o intuito de fornecer a melhor qualidade, com o menor custo e o menor tempo de fabricação. O desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (TPS, sigla em inglês) é creditado a Taiichi Ohno, chefe de produção da Toyota no período posterior à Segunda Guerra Mundial.

O TPS é formado sobre dois pilares – Just-in-Time e Jidoka – e é normalmente ilustrado pela casa do TPS – Figura 3. Tais pilares são indispensáveis para atingir o objetivo principal, que consiste em garantir produtos de alta qualidade, com menor custo possível e no Lead Time (LT) – tempo de espera, em tradução livre – mais curto. A manutenção e a melhora do sistema dar-se-ão por interações entre trabalho padronizado e kaizen, seguidos de PDCA ou método científico (12)



FIGURA 3: Pilares da casa do TPS
Fonte: Narusawa e Shook, 2009 (13)

A filosofia de produção Just-in-Time parte da ideia central de produzir na quantidade certa e no momento ideal em que o produto é requisitado. Assim, compreende-se que algumas etapas são necessárias, porém elas não agregam valor ao produto, tais como transporte, inspeção e estocagem. Por isso, busca reduzi-las para diminuir os custos. Há nitidamente o entendimento que somente o processamento agrega valor ao produto (14).

Segundo Ohno (15), com esta aplicação a empresa consegue até mesmo chegar ao nível zero de estoque, pois a produção ocorre de forma puxada. Esse tipo de produção funciona como um sistema de controle, cada fase do processo só produz um bem ou serviço quando a fase posterior ou o cliente final solicitar. Em alguns casos, podem existir entre as etapas do processamento um estoque controlado, chamado de supermercado, assim, a solicitação acontece somente quando o ciclo posterior consumir o referido estoque (14).

O outro pilar do sistema TPS é a Jidoka, que está relacionado diretamente ao controle de qualidade. A importância do conceito é tamanha, que mudou o processo de trabalho em várias empresas. Em muitos momentos, Jidoka é denominado de autonomização, ou seja, busca-se a automação com inteligência humana. Isso se deve a habilidade dos equipamentos em distinguir peças boas das ruins de maneira autônoma, não tendo, portanto, a necessidade de monitoramento por um operador. Esse fato traz grande economia, pois exclui a necessidade de observação contínua das máquinas pelos operadores (16)

Para Tomita *et al.* (17), Jidoka tem a finalidade de prevenir a geração e a propagação de defeitos na produção, tanto em operações manuais quanto em operações entre máquinas. Ela também é designada a parar a produção quando é atingida a quantidade programada. É uma ferramenta que visa o controle de anomalias do processo e permite a investigação imediata das causas, propiciando, assim, que o problema seja descoberto em sua causa-raiz e que as medidas para solucioná-lo sejam tomadas.

Outras características importantes do pensamento enxuto são a estabilidade e o trabalho padronizados. Para a obtenção da estabilidade, é necessário estabelecer um nivelamento de todo o processo de forma a evitar gargalos e minimizar o Lead Time. O trabalho padronizado garante que todos os operadores sigam uma mesma linha de raciocínio, para isso existe um tempo padrão e a melhoria contínua, que consiste no pensamento de que todas as coisas não são perfeitas, uma vez que elas podem sempre ser melhoradas (18).

1.2.1 Os sete desperdícios da TPS

Durante o desenvolvimento do TPS, Ohno (19) classifica os desperdícios de uma produção em sete. Eles são apresentados a seguir. A partir dessa

classificação, as empresas mudaram a forma como elas tratavam a produção, dando importância aos desperdícios criados num sistema produtivo e procurando a disposição para sua eliminação. Os desperdícios de produção são classificados em:

- Superprodução: leva a todos os outros desperdícios. É um dos desperdícios mais comuns encontrados, uma vez que acontece quando se produz mais do que o cliente pede, criando, assim, excesso de estoque.
- Esperas no processo: ocorre quando as(os) peças/produtos estão prontas(os) a serem processados(as), porém ficam à espera dos recursos que podem ser material, pessoal, equipamentos, ferramentas ou informações não disponíveis.
- Transporte excessivo: transportes desnecessários de produtos/serviços em função da disposição física ou instalações remotas. O transporte entre processos representa um custo, pois incrementa o tempo de fabricação e não acrescenta valor ao produto. Excessivos movimentos podem ainda causar danos aos produtos.
- Desperdício do próprio processo: o desperdício pode resultar da utilização incorreta das ferramentas e dos equipamentos ou ainda devido à falta de informação.
- Movimentos desnecessários: movimentação supérflua de pessoas ou equipamentos ocorrem quando se verifica que existe uma desorganização no ambiente de trabalho, ou seja, uma disposição errada dos equipamentos de práticas de trabalho;
- Estoque desnecessário: ocorre devido à incapacidade de equilibrar o estoque com a demanda. Isso é quase sempre resultado de superprodução e/ou previsão de demanda incorreta. O acúmulo de produto origina desperdício a nível de investimento de espaço e de tempo.
- Defeitos: ocorre normalmente quando se tem uma má qualidade do trabalho, que pode resultar em retrabalho e descarte de peças defeituosas. A produção de produtos defeituosos não acrescenta valor e quanto mais tarde for detectada mais custos acarreta para a empresa.

Posteriormente, passou-se a considerar um oitavo desperdício, relativo ao não aproveitamento dos recursos humanos, representado pela subestimação do potencial intelectual, das sugestões de melhorias vindas de funcionários e pelo não reconhecimento da experiência nas funções (Rodrigues et al.) (20).

1.2.2 A evolução dos conceitos do TPS

As práticas e os resultados do TPS inspiraram diferentes autores a aperfeiçoarem e a expandirem o conhecimento sobre o assunto, culminando com o surgimento da filosofia “Lean” ou manufatura enxuta. Os princípios e as técnicas de tal filosofia vêm sendo utilizados por organizações de diversos setores no mundo todo, inclusive na área da saúde. Na Figura 4, temos a representação da evolução da aplicabilidade dos conceitos do TPS, até culminar no “Lean Healthcare”.

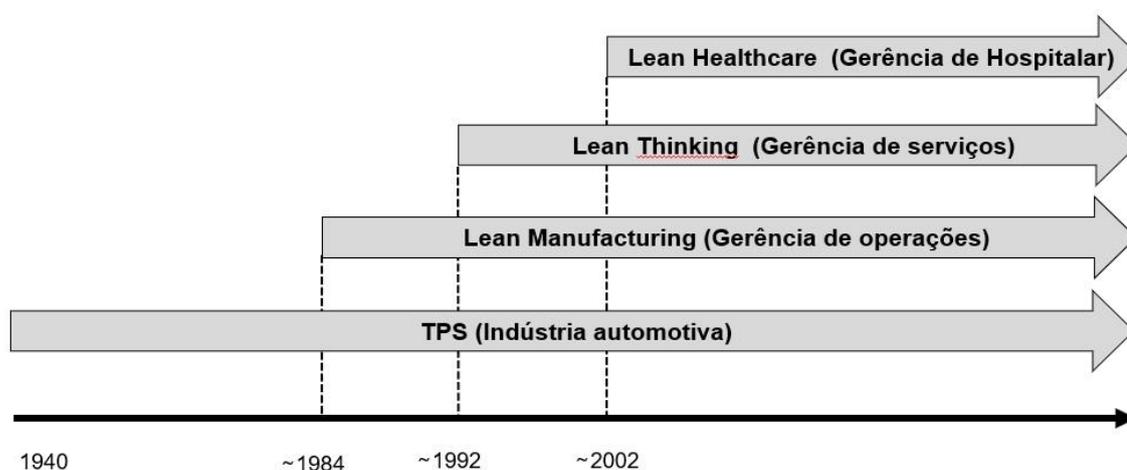


FIGURA 4: Progresso e aperfeiçoamento na utilização das ferramentas do TPS em diferentes áreas, ao longo do tempo
Fonte: Adaptado de Laursen, 2003 (21)

Segundo Teixeira (22), os conceitos do TPS são encontrados em diversas aplicações: saúde, construção civil, educação, agronegócio, setor público etc. Todos eles têm como objetivo melhorar o desempenho, reduzir os desperdícios, melhorar a qualidade e aumentar o poder competitivo. Assim, o TPS não ficou restrito a sua utilização original voltada para o processo de produção, ou seja, suas variações apresentaram resultados satisfatórios que foram alcançados em diversas atividades.

1.3 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing – manufatura enxuta – surge como um sistema de gestão originário do TPS, que tem como principal objetivo produzir produtos de maior qualidade com os menores tempos e custos possíveis, para isso busca-se a

eliminação de desperdícios. O conceito de manufatura tradicional se concentra no estoque do sistema, enquanto a manufatura enxuta se opõe a esse conceito. O conceito “Lean” considera o estoque como um desperdício na organização (23).

No Quadro 2, podem-se observar as principais diferenças entre o modelo de manufatura convencional e a manufatura enxuta.

QUADRO 2: Principais diferenças entre o modelo de manufatura convencional e a manufatura enxuta

Modelo	Manufatura Convencional	Manufatura Enxuta
Produção	Em massa e padronizada	O cliente solicita
Volume de produção	Foco no volume de produção	Possibilita alta produção sob demanda
Ferramentas	Máquinas caras e pouco flexíveis	Máquinas flexíveis
Qualidade	Bom e suficiente	Melhoria contínua
Cliente/Mercado	Produto padrão para o mercado	Alta variedade de produtos
Mão de obra	Pouco qualificada	Qualificada e multifuncional
Custo	Baixo	Mais baixo ainda

Fonte: Adaptado de Coutinho, 2018 (24)

De acordo com Wahab *et al.* (25), a manufatura enxuta foi relacionada, entre outras, ao sucesso de recuperação do Japão após a Segunda Guerra Mundial. Cumpre lembrar que a manufatura enxuta foi desenvolvida pela Toyota Motor Company. O sucesso do Sistema Toyota de Produção (TPS) mostra e prova que as técnicas de manufatura enxuta são poderosas e significativas.

1.4 Lean Thinking

Como relatado por Riani (26), o termo "Lean Thinking" foi popularizado no ocidente a partir do livro "The Machine that Changed the World" – “A Máquina que Mudou o Mundo” –, de James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos, cuja publicação ocorreu nos Estados Unidos da América, em 1990. Entre outras coisas, o livro evidencia as grandes diferenças superiores em produtividade, qualidade e desenvolvimento de produtos do TPS.

Para Womack e Jones (27), o Lean Thinking – o pensamento enxuto – é uma forma de caracterizar o valor de produtos ou de serviços a partir da percepção do cliente, conseqüentemente podem ser criadas ações sequenciais da melhor forma possível, a fim de que se otimize o valor especificado. Devem-se conduzir as ações sem interrupção sempre que alguém as solicitar e executá-las de forma cada vez mais eficaz. Para isso, os autores introduziram cinco princípios-chave do pensamento enxuto, resumidos no Quadro 3. Verifica-se que o cliente tem um papel central, uma vez que a gestão está concentrada na criação de valor para ele. Para esse fim, fazem-se necessários aumentar o desempenho e eliminar o desperdício durante a fase de produção.

QUADRO 3: Os cinco princípios do Lean Thinking

Princípios Lean Thinking	Descrição
1. Identificar o Valor	Definir, na perspectiva do cliente, o que é valor. O valor deriva da necessidade de o cliente e as empresas determinarem que necessidade é essa, por isso devem procurar satisfazê-la, cobrando o preço que o cliente está disposto a pagar, pois só assim conseguirá se manter no mercado.
2. Identificar a Cadeia de Valor	Identificar as diferentes atividades para a fabricação do produto e dividi-las em três categorias: atividades que acrescentam valor; atividades que não acrescentam valor, contudo são fundamentais para a manutenção dos processos de qualidade; e, por último, atividades que não têm qualquer valor associado – denominadas desperdícios. Após esta caracterização, devem-se eliminar o quanto antes as atividades consideradas desperdício. Para isso, deve-se utilizar uma ferramenta chamada Mapeamento de Fluxo de Valor.
3. Estabelecer o Fluxo Contínuo	Definir o fluxo de produção contínuo, sem paragens e estoque. O efeito imediato desta criação pode ser verificado na redução do tempo de concessão dos produtos, processamentos de pedidos e inventários, capacitando a empresa a uma resposta mais rápida e eficaz para as necessidades do mercado.
4. Produção Puxada	Produzir o produto apenas quando o cliente o pretender, ou seja, o cliente é que pede o produto e não é a empresa a “empurrar” o produto para o cliente. Desta forma, podem-se reduzir eventuais estoques e um aumento da mão de obra disponível.
5. Obter a Perfeição	Focar todos os esforços da empresa na busca da perfeição, procurando a eliminação de desperdícios e criando valor, ou seja, aplicando a melhoria contínua, também denominada de Kaizen.

Fonte: Adaptado de Womack e Jones (27).

Para que os princípios do pensamento enxuto sejam realmente incorporados por uma instituição, muitas mudanças, que vão além do chão de fábrica, devem acontecer, tais como mudanças na cultura corporativa, práticas, processos e gestão. Além disso, técnicas e métodos de engenharia e de gerenciamento devem trabalhar juntos ao pensamento enxuto, a fim de obter-se um sistema integrado e voltado para a eliminação de desperdícios. Assim, maximizam-se as atividades de fluxo de valor agregado dentro de um processo de produção, com o ritmo ditado de acordo com a demanda real do cliente (28).

Os arranjos técnicos de engenharia e de gerenciamento, que foram desenvolvidos a fim de contribuir com a institucionalização da produção e do pensamento enxuto, são denominados ferramentas do Lean.

1.4.1 Ferramentas do Lean

Segundo Ramos-Vidal (29), o Lean engloba várias ferramentas que podem ser utilizadas separadamente ou combinadas, sendo essas últimas a maneira mais comum de utilizá-las. Qualquer utilização das ferramentas deve atender a uma necessidade específica de melhoria contínua no processo para geração e entrega de valor. Assim, a aplicação das ferramentas é fundamental para que as práticas da produção enxuta sejam concretizadas.

Porém, ressalta-se que somente a inserção de tais técnicas não garante o sucesso da implementação do Lean na empresa. Para tanto, deve ocorrer também uma mudança de cultura organizacional, com foco em melhoria contínua, a fim de tornar tal melhoria um valor e não apenas mais um trabalho a cumprir. Assim, o processo torna-se mais complexo, conseqüentemente exige mais da equipe (30).

Abaixo segue a descrição de algumas ferramentas que são bastante utilizadas dentro do Lean.

1.4.1.1 Kanban

A palavra Kanban significa cartão ou sinal. Ela é de origem japonesa e está intimamente relacionada ao TPS. Os Kanbans podem se diferenciar quanto à forma, à cor e aos tipos – Kanban de movimentação, de produção, entre outros. Porém, o

princípio de sua utilização é o mesmo para os diferentes tipos e aplicações, ou seja, o recebimento de um Kanban dispara o movimento, a produção ou o fornecimento de um material do processo anterior para o processo subsequente (31).

Também e não menos importante, a limitação de trabalho em progresso é uma das principais práticas dessa metodologia de sinalização. Assim, os sinais Kanban delimitam limites para iniciar ou suspender um processo dentro do ciclo de produção. Esses limites vão assegurar que a equipe manterá um ótimo ritmo de trabalho, sem exceder sua capacidade laboral (31).

Os procedimentos de controle de fluxo utilizados no sistema Kanban podem parecer complicados, em um primeiro momento. Porém, sua aplicação na prática é simples, assegurando, assim, uma metodologia confiável e de fácil execução. É utilizado para solicitar material quando realmente for necessário, bem como, funciona também para limitar os níveis de estoques e, conseqüentemente, o acúmulo de materiais entre as etapas do processo ou postos de trabalho (32).

1.4.1.2 Ferramenta 5S

A ferramenta 5S – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke – traz grandes ganhos ao ambiente de trabalho, uma vez que se apoia nas mudanças de comportamento que não agregam valor, promovendo, assim, maior disciplina e segurança dos processos. Isso, conseqüentemente, leva a uma maior qualidade e produtividade, posto que facilita as operações, a redução de perdas de material e a otimização de tempo empregado nas tarefas (33).

Além disso, a prática dos 5S, de acordo com Jaca *et al.* (34), é reconhecida também como um conjunto de comportamentos que moldam a moral e a ética não somente no local de trabalho, mas também em escolas e nos lares. Assim, o 5S é uma prática valiosa para o dia a dia, podendo ser aplicado em atividades de melhoria em qualquer ambiente, inclusive no estilo de vida.

O nome 5S vem de cinco palavras japonesas que representam cada uma das etapas da metodologia. Abaixo apresentamos os cinco sentidos e seus significados:

- Seiri - senso de utilização: manter em seu ambiente de trabalho apenas o que funciona e o que mais se usa;

- Seiton - senso de organização: organizar o seu ambiente de trabalho, conhecendo onde guarda cada documento ou material que irá precisar;
- Seiso - senso de limpeza: desenvolver a consciência de que a limpeza é responsabilidade de todos;
- Seiketsu - senso de saúde e padronização: criar processos padronizados para cada um dos sentidos e promover uma conscientização do público interno;
- Shitsuke - senso de autodisciplina: construir e manter a autodisciplina e estimular que os novos processos e valores sejam absorvidos por todos.

1.4.1.3 Layout celular

Layout celular é uma ferramenta de grande valia, pois busca-se aumentar o nível de eficiência do arranjo físico sem perder uma de suas características principais, que é a flexibilidade. Ele é um layout híbrido que mescla características dos layouts lineares e funcionais. Acompanha uma lógica de produção que visa diminuir a perda de tempo com atravessamento de um produto ou sua montagem. Habitualmente, cada célula – unidade de produção – é destinada a gerenciar e criar um grupo de produtos similares, denominado “família”, que passa pelos mesmos processos de fabricação, em um mesmo espaço (35).

Segundo Gadelha *et al.* (36), para que ocorra uma implementação do Lean de maneira efetiva, é relevante saber que a elaboração do Layout Celular tem que ser um dos primeiros passos a ser executado. Os autores ainda salientam outros pontos fortes desse tipo de arranjo, tais como: a motivação gerada pelo trabalho em equipe, o atravessamento rápido, o equilíbrio entre custo e a flexibilidade com variedade alta.

1.4.1.3.1 Tecnologia de grupo

A tecnologia de grupo é uma junção de métodos de produção que explora a proximidade entre os atributos semelhantes de determinados objetos, processos manufatureiros e aspectos geométricos ou tecnológicos.

De acordo com o grau de similaridade entre os produtos, podemos classificá-los em famílias e gerar códigos para eles. Essa codificação traz benefícios

para a cadeia produtiva, uma vez que simplifica a determinação do roteiro de fabricação, deixando os passos do produto mais claros (37).

Para Conceição (38), umas das aplicações da tecnologia de grupo é a manufatura celular, que é caracterizada pelo grupamento em uma célula de uma ou mais máquinas ligadas pela movimentação conjunta de materiais. Devido a isso, muitos autores costumam encaixá-la dentro da ferramenta *Layout Celular*.

Quando bem realizada, essa aplicação permite que as indústrias manufatureiras, que produzem pequenos e médios lotes, obtenham resultados econômicos semelhantes à produção em massa, conseguindo agregar maior qualidade, melhor controle do processo, fluxo de material simplificado, entre outras vantagens. As famílias de produtos semelhantes são produzidas dentro dos limites físicos das células que abrigam a maioria ou todos os recursos necessários. Este arranjo focado no produto facilita o fluxo rápido e o processamento eficiente do material e da informação (39).

Uma outra visão sobre tecnologia de grupo é apresentada por Ferreira (40), que considera, a partir do entendimento que muitos problemas apresentam grande grau de correspondência entre eles, portanto os problemas podem ser agrupados, adotando-se uma única solução para resolvê-los. O autor, ainda, alega que a tecnologia de grupo pode ser usada em áreas distintas, tais como: planejamento da produção, projeto, escalonamento, planejamento do processo, armazenamento etc.

1.4.1.4 Heijunka

Uma das técnicas básicas do Lean é a *Heijunka*, que se refere a um nivelamento da quantidade e do tipo de produção ao longo de um período de tempo pré-estabelecido, de modo que o nível de produção seja o mais constante possível no dia a dia. Isso proporciona que a fabricação cumpra de maneira efetiva as demandas dos clientes, impedindo, assim, a formação de grandes lotes e, conseqüentemente, de grandes estoques, que geram custos de capital com armazenagem, mão de obra, compra da matéria-prima, entre outros (41).

Segundo Santos (42), a ferramenta *Heijunka* foi desenvolvida construindo uma mesclagem de modelos dentro de cada lote, visando garantir que haja um estoque de produtos proporcional à variabilidade da demanda, ajudando, portanto, a solucionar as oscilações causadas pela demanda dos clientes.

Para Korytkowski *et al.* (43), Heijunka é um conceito central que ajuda a trazer estabilidade ao processo de fabricação, convertendo as flutuações do mercado – cliente – em um processo de fabricação uniforme e previsível. Na literatura, foi demonstrado que tal conceito melhora a eficiência operacional em vários objetivos relacionados à flexibilidade, à velocidade, ao custo, à qualidade e ao nível de serviço ao cliente.

1.4.1.5 5W1H

O 5W1H é uma ferramenta de aplicabilidade simples muito utilizada dentro de um sistema de qualidade total, especialmente dentro de uma cadeia produtiva, na qual há a necessidade de estabelecer um plano de ação tático em um curto espaço de tempo, quando algo não está saindo conforme foi planejado. É um instrumento autoexplicativo que normalmente é utilizado com outras ferramentas de qualidade, como Ishikawa, por exemplo (44).

A referida ferramenta está embasada em diferentes questionamentos significativos associados aos objetivos traçados, que derivam de cinco palavras em inglês que se iniciam com a letra W, e apenas uma que se inicia com a letra H, conforme transcrito no Quadro 4 abaixo.

QUADRO 4: Tradução e definição de cada palavra da ferramenta 5W1H

Palavra em Inglês	Tradução/Definição
What?	O que será feito?
Why?	Por que será feito?
Where?	Onde será feito?
When?	Quando será feito?
Who?	Por quem será feito?
How?	Como será feito?

Fonte: adaptado de Burtet, 2022 (45)

Em sendo assim, podemos, por fim, concluir que o método 5W1H funciona como um guia na resolução de novos projetos e ações que serão realizados pela empresa. Por isso, o método é bastante útil no planejamento de qualquer projeto ou objetivo que a empresa tenha como meta (45).

1.4.1.6 Padronização

A padronização relaciona-se à normatização e à organização dos fluxos de trabalho dentro de uma empresa. As atribuições que cada profissional irá desenvolver foram devidamente estudadas e estruturadas a fim de que elas sejam realizadas com eficiência. A ferramenta utiliza muito a gestão visual para deixar mais claro como os colaboradores precisam realizar as tarefas, identificar desvios, entre outros (46).

Erroneamente ocorre a associação entre a padronização com a inflexibilização do processo, posto que a padronização não é o limite, mas o início. Quando algo não está saindo de acordo com o previsto no gemba, lugar onde as coisas acontecem, recorrem-se as padronizações para tentar entender o que de errado está acontecendo. Por isso, os padrões são sempre revistos, melhorados e aperfeiçoados, ou seja, eles são documentos “vivos” (47).

A elaboração desses documentos é uma etapa muito importante para a efetivação do trabalho padronizado. Os documentos ficam disponíveis para o operador em seu local de trabalho e são utilizados para verificações diárias e como guia para treinamentos (47). Os benefícios da padronização são, a saber:

- Melhora a produtividade;
- Diminui falhas;
- Otimiza a distribuição de recursos;
- Reduz custos e desperdícios;
- Melhora a qualidade;
- Facilita o treinamento;
- Simplifica a implementação de automatizações;
- Diminui desperdícios;
- Visualiza conteúdos de trabalho que agregam valor e trabalho que não agrega valor;

- Previne acidentes e riscos;
- Reduz a variabilidade dentro do controle estatístico de processos; e
- Cria base para comunicação entre colaboradores e gerentes;

1.4.1.7 Diagrama de espaguete (DE)

De acordo com Deguirmendjian (48), o Diagrama de Espaguete (DE) é uma ferramenta visual muito importante para o Lean, que compreende em traçar a rota trilhada pelo material e/ou paciente em um layout específico. Isso propicia confeccionar um mapa com os deslocamentos e os esforços desnecessários, evidenciando assim os desperdícios.

Segundo Freitas (49), a aplicação desse instrumento possibilita mostrar os locais em que ocorrem perda de tempo em alguma atividade ou processo. Além disso, apoia a condução na tomada de decisões sobre os próximos passos a serem tomados para melhorar a eficiência dos fluxos

1.4.1.8 Mapa do Fluxo de Valor (MFV)

Segundo Goshime *et al.* (50), a sustentação do modelo da manufatura enxuta é a eliminação do desperdício. Essa base pode ser construída da seguinte forma:

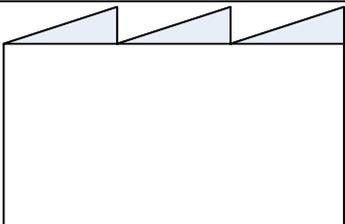
- identificar e maximizar as Value-Added Activities (VA) – atividades de valor agregado – também conhecidas como atividades que agregam valor ao produto (VA), ou seja, o valor que o cliente está disposto a pagar por um produto ou serviço.
- conhecer e eliminar as Non-Value Added Activities (NVA) – atividades sem valor agregado – ou atividades que não agregam valor. Para defini-las, podem-se usar como base os 8 desperdícios que são caracterizados pela produção enxuta.
- entender e apresentar as Business Value-Added Activities (BNVA) – atividades de valor agregado de negócios – ou atividades que não agregam valor, porém, são necessárias. Muitas vezes, elas não podem ser eliminadas, como, por exemplo, algumas atividades administrativas das empresas.

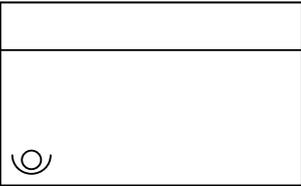
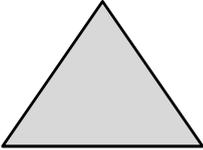
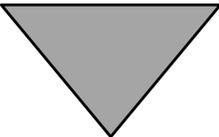
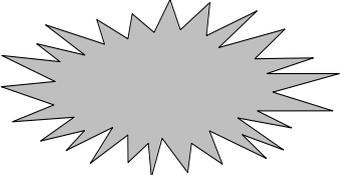
Para identificar quais atividades que agregam ou não valor aos processos produtivos ou de serviços, o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é uma excelente ferramenta, pois possibilita realizar diagnósticos nos processos de trabalho, desde as etapas iniciais até a entrega do produto ou serviço ao cliente. Com isso, tem-se uma análise de todas as atividades que acrescentam e que não acrescentam valor, permitindo identificar os tempos de produção e de espera, e com isso verificar as oportunidades de melhoria e eliminação de desperdícios (51).

Segundo Cruz (52), o MFV pressupõe a realização de dois mapas. O primeiro descreve o estado atual, cuja coleta de dados é fundamental para definir alguns parâmetros e compreender o fluxo de valor e suas métricas. Já o segundo, refere-se ao estado futuro da organização, ou seja, o estado desejável, no qual o fluxo acontecerá de acordo com os princípios da produção enxuta. Após a elaboração destes dois mapas, executa-se um plano de trabalho que visa atingir o estado pretendido.

Vieira (53) relata que o MFV pode representar dois tipos de fluxos da unidade produtiva, a saber: o fluxo de material e o fluxo de informação. Além disso, tal ferramenta é formada por vários elementos padronizados, tais como termos e figuras. A padronização de termos e símbolos/ícones tem como vantagem sua fácil leitura por qualquer um que conheça a ferramenta. A padronização não engessa a ferramenta, pois ela tem a capacidade de adequar-se a novos processos. No Quadro 5, podemos observar diversos ícones padronizados, seus nomes e descrições.

QUADRO 5: Símbolos padronizados para a confecção do Mapa do Fluxo de Valor

Ícone	Nome	Descrição
	<p>Cliente / Fornecedor</p>	<p>Nas extremidades do MFV, muitas vezes, o cliente e o fornecedor ficam um em cada ponta do fluxo de uma cadeia produtiva. O fluxo de valor vai ser desenvolvido do fornecedor para o cliente.</p>

	Caixa de processo	Locais dentro da cadeia produtiva onde o produto sofre alguma transformação que agrega valor a ele.
	Estoques / Inventário	Demonstra onde se encontram os produtos parados, comumente chamados na manufatura enxuta de estoques.
	Informação Manual	Apresenta o fluxo de documentos físicos, relatórios, memorandos entre outros.
	Informação eletrônica	Evidencia o direcionamento das informações digitais vindas da internet, softwares e outros dados eletrônicos.
	Sinal Kanban	Dá instruções para a produção ou retirada de itens em um sistema que é, normalmente, puxado.
	Explosão Kaizen	Pode ser utilizada também fora do MFV. Deixa de maneira bem evidente as oportunidades de melhorias nos processos críticos do mapa de estado atual, a fim de contribuir para o melhor desenvolvimento do mapa de estado futuro.
	Linha do tempo	Muito importante, pois demonstra os tempos de processamento de cada etapa, bem como o tempo de espera. É colocada na parte inferior do mapa.
	Seta de empurrar	Demonstra que o material está sendo empurrado de um processo para o próximo.
	Seta de puxar	O processo posterior puxa o processo anterior, isso permite demonstrar onde se deve começar um novo trabalho, somente quando existir demanda.

Fonte: Adaptado de Rother e Shook, 2003 (54), e Vieira, 2006 (63)

Além dos símbolos, algumas métricas são muito importantes dentro da produção enxuta, pois ajudam a uma melhor compreensão do MFV, além de rastreamento onde se encontram as restrições nos processos produtivos ou de serviços. Elas também são utilizadas como instrumento norteador, tanto para rastrear melhorias, bem como a sua implementação. No Quadro 6, estão descritas algumas métricas essenciais para o entendimento do MFV.

QUADRO 6: Descrição e objetivos de métricas da produção enxuta

Métrica	Descrição	Objetivo
Lead Time (LT)	É o tempo de recebimento da demanda até o seu estado final, ou seja, quando a demanda está pronta.	Demonstrar o tempo total necessário para realizar uma dada tarefa, trabalho, produto. Engloba o TC e o TE
Tempo de ciclo (TC)	É o tempo entre o início do trabalho até o estado final, ou seja, demonstra desde o início da produção até a entrega para o cliente.	Demonstrar dentro da cadeia de valor quais atividades agregam valor ao produto.
Tempo de espera (TE)	Refere-se a todos os tempos improdutivos, que não acrescentam valor a produtos ou serviços	Demonstrar dentro da cadeia de valor quais atividades não agregam valor ao produto
Tempo Takt (Takt Time)	É o ritmo necessário para completar cada produto e suprir a demanda do consumidor.	Alinhar com precisão a produção à demanda, definindo um ritmo ao processo

Fonte: autoria própria

Por meio do estudo das métricas da produção enxuta, pode-se identificar em quais etapas tem-se um tempo de produção (TP) ou tempo de espera (TE) maior. A partir dessa identificação, é possível promover mudanças a fim de que ocorra uma diminuição tanto em TP, quanto em TE, o que, conseqüentemente, irá diminuir o Lead Time (LT), posto que ele é a soma desses dois tempos.

1.4.1.9 Kaizen

A ferramenta Kaizen tem grande reconhecimento mundial como uma significativa estratégia competitiva de longo prazo de uma organização, uma vez que se busca promover melhorias contínuas nos processos produtivos ou de serviços estudados, a fim de criar mais valor agregado com menos desperdício, viabilizando, assim, vantagens quantificáveis e sustentáveis na vida pessoal, social e profissional (55).

De acordo com Ferreira e Saurin (56), Kaizen implica que devem ser abordados os pontos fracos de projetos anteriores, buscando suas correções e

progressos, a fim de evoluir continuamente para um melhor desempenho. Os autores ainda relatam que as pequenas melhorias realizadas sejam dentro do trabalho cotidiano, preferencialmente por aqueles que trabalham na linha de frente e formam os escalões hierárquicos mais baixos.

1.5 Lean Healthcare

A necessidade de uma gestão mais efetiva sobre os recursos, alinhada a uma baixa qualidade dos serviços de saúde, fez com que alguns métodos e ferramentas, comumente adotados na manufatura, fossem adaptados para a área de saúde, destacando-se a produção enxuta (PE), mais conhecida pelo termo Lean Healthcare (57).

O Lean Healthcare é baseado em um conjunto de princípios, filosofias operacionais e métodos que são usados para criar e proporcionar o máximo de valor agregado do ponto de vista dos pacientes, uma vez que se trabalha de forma enxuta, consome-se o mínimo de recursos, diminuem-se os desperdícios e aproveitam-se potencialmente o conhecimento e as habilidades de todos os colaboradores envolvidos no processo. Dessa forma, o Lean Healthcare proporciona etapas para a melhoria contínua da eficiência e da eficácia de um sistema de atendimento nos serviços de saúde (58).

A partir dos anos 2000, devido ao aumento crescente dos custos com saúde e da pressão da sociedade por atendimentos melhores, os sistemas de saúde tiveram que buscar maneiras de diminuir gastos, eliminando, portanto, os desperdícios (59).

Concomitantemente, a filosofia Lean evoluiu e ganhou espaço para além das fronteiras da manufatura. Desde então, diversas organizações de saúde vêm buscando adaptar os conceitos do Lean à realidade de suas operações, o que na literatura ficou conhecido como Lean Healthcare (60).

Ressalta-se, porém, que segundo Souza (61), ninguém sabe com certeza quando a filosofia Lean apareceu pela primeira vez na área de saúde, apesar das primeiras publicações serem datadas de 2002.

Em seu trabalho, Turati (62) discorre sobre o atraso do uso das ferramentas Lean para o gerenciamento na saúde, em relação a outros serviços. Relata-se, também, a grande diferença no nível de maturidade na aplicação dos conceitos e das

ferramentas do Lean Healthcare na saúde, quando comparados ao TPS e a outras áreas.

Segundo Rodrigues e Affonso Neto (20), a adaptação dos princípios e ferramentas do TPS para os ambientes hospitalares tem propiciado a evolução dos conceitos do Lean Manufacturing para o Lean Healthcare (Saúde Enxuta). Porém, como dito anteriormente, ainda há muito o que evoluir quando se compara a outras áreas.

Toussaint e Gerard (63) demonstram em seu trabalho como a adaptação das ferramentas e dos conceitos está acontecendo entre o TPS e o Lean Healthcare. No Quadro 7, a situação é exemplificada.

QUADRO 7: Exemplo de adaptação dos conceitos de desperdício segundo a TPS para o Lean Healthcare

Conceito de desperdícios segundo a TPS	Adaptação dos desperdícios para a área da saúde
Superprodução	Tratamento desnecessário de pacientes.
Esperas no processo	Paciente esperando por uma consulta ou liberação para um exame.
Transporte excessivo	Transferência de pacientes para novas salas, blocos ou até mesmo outros centros de saúde, sem a devida necessidade.
Desperdício do próprio processo	Preenchimento de formulários desnecessários e que podem ser eliminados do processo burocrático.
Movimentos desnecessários	Migração de pacientes ou membros da equipe de saúde em busca de medicamentos.
Estoque desnecessários	Excesso de medicamentos ou de outros insumos relacionados à saúde.
Defeitos	Retrabalhos para corrigir erros de cadastro, conduta, procedimentos e outros.
Não aproveitamento dos recursos humanos	Treinamento falho ou ausente em processos e condutas com os pacientes.

Fonte: Adaptado de Toussaint e Gerard, 2010 (63)

Em seu trabalho, Costa e Godinho Filho (59) identificaram a utilização de 24 ferramentas e métodos da filosofia Lean nos artigos revisados, demonstrando,

assim, que eles podem ser amplamente utilizadas na área da saúde. A escolha adequada e a execução correta das ferramentas propiciam melhorias nos processos e correções de problemas. A pesquisa ainda evidencia que os resultados obtidos com maior frequência devido ao uso de tais ferramentas tem sido, a saber: a redução do tempo de espera, a redução de custos, a redução do tempo de permanência e o aumento da capacidade de atendimento em diferentes setores da saúde.

Para Graban (64), Lean Healthcare permite aos hospitais, além de melhorarem a qualidade do atendimento aos pacientes, prestarem maior apoio a todo corpo clínico e demais funcionários. Ainda, o Lear Healthcare pode ajudar a superar barreiras entre departamentos desconectados, permitindo que diferentes departamentos trabalhem juntos para beneficiar os pacientes.

Com o amadurecimento e um maior entendimento dos conceitos do Lean Healthcare, tem-se demonstrado sua maior aceitação na saúde. Em consequência disso, têm-se aumentado as capacitações de profissionais da área da saúde sobre os referidos conceitos. (65)

As técnicas do Lean que tem sido mais implementadas são as de maior domínio pelas equipes, como por exemplo o MFV. Porém, outras técnicas que exigem um maior grau de conhecimento e maturidade das instituições são pouco utilizadas, como o Jidoka e o Production Leveling (Heijunka). (65)

1.6 Relevância do trabalho

Serviços de transfusões de sangue desempenham um papel importante nos sistemas de saúde, pois eles fornecem sangue e hemoderivados seguros e adequados aos pacientes que deles necessitam. A sua disponibilidade e sua segurança continuam a ser uma grande preocupação para muitos países ao redor do mundo que ainda enfrentam desafios únicos para garantir a suficiência em sangue e produtos sanguíneos de forma segura e baseada em doações não remuneradas. (66)

Assim, por se tratar de uma matéria-prima biológica de complexa obtenção e essencial para várias situações na medicina, faz-se necessária a otimização do fracionamento do sangue total que possibilite o melhor aproveitamento de todas as bolsas de sangue doadas. Há que se considerar ainda, conforme exposto por Moura (67), que a obtenção de hemocomponentes tem um custo elevado para o Sistema

Único de Saúde (SUS), o que reforça a necessidade da otimização do referido processo.

Diante desse cenário, a utilização de algumas ferramentas descritas na metodologia Lean Healthcare pode ajudar na otimização da produção de hemocomponentes, posto que tal metodologia tem como principal objetivo eliminar desperdícios relacionados às atividades que não agregam valor ao produto, ocasionando aumento do custo dentro do processo produtivo

O trabalho ganha uma relevância maior devido à escassez de dados literários sobre o tema. Ao consultar a literatura sobre a utilização das ferramentas do Lean Healthcare no setor de produção de hemocentros, descobrimos que quase não existem publicações. Os poucos artigos encontrados estavam relacionados a mudanças de protocolos transfusionais, a fim de identificar e diminuir a perda de hemocomponentes, bem como racionalizar o seu uso.

Apenas um artigo contemplava o uso de ferramentas do Lean para o sistema de produção de hemocomponentes. Isso demonstra a escassez de conteúdo na literatura sobre o tema, ficando evidente, portanto, a relevância deste trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Propor melhorias no processo de produção de CH em um hemocentro.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar as ferramentas Lean na saúde aplicáveis à produção de CH para a melhoria do processo;
- Elaborar e analisar o fluxo de valor do processo de produção de CH;

3. METODOLOGIA

3.1 Classificação metodológica

Esta é uma pesquisa que se define como estudo de caso. Segundo Gil (68) estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.”

Já para Prodanov e Freitas (69), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa abrangente, cujos requisitos básicos têm que ser cumpridos para sua realização, tais como: originalidade, coerência e objetivação.

3.2 Fases da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida de acordo com as fases que serão apresentadas a seguir.

3.2.1 Revisão bibliográfica

A pesquisa iniciou-se fazendo uma ampla revisão bibliográfica sobre os temas: Sistema Toyota de Produção, a evolução do Lean e, posteriormente, sobre o Lean Healtecare.

Num segundo momento, buscou-se informações sobre a aplicação das ferramentas do Lean no referido processo de produção de hemocomponentes nos principais periódicos médicos e de engenharia – PubMed, Bireme, Engineering Village – com a combinação de diferentes descritores – Blood Banks, Blood Componentes, Blood Product Lean, Lean Healthcare, Lean Six Sigma, Total Quality Management.

3.2.2 Local do estudo

O estudo foi realizado no setor de produção de hemocomponentes do Centro de Hematologia e Hemoterapia da Unicamp – Hemocentro da Unicamp –, localizado no *campus* Unicamp, distrito Barão Geraldo, Campinas (SP).

3.2.3 Objeto de estudo

O objeto de estudo é o processo de produção de Concentrado de Hemácias (CH).

No referido hemocentro, são produzidos quatro tipos de CH, a saber: Concentrado de Hemácias Standard (CH S), Concentrado de Hemácias Pobre em Leucócitos (CH PL), Concentrado de Hemácias Desleucocitado (CH D) e o Concentrado de Hemácias Lavados (CH L).

Neste estudo foi analisada a produção de CH S e de CH PL, desde a entrada do sangue total no setor de processamento até a liberação do concentrado de hemácias para transfusão.

Os CH S e os CH PL foram selecionados para estudo, pois representam aproximadamente 90% da produção de todos concentrados de hemácias produzidos, e os processos de produção deles seguem o mesmo fluxo, possibilitando a aplicação da ferramenta do Lean de Tecnologia de Grupo. Por isso, ambos foram analisados dentro de um mesmo fluxo de valor.

Apesar disso, optou-se por evidenciar separadamente os tempos, sendo que terá um Lead Time para o CH S, e outro para o CH PL. Por fim, um Lead Time total de produção, que será a soma dos dois anteriores.

3.2.4 Coleta de dados

A ferramenta norteadora escolhida para realizar a coleta de dados e a análise do processo de produção do CH S e o CH PL foi o Mapa de Fluxo de Valor (MFV). Para sua elaboração, foram realizados dois estudos de campo com observação direta.

O primeiro estudo foi feito em setembro de 2019, durante 5 dias nos três turnos de trabalho e divididos da seguinte forma: de 7h as 13h, de 13h as 19h e de 16h as 22h.

O segundo estudo entre os dias 31 janeiro e 2 de fevereiro de 2023, também durante os três turnos, contudo houve uma pequena modificação em relação aos horários de 2019, a saber: de 7h as 13h, de 13h as 19h e de 14h as 20h.

As etapas do processo selecionadas para a análise do fluxo e da tomada de tempo incluem desde o momento de entrada do ST no setor até a disponibilização dos CH S e CH PL liberados, prontos para uso.

Para isso, utilizaram-se cronômetros, prancheta e folhas A4. Os fluxos foram desenhados, primeiramente, à mão sobre a planta baixa dos setores, previamente, impressas. Ao final da coleta de dados, foi possível desenhar o diagrama de espaguete e obter o MFV atual.

Ainda segundo Rother e Shook (54), não é necessário que sejam aplicados cálculos estatísticos avançados, mas que se conheçam os tempos de ciclos verdadeiros, mensurados pela pessoa que está desenhando o MFV, pois o propósito do MFV não é a exatidão, mas demonstrar onde ocorre perda de tempo e, conseqüentemente, perda de valor.

Por isso, neste trabalho não foi realizado um estudo de tempo e de métodos com grau de confiança, contudo, mesmo que cronometrados, os tempos de ciclos e o de Lead Time são estimados.

Para a elaboração do MFV estado atual e futuro, foi observada a sequência dos passos referenciada na obra de Worth *et al.* (70)

Antes de iniciar a elaboração do MFV, foi necessário realizar o exercício de averiguar quais eram os clientes e quais eram suas demandas. Os clientes do Hemocentro são os pacientes atendidos no seu próprio ambulatório, as agências transfusionais localizadas no Hospital de Clínicas Unicamp, no hospital da Mulher Prof. Dr. J. A. Pinotti CAISM/Unicamp, e as agências transfusionais de hospitais da cidade de Campinas (SP) e da macrorregião de Campinas.

Após isso, definiu-se o valor segundo os princípios do Lean Healthcare como: disponibilização do CH liberado para uso, dentro dos padrões de qualidade, para todos os pacientes/clientes atendidos direta ou indiretamente pelo Hemocentro da Unicamp.

Uma vez definido o conceito de valor, foi elaborado o MFV estado atual e, para isso, foram analisadas todas as tomadas de tempo dos processos demonstrados neste estudo, desde a entrada do ST total, até o armazenamento do CH liberado e pronto para ser distribuído, conforme as solicitações de cada cliente.

O primeiro mapa elaborado foi o MFV do estado atual do ano de 2019, e, posteriormente, após a coleta de dados no ano de 2023, foram elaborados o MFV do estado atual e do estado futuro relativos a esse ano.

Para a elaboração de tais mapas, inicialmente traçou-se em loco o referido mapa sobre a planta do layout, previamente impressa, do setor de produção. Em seguida, a fim de dar uma melhor aparência e compreensão, transcreveu-se tal desenho para o meio digital, utilizando para isso o programa Microsoft® VISIO® versão 2016.

Para facilitar a sua compreensão e elaboração, dividiram-se os referidos MFV em quatro blocos:

- Bloco 1: Recebimento e cadastro de ST.
- Bloco 2: Extração do CH
- Bloco 3: Armazenamento do CH bloqueado temporário.
- Bloco 4: Liberação e armazenamento do CH liberado.

Para a análise dos tempos, dividiram-se os mesmos em:

- Tempo de Ciclo 1 (TC1) = tempo de produção dos CH PL oriundos de bolsas quádruplas, para isso foram cronometradas somente as atividades que agregaram valor ao processo.
- Tempo de Espera 1 (TE1) = tempos aferidos de atividades que não agregavam valor ao processo de produção do CH PL.
- Lead time (LT1) = tempo total gasto desde a entrada do ST até que o CH PL esteja disponível para ser distribuído para os pacientes/clientes atendidos direta ou indiretamente pelo Hemocentro da Unicamp. Ou seja, o LT1 é a soma do TC1 mais o TE1.
- Tempo de Ciclo (TC2) = tempo de produção dos CH S oriundos de bolsas duplas, para isso foram cronometradas somente as atividades que agregaram valor ao processo.
- Tempo de Espera 2 (TE2) = tempos levantados de atividades que não agregavam valor ao processo de produção do CH S
- Lead time (LT2) = tempo total gasto desde a entrada do ST até que o CH S estivesse disponível para ser distribuído para os pacientes/clientes atendidos direta ou indiretamente pelo Hemocentro da Unicamp. Ou seja, o LT2 é a soma do TC2 mais o TE2.

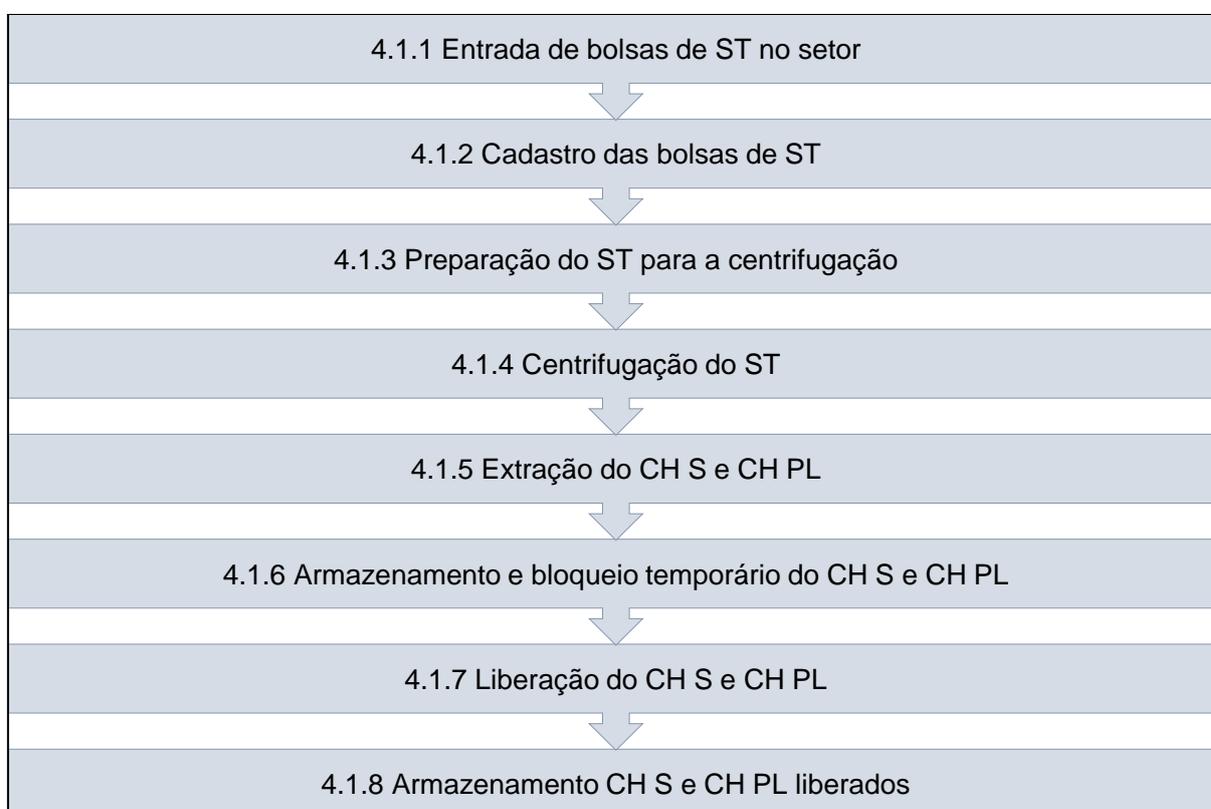
Como tivemos dois MFVs de estado atual estabelecidos em momentos distintos, foi possível estabelecer uma análise comparativa entre eles e analisar se houve alguma mudança entre 2019 e 2023.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Processo

No Quadro 8, estão relacionadas todas as etapas em que foram realizadas as tomadas de tempo e descrição das atividades.

QUADRO 8: Etapas analisadas para a elaboração do Mapa de Fluxo de Valor em 2019 e em 2023



Fonte: Autoria própria

4.1.1 Entrada de bolsas de ST no processamento

A entrada de bolsas de ST no processamento ocorre de duas maneiras, a saber:

4.1.1.1 Entrada de caixas com bolsas de ST coletadas fora do hemocentro da Unicamp

O sangue total coletado fora do Hemocentro é acondicionado em caixas térmicas, com gelo reciclável, protetor térmico e com termômetro para registro e controle de temperaturas máxima e mínima ocorridas durante o transporte. As caixas contendo Sangue Total (ST) chegam advindas das coletas externas dos seguintes postos de coletas: Hospital Municipal Mário Gatti, Hospital Estadual Sumaré e Posto de Coleta de Piracicaba.

As primeiras chegam entre 11h e 11h30min, vindas do Hospital Mario Gatti e Sumaré. Tais caixas são colocadas logo na entrada no setor de processamento em cima de paletes que já ficam no lugar para essa finalidade.

O local padronizado para o recebimento de caixas conta também com armários para armazenar as caixas quando não estão sendo utilizadas – Figura 5.



FIGURA 5: Área de entrada das caixas com bolsas de ST coletadas fora do Hemocentro

Fonte: Registro próprio

As caixas com ST ficam um brevíssimo período de tempo nesse local aguardando para serem desmontadas – Quadro 9.

QUADRO 9: Tempo de espera estimado para iniciar o desmonte da caixa com ST das coletas externas

Ano	Número de bolsas	Tempo de espera estimado
2019	25	65''
	22	109''
	21	83''
Médias estimadas 2019	23	86''
2023	33	163''
	32	122''
	28	156''
Médias estimadas 2023	31	147''

Fonte: Autoria própria

É possível observar que o tempo médio de espera em 2023 é de aproximadamente 58% maior na comparação com o ano de 2019. Além disso, pelo fato de as bolsas quádruplas e duplas chegarem numa mesma caixa, ambas vão apresentar o mesmo tempo de espera.

Na continuidade da entrada das caixas, o técnico verifica no termômetro acoplado à caixa a temperatura do momento, as temperaturas máxima e mínima relativas ao transporte e transcreve essas informações para um formulário específico que acompanha cada caixa – Figura 6.



FIGURA 6: Caixas com bolsas de ST coletadas fora do Hemocentro
Fonte: Registro próprio

Após essa etapa, é feito o desmonte da caixa, ou seja, a caixa é aberta, é retirado o gelox – gelo reciclável –, depois o protetor térmico e, em seguida, são retiradas as bolsas de ST, que são colocadas em uma mesa de apoio, que tem duas prateleiras e rodinhas para facilitar o deslocamento – Figura 7. Não é padronizado o montante de bolsas por prateleiras, porém toma-se o cuidado para não misturar bolsas vindas de lugares diferentes.



Figura 7: Bolsas de ST sobre a mesa de apoio, aguardando para serem cadastradas
Fonte: Registro próprio

Em seguida, a mesa de apoio com as bolsas de ST é deslocada para área de cadastramento e de liberação de bolsas que fica a pouco mais de um metro do local destinado ao recebimento de caixa, onde permanecem aguardando para serem cadastradas no Sistema de Gestão de Hemoterapia – SisGHemot – vide Figura 8 mais à frente.

No Quadro 10, estão relacionados os tempos relativos à atividade de desmonte das caixas térmicas com bolsas de ST coletadas fora do Hemocentro.

QUADRO 10: Tempos de ciclos estimados relativos à atividade de desmonte de caixas com bolsas de ST coletadas fora do Hemocentro

Ano	Número de bolsas	Tempo de ciclo estimado	Tempo de ciclo estimado por bolsa
2019	25	228"	9"
	22	173"	8"
	21	211"	10"
Médias estimadas 2019	23	204"	9"
2023	33	96"	3"
	32	168'	5"
	28	118'	4"
Médias estimadas 2023	31	127"	4"

Fonte: Autoria própria

Em 2023, embora a quantidade média de bolsas por caixa (31) tenha sido maior, o tempo de ciclo médio de desmonte foi 40% menor.

4.1.1.2 Entrada de bolsas coletadas no Hemocentro - Coleta interna

As bolsas de ST vindas do setor de coleta do Hemocentro são denominadas bolsas da coleta interna. Elas são trazidas para o setor de produção pela equipe de coleta ou, eventualmente, são retiradas pelos funcionários do setor de processamento com o auxílio da mesa de apoio com rodinhas, onde ficam aguardando para serem cadastradas. Como na maioria das vezes, observou-se que a atividade foi executada pelo setor de coleta, e ela não foi cronometrada. Entende-se, assim, que isso era uma atribuição do referido setor de coleta e não do setor de produção. Com

isso, os valores de tempo para essa atividade não serão contabilizados para a confecção do MFV. As bolsas da coleta interna não passam por um tempo de espera de entrada, ou seja, entram diretamente para o cadastro.

4.1.2 Cadastro das bolsas de ST no sistema informatizado

As bolsas de ST, tanto da coleta interna, quanto dos postos de coletas e coletas externas, ficam em mesas de apoio aguardando para serem cadastradas – Figura 8.



FIGURA 8: Bolsas de ST aguardando o cadastro no SisGHemot
Fonte: Registro próprio

No Quadro 11, estão relacionados os tempos de espera estimados das bolsas de ST aguardando o cadastro no sistema informatizado SisGHemot.

QUADRO 11: Tempos de esperas estimados das bolsas de ST aguardando o cadastro

Ano	Número de bolsas	Tempos de espera estimados
2019	48	2422''
	37	3749''
	27	2599'
Médias estimadas 2019	37	2923''
2023	27	2940'
	16	1260'
	18	2160'
Médias estimadas 2023	20	2120''

Fonte: Autoria própria

Houve diminuição na média do tempo de espera de 2923" (48,7 minutos), em 2019, para 2120" (35,3 minutos), em 2023. Tem-se também que neste processo, as bolsas duplas e quádruplas não são separadas, ou seja, elas possuem o mesmo tempo de espera.

O cadastro das bolsas de ST é feito em um espaço entre o local onde é feita a distribuição de hemocomponentes e a área de processamento das bolsas – Figura 9.

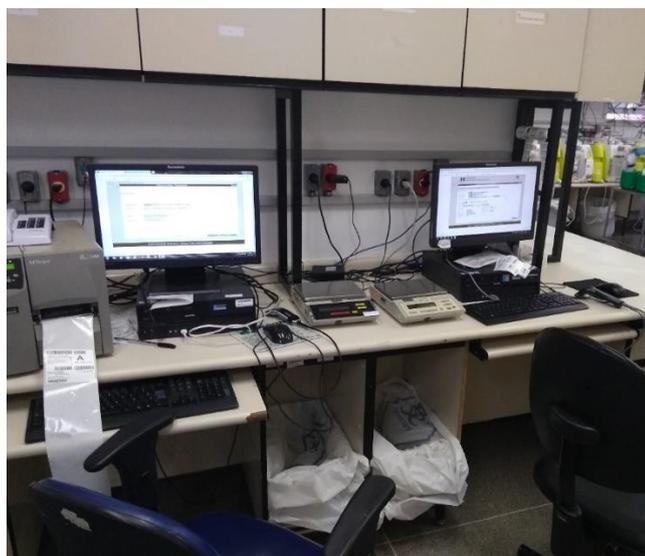


Figura 9: Local onde é feito o cadastro de bolsas de ST sistema informatizado SisGHemot
Fonte: Registro próprio

Esse espaço é composto por uma bancada com dois computadores ligados ao Sistema de Gestão de Hemoterapia – SisGHemot – com leitores ópticos, duas balanças de precisão, duas cadeiras, armários na parte superior, uma impressora térmica de rótulos de hemocomponentes e uma impressora térmica para papéis A4.

Não ocorre a separação das bolsas duplas e quádruplas no momento do cadastro, por isso, não se tem distinção dos tempos para as diferentes bolsas.

No Quadro 12, temos os tempos de ciclos estimados relativos à etapa de cadastro de bolsas de ST no SisGHemot.

QUADRO 12: Tempos de ciclos estimados relativos à etapa de cadastro de bolsas de ST no SisGHemot

Ano	Número de bolsas	Tempo de ciclo estimado	Tempo de ciclo estimado por bolsa
2019	48	965"	20"
	37	694"	19"
	27	829"	31"
Médias estimadas 2019	30	829"	23"
2023	27	499"	18"
	16	405"	25"
	18	382"	21"
Médias estimadas 2023	20	429"	21"

Fonte: Autoria própria

Verifica-se uma diminuição do número de bolsas por lote de 2019 – 30 bolsas – para 2023 – 20 bolsas. Mesmo diante de tal redução, os tempos de ciclos apresentaram-se muito próximos, ocorrendo uma pequena diminuição de 23" para 21", no ano de 2023.

Após o cadastro das bolsas de ST, elas são separadas de acordo com o tipo de bolsa em que foram coletadas, a fim de produzir os diferentes tipos de CH.

Tanto as bolsas de ST quádruplas top and bottom, bem como as bolsas de ST duplas, são colocadas em mesas de apoio, onde ficam aguardando até serem preparadas para o processo de centrifugação – Figura 10. Não se tem uma padronização de quantas bolsas devem ser sobrepostas, gerando, portanto, um amontoado.

As bolsas de ST quádruplas top and bottom têm prioridade no processo de produção, posto que de tais bolsas também é extraído o concentrado de plaquetas que tem um tempo máximo de produção de 24 horas.

A princípio, as bolsas de ST duplas ficam na mesa de apoio para que esfriem. Posteriormente, elas são colocadas em cestos com placas de butanodiol para mantê-las resfriadas. Essas placas são de alumínio, possuem butanodiol no seu interior, e têm a propriedade de resfriar e manter as bolsas até 24 °C por até 24 horas a depender também da temperatura local, o que possibilita a preservação de suas propriedades.



Figura 10: Bolsas de ST acondicionadas em cestos com placas de butanodiol, cadastradas aguardando o preparo para a centrifugação
Fonte: Registro próprio

Muitas vezes, essas bolsas são processadas no período da manhã do dia posterior à coleta, assim, elas passam a noite na placa de butanodiol.

Quando se tem um número maior de bolsas coletadas, fato que acontece principalmente aos sábados, pode acontecer que algum quantitativo de bolsas ST duplas não seja processado no domingo, devido ao menor número de funcionários que trabalham nesse dia e o menor tempo de funcionamento do setor – de 8h as 17h. Nesta situação, as bolsas de ST duplas são armazenadas na câmara fria e o CH S será produzido somente na segunda-feira no período da manhã.

No Quadro 13, estão relacionados o tempo de espera das bolsas desde o cadastro até o início do preparo para a centrifugação. Nele, pode-se observar que existem tempos distintos de espera para bolsas duplas e quádruplas devido a esta última produzir também o concentrado e plaquetas. O tempo estimado foi baseado em relatórios retirados do SisGHemot.

QUADRO 13: Tempo de espera estimado das bolsas de ST desde o cadastro até o início do preparo para a centrifugação

Tipo de bolsa	Ano	Número de bolsas	Tempo de espera estimado
Bolsas quádruplas top and bottom	2019	42	1601''
		49	1832''
		38	1716''
	Médias estimadas 2019	43	1716''
	2023	27	934''
		22	748''
		16	893''
Médias estimadas 2023	22	858''	
Bolsas duplas	2019	21	67701''
		36	67330''
		22	72584''
	Médias estimadas 2019	26	69205''
	2023	32	68892''
		28	67015''
		39	65520''
Médias estimadas 2023	33	67142''	

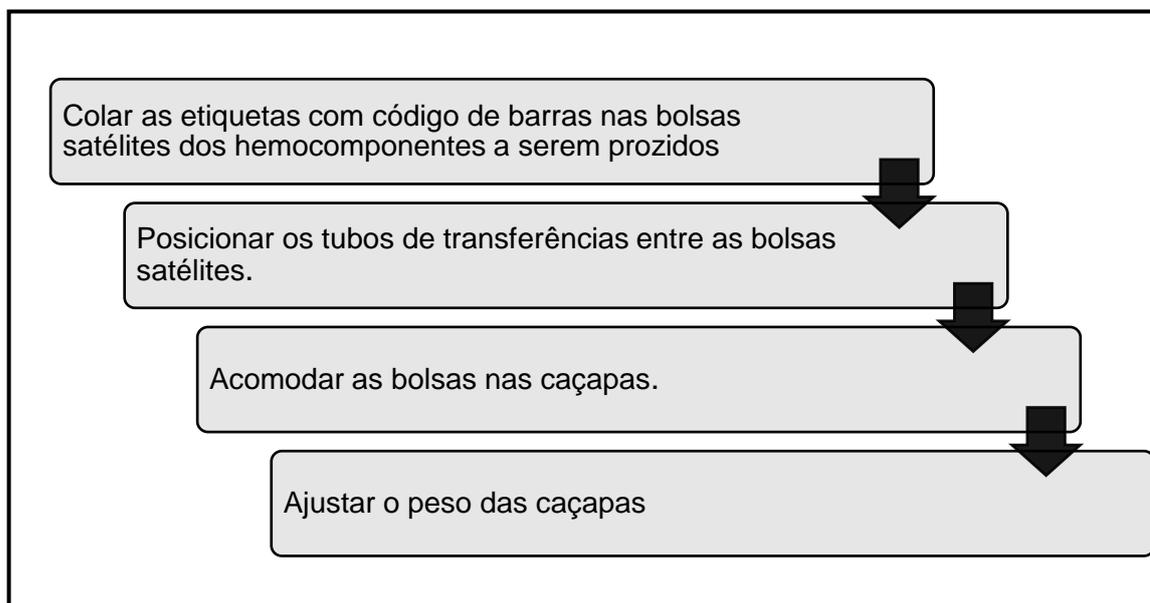
Fonte: Autoria própria

Observa-se que houve uma diminuição do tempo de espera das bolsas quádruplas de 50% entre 2019 e 2023, enquanto o das bolsas duplas foi de 3%. No entanto, permanece a diferença do tempo médio de espera entre as bolsas, sendo que as quádruplas foi de apenas 858'' (12 minutos) enquanto que o das bolsas duplas foi de 67.142'' (18 horas), devido à necessidade de priorizar a centrifugação das bolsas quádruplas.

4.1.3 Preparação das bolsas de ST para a centrifugação

A preparação das bolsas de ST para centrifugação é uma etapa muito importante, pois pode impactar na qualidade da centrifugação e, conseqüentemente, no restante do curso da produção de hemocomponentes. No Quadro 14, estão descritas as etapas da preparação das bolsas de ST para serem centrifugadas.

QUADRO 14: Sequência das etapas de preparação das bolsas de ST para serem centrifugadas



Fonte: autoria própria

No local destinado à preparação das bolsas de ST, estão dispostos rolos com etiquetas pré-impressas com código de barras – Figura 11. Esses códigos de barras estão vinculados ao tipo de hemocomponente que será produzido, assim no rolo número 1 temos etiquetas com códigos de barras para identificar as bolsas com plaquetas, no 2, as etiquetas para identificar as bolsas com plasma e, assim, sucessivamente. Deste modo, as etiquetas serão coladas nas respectivas bolsas-satélite destinadas a cada um dos diferentes hemocomponentes.



FIGURA 11: Rolos de etiquetas pré-impressas com códigos de barras
Fonte: registro próprio

Outra etapa importante dentro desse processo é colocar os tubos de transferência ou de conexão da bolsa, também chamados de "macarrão", "espaguete" ou "manguito", num posicionamento específico para que eles não se soltem durante o processo de centrifugação.

Após essa etapa, as bolsas são colocadas em caçapas individuais, ou seja, cada caçapa acomoda uma bolsa de ST. As centrífugas do setor de produção são numeradas para melhor identificação, permitindo que se tenha um rastreamento do processo produtivo. Cada centrífuga possui 6 caçapas identificadas com o mesmo número de identificação da centrífuga, evitando que ocorra troca de caçapas entre as centrífugas e prejudique a centrifugação.

Para organizar as bolsas nas centrífugas é importante distribuí-las contrabalanceando os pesos. Para isso as bolsas são colocadas dentro das caçapas e são pesadas duas a duas em uma balança de braço, a fim de se corrigir a diferença de pesos entre elas. Para essa correção, utilizam-se pequenos pedaços de borrachas – Figura 12. Por fim, utiliza-se uma balança de precisão que fica ao lado da balança de braço, para confirmar o peso das bolsas, sempre duas a duas. Em seguida, as bolsas ficam aguardando para serem centrifugadas.



FIGURA 12: Local de preparação das bolsas de ST para a centrifugação
Fonte: registro próprio

Essa etapa é muito relevante, pois, como as caçapas serão colocadas em lados opostos na centrífuga, o ajuste dos pesos garante o equilíbrio e evita trepidação do equipamento no processo de centrifugação. É importante ressaltar que são centrifugadas bolsas do mesmo tipo em cada centrifugação, ou seja, bolsas duplas com bolsas duplas, bolsas quádruplas com bolsas quádruplas e assim por diante.

No Quadro 15, temos os tempos de ciclos estimados relativos à fase de preparação do ST para a centrifugação, cujos os tempos são diferentes para as diferentes bolsas.

QUADRO 15: Tempos de ciclos estimados relativos à fase de preparação do ST para a centrifugação.

Tipo de bolsa	Ano	Número de bolsas	Tempo de ciclo estimado	Tempo de ciclo estimado por bolsa
Bolsas quádruplas Top and Bottom	2019	46	1958''	43''
		34	1821'	54''
		38	1783'	47''
	Médias estimadas 2019	37	29'	48''
	2023	27	805''	30''
		23	744''	32''
		19	755''	40''
	Médias estimadas 2023	23	768''	34''
	Bolsas duplas	2019	22	932''
21			948''	45''
33			1316''	40''
Médias estimadas 2019		25	1065''	42''
2023		31	1263''	41''
		26	840''	32''
		29	922''	32''
Médias estimadas 2023		29	1008	35''

Fonte: Aatoria própria

Nota-se que os tempos de ciclos das duas bolsas diminuíram tanto em 2019 quanto em 2023. A maior diminuição do tempo foi no ciclo das bolsas quádruplas, 14'' (aproximadamente 31%), contra 7'' (aproximadamente 17%) das bolsas duplas.

Após a preparação do ST para a centrifugação, observou-se que frequentemente as bolsas ficam um tempo esperando para serem colocadas nas centrífugas, conforme evidenciado na Figura 13.



FIGURA 13: Caçapas com bolsas de ST aguardando para serem colocadas nas centrífugas

Fonte: registro próprio

Já no Quadro 16, observa-se o tempo de espera estimado que as bolsas de ST ficam aguardando para iniciar a centrifugação.

QUADRO 16: Tempo de espera estimado que as bolsas de ST ficam aguardando para iniciar a centrifugação

Tipo de bolsa	Ano	Número de bolsas	Tempo de espera estimado
Bolsas quádruplas top and bottom	2019	46	221''
		34	226''
		38	317''
	Médias estimadas 2019	39	255''
	2023	27	238''
		11	150''
		16	111''
	Médias estimadas 2023	18	172''
Bolsas duplas	2019	26	266''
		22	254''
		24	283''
	Médias estimadas 2019	24	268''
	2023	31	151''
		26	178''
		29	182''
	Médias estimadas 2023	29	170''

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar uma diminuição nos tempos de espera de ambas as bolsas quando comparado os tempos de 2019 com os de 2023. Observa-se que houve uma maior queda nas bolsas duplas 98'' (37%), enquanto nas bolsas quádruplas a redução foi de 83'' (32%). Ainda pode-se ressaltar que no ano de 2023, ambas apresentaram quase o mesmo tempo de espera, ou seja, 170'' para as bolsas duplas e 172'' para as quádruplas.

4.1.4 Centrifugação

Existem cinco centrífugas no setor de processamento, todas da marca Thermo Scientific e modelo Sorval RC 3BP+, instaladas próximas entre si e dos aparelhos de extração semiautomatizada de hemocomponentes, porém elas não estão dispostas lado a lado.

Cada centrífuga apresenta vários programas específicos, todos validados de acordo com a especificidade do hemocomponente que será obtido. No caso da

obtenção do Concentrado de Hemácias (CH), oriundo de ST, os programas vão se diferenciar de acordo com as diferentes bolsas usadas para a coleta do ST. Assim, há programas utilizados para bolsas quádruplas top and bottom que irão originar as bolsas de CH PL e bolsas duplas que vão gerar o CH S.

Na coleta de dados realizada em 2019, uma das cinco centrífugas estava quebrada, ou seja, fora de uso e aguardando conserto. Em 2023, encontrou-se o mesmo número de centrífugas no setor, sendo que uma também se encontrava defeituosa, portanto não estava sendo utilizada e esperava por reparo. Em ambos os casos, não foi possível precisar ao certo quanto tempo tais aparelhos estavam quebrados, mas foi possível obter informações que, apesar de haver um cronograma de manutenção preventiva, validação e calibração das centrífugas, as quebras e outros problemas são recorrentes.

Um outro cenário se repetiu em 2019 e em 2023. Uma das quatro centrífugas que estava funcionando operava apenas para rodar bolsas duplas, pois nos outros programas apresentava erros e inconsistência durante a rotação.

Para este estudo foi definido que o tempo de ciclo estimado da fase de centrifugação inclui o abastecimento das centrífugas com bolsas de ST, o tempo de rotação e a retirada das bolsas das centrífugas – Quadro 17.

Ainda, definiu-se que o tempo de ciclo estimado por bolsa é o mesmo para todas as bolsas da mesma categoria, uma vez que elas são colocadas e retiradas da centrífuga ao mesmo tempo a cada rodada de centrifugação.

QUADRO 17: Tempos de ciclos estimados relativos à fase centrifugação de acordo com o tipo de bolsa.

Tipo de bolsas	Ano	Número de bolsas	Tempo ciclo estimado (abastecimento + rotação + retirada da centrífuga)
Bolsas quádruplas top and bottom	2019	06	1098''
		06	1145''
		06	1114''
	Médias estimadas 2019	06	1119''
	2023	06	1126''
		06	1099''
		06	1103''
	Médias estimadas 2023	06	1109''
Bolsas duplas	2019	06	995''
		06	991''
		06	1098''
	Médias estimadas 2019	06	1028''
	2023	06	1013''
		06	1049''
		06	1062''
	Médias estimadas 2023	06	1041''

Fonte: Autoria própria

Quando comparamos os anos de 2019 e 2023, observamos que em 2023 houve uma redução de 10'' (1%) no tempo de ciclo das bolsas quádruplas e que houve aumento no tempo de ciclo das bolsas duplas. Ressalta-se que os tempos de rotação das centrífugas permaneceram os mesmos em 2019 e 2023.

Muitas vezes, após a centrifugação, as bolsas ficam aguardando sobre uma mesa de apoio, para serem colocadas nos aparelhos de extração de hemocomponentes. Isso ocorre mesmo que esses aparelhos estejam vazios, pois os funcionários juntam certo montante para iniciarem o processo de extração – Figura 14.

Outra situação que também gera espera antes da extração é quando se tem uma grande quantidade de bolsas centrifugadas, pois, nesse caso, a quantidade de aparelhos de extração é insuficiente para atender a demanda.



FIGURA 14: Caçapas com bolsas de ST após centrifugação aguardando para serem colocadas nos aparelhos de extração de hemocomponentes
Fonte: Registro próprio

Observa-se que nesta foto os aparelhos extratores de hemocomponentes ainda estão vazios.

No Quadro 18, estão relacionados o tempo de espera estimado das bolsas de ST para iniciarem o processo de fracionamento após centrifugação, separados de acordo com o tipo de bolsa.

QUADRO 18: Tempo de espera estimado das bolsas de ST para iniciarem o processo de fracionamento após centrifugação

Tipo de bolsas	Ano	Número de bolsas	Tempo de espera estimado
Bolsas quádruplas top and bottom	2019	18	785''
		12	918''
		24	621''
	Médias estimadas 2019	18	775''
	2023	12	222''
		06	248''
		06	374''
	Médias estimadas 2023	08	281''
Bolsas duplas	2019	12	529''
		12	630''
		18	748''
	Médias estimadas 2019	14	636''
	2023	06	153''
		06	178''
		06	204''
	Médias estimadas 2023	06	178''

Fonte: Autoria própria

Houve uma redução significativa no tempo de espera de ambas as bolsas do ano de 2019 para 2023, sendo de 494'' (64%) ou, aproximadamente, oito minutos para as bolsas quádruplas, e 458'' (72%), cerca de sete minutos e meio para as bolsas duplas.

4.1.5 Extração do CH S e CH PL

No setor de produção, existem sete extratores semiautomatizados, quatro da marca Fresenius, modelo CompoMat® G5, e três da marca Delcon, modelo Giotto, conforme pode ser visto na Figura 15. Os aparelhos são usados para auxiliar na extração das camadas de hemocomponentes separadas na centrifugação. Eles têm a função de comprimir a bolsa de forma que as porções separadas na centrifugação drenem para as bolsas-satélite, de acordo com o tipo de bolsa e de hemocomponente que se pretende obter.

Na coleta de dados do ano de 2019, existiam sete extratores semiautomatizados, cinco eram da marca Fresenius e dois da Delcon. Isso ocorre porque os extratores são específicos para cada marca de bolsa usada – Figura 15.



FIGURA 15: Extratores semiautomáticos de componentes sanguíneos, três do modelo Giotto (Delcon), na cor cinza com detalhes em preto, e quatro do modelo CompoMat® G5 (brancas e amarelas)

Fonte: Registro próprio

Sendo assim, em 2019, observou-se uma maior utilização dos extratores do modelo CompoMat® G5 para a extração do CH, pois a maioria das bolsas usadas, tanto as quádruplas top and botton, quanto as duplas, era da marca Fresenius, específicas para o extrator CompoMat® G5

Já em 2023, foi observada uma utilização mais igualitária entre as duas marcas de aparelhos para a obtenção do CH, posto que as bolsas duplas eram da marca JP, portanto deveriam ser processadas no modelo específico Giotto-Delcon. As bolsas quádruplas top and botton continuavam da marca Fresenius, portanto com o mesmo extrator.

Todos os extratores estavam devidamente calibrados e validados para a extração dos diferentes tipos de hemocomponentes. O tempo para se colocar as bolsas nos extratores vai variar de acordo com o tipo de bolsa, tipo de extrator e o tipo de hemocomponente que será produzido. Para cada uma dessas opções existe uma sequência de ações para o correto manuseio do equipamento.

Após a instalação da bolsa, o operador aciona o equipamento para o início do processo selecionado. Assim, o tempo de ciclo estimado de extração vai desde o momento do correto posicionamento das bolsas no aparelho, até o final da extração,

quando o próprio aparelho faz as selagens dos macarrões da bolsa. No Quadro 19, apresenta-se o tempo de extração de hemocomponentes de acordo com a bolsa utilizada.

QUADRO 19: Tempos de ciclos estimados da extração de hemocomponentes de acordo com o tipo de bolsa utilizada.

Tipo de bolsa	Ano	Número de bolsas	Tempo de ciclo estimado	
Bolsa quádrupla: obtenção de Concentrado de Hemácias Pobres em Leucócitos, Plasma e Buffy Coat	2019	01	254''	
		01	253''	
		01	242''	
	Médias estimadas 2019	01	250''	
	2023	01	259''	
		01	272''	
		01	283''	
	Médias estimadas 2023	01	271''	
	Bolsa dupla: obtenção de CH e plasma	2019	01	110''
			01	115''
01			105''	
Médias estimadas 2019		01	110''	
2023		01	108''	
		01	119''	
		01	113''	
Médias estimadas 2023		01	113''	

Fonte: autoria própria

Percebe-se um aumento nos tempos de ciclo de 2019 para 2023, tanto em relação as bolsas quádruplas 21'' (8%), como nas bolsas duplas 3'' (3%). Salienta-se que não houve mudanças na programação e padronização dos aparelhos nos referidos anos.

Na bolsa dupla, o Plasma é extraído para uma bolsa-satélite que fica posicionada na parte superior do aparelho, deixando o concentrado de hemácias juntamente com a camada leucoplaquetária na bolsa primária. No final do processo,

a máquina faz as selagens e a separação das bolsas, e obtém-se dois hemocomponentes – CH e Plasma.

Na bolsa quádrupla, o plasma é retirado para uma bolsa-satélite pela saída superior, e as hemácias vão para uma segunda bolsa-satélite, conectada na saída inferior da bolsa, que contém o Sag Manitol – SAG M –, que é uma substância que ajuda na preservação das hemácias, entre outras funções. Na bolsa matriz, que está ligada ainda a uma terceira bolsa-satélite, permanece uma camada leucoplaquetária com um quantitativo de hemácias que denominamos Buffy Coat.

Após o fracionamento, são retiradas as bolsas contendo CH e os demais hemocomponentes. As bolsas são colocadas na parte inferior das mesas de apoio, umas sobrepostas as outras, conforme mostrado na Figura 16, onde permanecem até serem armazenadas.



FIGURA 16: Bolsas de CH após fracionamento do ST aguardando para serem armazenadas na câmara fria

Fonte: Registro próprio

No Quadro 20, estão evidenciados o quantitativo de bolsas, bem como, os tempos de esperas estimados das bolsas de CH entre a finalização da extração até o armazenamento na câmara fria a 4°C.

QUADRO 20: Tempos de esperas estimados das bolsas de CH entre a finalização da extração até o armazenamento na câmara fria a 4°C.

Tipo de bolsa	Ano	Número de bolsas	Tempo de espera estimado para o armazenamento	
	2019	42	1560''	
		46	1841''	
		51	1595'	
	Médias estimadas 2019	46	1665''	
	2023	26	1030''	
		34	787''	
		19	1467''	
	Médias estimadas 2023	26	1095''	
	Bolsas duplas	2019	17	573''
			19	525''
22			679''	
Médias estimadas 2019		19	592''	
2023		18	590''	
		23	724''	
		22	858''	
Médias estimadas 2023	21	724''		

Fonte: autoria própria

Existe um comportamento distinto dos tempos de espera. Em relação à bolsa quádrupla, o tempo diminuiu 570'' (34%) de 2019 para 2023. Já nas bolsas duplas, houve um aumento de 132'' (22%) no mesmo período.

Não há padronização de um quantitativo de bolsas de CH e nem do tempo que elas devem permanecer nesse local. Normalmente, espera-se juntar um acumulado de hemocomponentes para, posteriormente, guardá-los na câmara fria.

4.1.6 Armazenamento do CH S e CH PL bloqueados temporários na câmara fria

As bolsas de CH recém-produzidas, em sua maior parte, não têm os resultados dos exames sorológicos, imuno-hematológicos e do NAT. Por esse motivo, permanecem bloqueadas, ou seja, não estão prontas para serem liberadas para transfusão. Essas bolsas, dentro do Hemocentro da Unicamp, são chamadas de CH bloqueado temporário. Como ainda não estão prontas para serem transfundidas,

devem ser reunidas em um espaço específico destinado para tal, a fim de não correr o risco de se misturar com bolsas de CH que já estão liberadas para transfusão. O armazenamento separado está previsto na legislação.



FIGURA 17: Bolsas armazenadas em gaveta plástica (Bin) identificadas de acordo com o posto de coleta, e armazenadas em um espaço da câmara fria destinado guarda de bolsas “bloqueadas temporárias”
Fonte: Registro próprio

Conforme demonstrado na Figura 17, as bolsas recém-produzidas são guardadas em gaveta plástica (Bin) específicas e identificadas de acordo com o posto de coleta, em um espaço da câmara fria destinado ao armazenamento de bolsas “bloqueadas temporárias ou aguardando liberação”. O armazenamento em gaveta plástica é identificado de acordo com o local onde as bolsas de ST foram coletadas – coletas externas, Piracicaba, Hospital Municipal Mário Gatti, coleta interna, entre outros – e tem a finalidade de facilitar uma eventual busca para descartar o hemocomponente ou reajustar o volume, entre outros motivos.

O tempo de ciclo desta etapa é relativo ao tempo de separar as bolsas de acordo com o posto de coleta, transportar as bolsas do local de produção e armazená-las em suas respectivas gavetas plásticas na câmara fria. No quadro 21, tem-se os tempos de ciclos estimados para armazenar bolsas de CH bloqueadas nas respectivas gavetas plásticas.

QUADRO 21: Tempos de ciclos estimados para armazenar bolsas de CH bloqueadas

Tipo de bolsa	Ano	Número de bolsas	Tempo de ciclo estimado para o armazenamento	Tempo de ciclo estimado por bolsa para o armazenamento
Bolsas quádruplas top and bottom	2019	55	273"	5"
		46	236"	5"
		51	296"	6"
	Médias estimadas 2019	51	268"	5"
	2023	42	206"	4"
		38	215"	5"
		46	229"	4"
	Médias estimadas 2023	42	217"	4"
Bolsas duplas	2019	36	226"	6"
		32	191"	6"
		33	232"	7"
	Médias estimadas 2019	34	216"	6"
	2023	40	243"	6"
		36	185"	5"
		33	174"	5"
	Médias estimadas 2023	36	201"	5"

Fonte: Autoria própria

A variação no tempo de ciclo é quase inexistente para ambas as bolsas quando se compara 2019 com 2023, mesmo que em relação ao número de bolsas tenha ocorrida uma diminuição (18%) das bolsas quádruplas, enquanto nas bolsas duplas houve um pequeno aumento (6%).

Entre 2019 e 2023, foi definido que o CH bloqueado temporário seria armazenado somente nas câmaras frias, ou seja, não seriam mais armazenadas em geladeiras conforme estava descrito no MFV, de 2019. Essa mudança eliminou a etapa de transferência de CH da câmara fria para as geladeiras, conseqüentemente, houve a diminuição da manipulação do produto e do tempo do processo.

Os testes laboratoriais de sorologia, imuno-hematologia e moleculares (NAT) realizados nas amostras dos doadores são executados nos laboratórios do

Hemocentro da Unicamp. Devido à peculiaridade de cada uma das categorias dos testes, os resultados deles ficam prontos em momentos distintos, sendo o teste NAT de maior duração. Uma vez que se obtêm os resultados, eles são interfaceados diretamente dos aparelhos que executam tais procedimentos para o SisGHemot.

Enquanto não se tem os resultados dos testes laboratoriais, as bolsas de CH permanecem na câmara fria a 4°C no local destinado a bolsas bloqueadas temporariamente. No Quadro 22, temos o tempo de espera estimado de permanência do CH na câmara fria a 4°C aguardando o resultado dos testes.

QUADRO 22: Tempo de espera estimado de permanência do CH na câmara fria a 4°C aguardando o resultado dos testes laboratoriais

Tipo de bolsa	Ano	Número de bolsas	Tempo de espera estimado
Bolsas quádruplas top and bottom	2019	57	86400''
		53	86400''
		55	86400''
	Médias estimadas 2019	55	86400''
	2023	26	79200''
		34	79200''
		19	79200''
	Médias estimadas 2023	26	79200''
Bolsas duplas	2019	17	30600''
		19	30000''
		22	28800''
	Médias estimadas 2019	19	29800''
	2023	23	23400''
		20	25200''
		22	22800''
	Médias estimadas 2023	22	23800''

Fonte: Autoria própria

Podem-se observar reduções nos tempos de espera de 2019 para 2023 tanto para as bolsas quádruplas 7.200'' (8% ou 120 minutos), quanto para as bolsas duplas 6.000'' (20% ou 100 minutos).

Assim, após o armazenamento, os CHs ficam aguardando os resultados dos testes, que são decisivos para definir se está liberado para transfusão.

4.1.7 Liberação do CH bloqueado temporário

As bolsas de CH bloqueadas temporárias somente são liberadas quando todos os resultados dos exames sorológicos, imuno-hematológicos e moleculares (NAT) estão prontos. Assim, devido ao tempo de execução desses exames, tais hemocomponentes são liberados no dia posterior a sua produção, após às 17 horas. Toda a liberação é realizada no SisGHemot.

A liberação ocorre em duas fases. Na primeira, é feita a leitura dos códigos de barra do número ISBT de doação que está na etiqueta da bolsa colocada no momento da coleta, e a leitura do código de barras referente ao hemocomponente produzido, que é colocado no preparo das bolsas de ST para centrifugação, antes de encaixar as bolsas.

Em seguida, se o hemocomponente estiver liberado é gerada e impressa uma etiqueta contendo todas as informações que são exigidas pela legislação, tais como o código de barras com o número de doação, código de barras específico do hemocomponente contido na bolsa, código de barras com o grupo sanguíneo ABO/RH, resultado negativo de exames, e código de barras com a data de validade. Esta etiqueta é colada na bolsa de CH.

Um segundo operador realiza a conferência das iniciais do nome do doador presentes nessa nova etiqueta com as iniciais indicadas na etiqueta da coleta. Nesse momento também se realiza a conferência do volume, dos resultados dos exames de pesquisa de anticorpos irregulares (PAI) e da presença ou ausência da hemoglobina S. Se o PAI ou a hemoglobina S forem positivos, deve-se circular tal informação no rótulo, a fim de destacar e chamar a atenção para essa informação. Logo a frente desses resultados, o técnico rubrica sua assinatura, confirmando que as informações foram verificadas.

Na Figura 18, pode-se observar um CH devidamente liberado, ou seja, apto para transfusão.



FIGURA 18: CH devidamente rotulado após a liberação no SisGHemat
Fonte: registro próprio

A segunda fase da liberação, que também é realizada pelo segundo operador, consiste em ler o código de barras do número ISBT da etiqueta da coleta, ler o código de barras com o número ISBT presente na etiqueta que acabou de ser impressa e colada na bolsa e, por fim, ler o código de barras do hemocomponente correspondente à bolsa que está sendo conferida, que também está presente na referida etiqueta impressa. O código de barras com número de ISBT de identificação da doação presente na etiqueta da coleta tem que ser o mesmo presente na etiqueta de liberação, bem como o hemocomponente produzido tem de ser o mesmo especificado.

A segunda fase da liberação visa trazer maior segurança no processo de etiquetagem, pois ocorre a conferência dos códigos de barras de cada etiqueta.

Na coleta de dados realizada no de 2019, notou-se que, normalmente, apenas um mesmo técnico é quem realiza a liberação das bolsas de CH. Apesar de dois computadores estarem ligados à impressora térmica de etiquetas de bolsas, apenas um deles, e sempre o mesmo, é utilizado para realizar essa liberação.

Já no levantamento realizado em 2023, observou-se outra organização, como, por exemplo, a existência de uma escala entre os colaboradores para a execução da tarefa, e sempre dois operadores realizando a mencionada tarefa.

Na Figura 19, podemos observar o local em que está o computador preterido para a liberação do CH, que é o mesmo local onde é feito o cadastro inicial das bolsas de ST, quando entram no processo de processamento das bolsas.



Figura 19: Computador 1 é mais utilizado para liberação do CH que o computador 2

Fonte: registro próprio

No Quadro 23, estão relacionados os tempos de liberação do CH. Nota-se que não se observou distinção entre a liberação do CH S e o CH PL. Assim, considera-se que o tempo de liberação de ambas as bolsas é o mesmo, por isso não houve separação no referido quadro.

QUADRO 23: Tempos de ciclos estimados para a liberação de bolsas de CH bloqueadas temporário.

Ano	Número de bolsas	Tempo de ciclo estimado	Tempo estimado por bolsa
2019	25	896"	36"
	32	747"	23"
	38	1013"	27"
Médias estimadas 2019	32	885"	29"
2023	48	578"	12"
	53	640"	12"
	51	676"	13"
Médias estimadas 2023	51	631"	12"

Fonte: autoria própria

Nota-se que mesmo ocorrendo o aumento (59%) no número de bolsas de 2019 para 2023, verificou-se uma redução 17" (59%) no tempo de ciclo.

Como se trata de uma sequência de ações padronizadas, em relação às variações encontradas, pode-se inferir que elas podem estar relacionadas às pessoas que realizam o procedimento.

4.1.8 Armazenamento do CH liberado

4.1.8.1 Geladeiras de bolsas

Antes de armazenar as bolsas, verifica-se se há bolsas liberadas na câmara fria e, se houver, elas devem ser colocadas nas duas geladeiras específicas para guardar CH liberado – Figura 20 – que estão presentes na sala de distribuição. Assim, as bolsas recém-liberadas devem completar a capacidade das referidas geladeiras.



FIGURA 20: Geladeira de bolsas para armazenamento de CH liberados
Fonte: registro próprio

As bolsas são armazenadas de acordo com a tipagem sanguínea ABO/RH, sendo que as mais novas sempre são colocadas atrás das bolsas mais velhas, seguindo a regra básica para armazenamento de estoque: “primeiro a entrar, primeiro a sair”. No Quadro 24, podemos observar o tempo de ciclo estimado para executar tal tarefa.

QUADRO 24: Tempos de ciclos estimados para armazenamento dos CH liberados, na geladeira de bolsas destinada a esse fim.

Ano	Número de bolsas	Tempo estimado de ciclo	Tempo estimado por bolsa
2019	22	114"	5"
	27	201"	7"
	33	192"	6"
Médias estimadas 2019	27	169"	6"
2023	44	145"	3"
	36	136"	4"
	38	163"	4"
Médias estimadas 2023	39	148"	4"

Fonte: autoria própria

Apesar de ter um aumento do número de bolsas (44%), é possível observar uma diminuição no tempo de ciclo 2" (33%). Ressalta-se, ainda, que não se observou diferença no armazenamento do CH S e do CH PL. Com isso, não há a necessidade de separar os tempos dessas bolsas.

4.1.8.2 Câmara fria

Uma vez que a capacidade de armazenamento das geladeiras destinadas a bolsas liberadas foi atingida, o restante passa a ser armazenado em gaveta plástica (Bin) adequadamente identificadas numa área reservada para CH liberados dentro da câmara fria – Figura 21. Além dessas, as bolsas de CH que possuem fenótipos também são armazenadas na referida câmara até o dia posterior, a fim de que possam ser analisadas se vão ser direcionadas a algum paciente do ambulatório do hemocentro. No Quadro 25, temos os tempos de ciclos estimados para armazenamento das bolsas CH liberadas excedentes e CH fenotipadas na câmara fria a 4°C.



FIGURA 21: Área destinada ao armazenamento de CH liberados dentro da câmara fria

Fonte: registro próprio

QUADRO 25: Tempos de ciclos estimados para armazenamento das bolsas CH liberadas excedentes e CH fenotipadas na câmara fria a 4°C.

Ano	Número de bolsas	Tempo estimado do ciclo	Tempo estimado por bolsa
2019	23	109"	5"
	18	124"	7"
	26	190"	7"
Médias estimadas 2019	22	141"	6"
2023	32	164"	5"
	45	190"	4"
	30	156"	5"
Médias estimadas 2023	36	170"	5"

Fonte: Autoria própria

Tem-se uma diminuição de apenas 1" no tempo de ciclo, apesar do crescimento (64%) no número de bolsas. Mais uma vez, não ocorre distinção entre bolsas quádruplas ou duplas. Por este motivo, elas não foram apresentadas separadamente no quadro acima.

4.2 Estudo de melhorias

4.2.1 Desenho do Diagrama de Espaguete (DE) atual

A partir das observações realizadas em loco, foi possível desenhar o Diagrama de Espaguete (DE) do estado atual dos anos de 2019 – Figura 22 – e 2023 – Figura 23 –, a fim de evidenciar os caminhos percorridos pelas bolsas de ST e CH. O desenho foi feito sobre a planta baixa do setor de produção do Hemocentro da Unicamp.

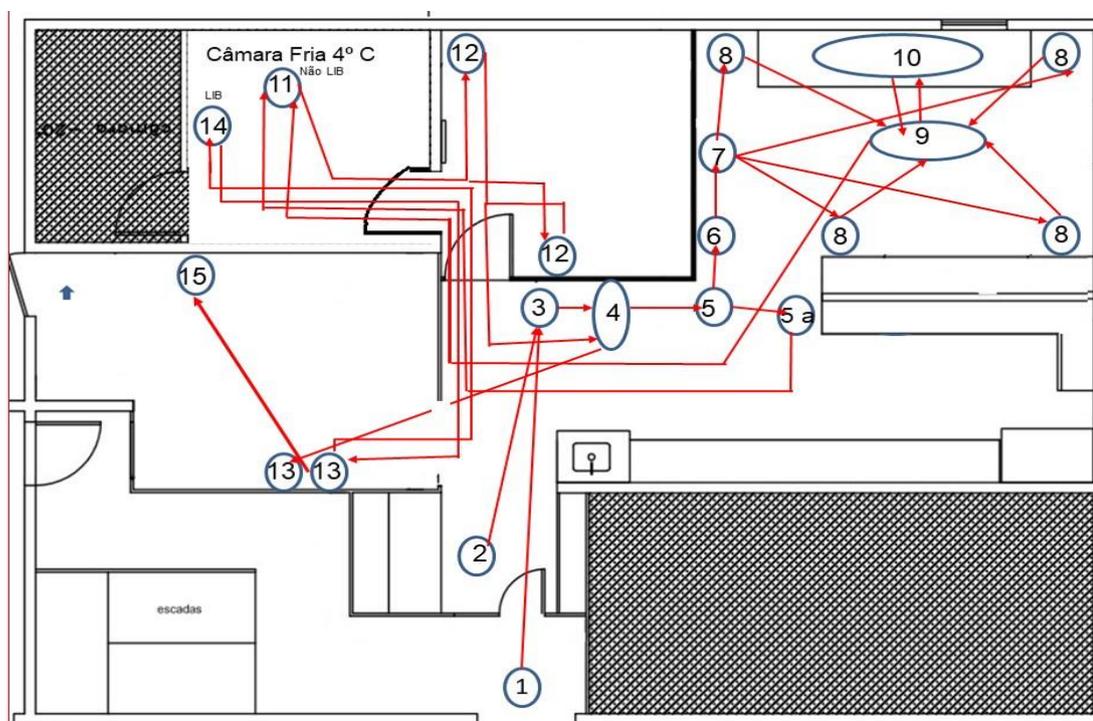


FIGURA 22: DE ilustrando o movimento do ST e do CH dentro do setor de produção, em 2019

Fonte: Adaptado da planta baixa do setor de produção do Hemocentro da Unicamp

Legenda

- 1 - Bolsas de ST vindas da coleta interna
- 2 - Área de recebimento de caixas de ST
- 3 - Mesa de apoio onde bolsas de ST ficam aguardando para serem cadastradas
- 4 - Computador para cadastro do ST e liberação dos hemocomponentes
- 5 e 5a - Local onde as bolsas de ST cadastradas aguardam o preparo para iniciar a fase de centrifugação

- 5 e 5ª - Local onde as bolsas de ST cadastradas aguardam o preparo para iniciar a fase de centrifugação
- 6 - Preparação das bolsas de ST para a centrifugação
- 7 - Balança para pesagem das bolsas dentro das caçapas da centrífuga
- 8 - Centrífugas refrigeradas
- 9 - Carrinhos de apoio usados no pré-fracionamento do ST – parte superior – e para colocar os hemocomponentes gerados após o fracionamento – prateleiras inferiores
- 10 - Aparelhos de extração de hemocomponentes semiautomatizados
- 11 - Local específico na câmara fria 4°C para armazenamento do CH bloqueado temporário
- 12 - Geladeira de bolsas para guardar CH liberados
- 13 - Local específico na câmara fria 4°C para armazenamento do CH liberados
- 14 - Computador para distribuição de Hemocomponentes liberados

Nos DEs de 2019 e de 2023, podem-se observar grande número de linhas em várias direções, avançando e retornando para diferentes postos de trabalho; intensa movimentação da bolsa de CH; e a ocorrência de cruzamentos de fluxo em vários pontos.

4.2.2 Desenho do Diagrama de Espaguete estado futuro

Durante o desenvolvimento deste estudo, o Hemocentro da Unicamp apresentou um projeto de reforma da área física no setor de produção, que inclui a construção de uma área física que aumentará a atual de 117 m² para 140 m². Além do projeto, o setor apresentou uma planta baixa com um novo layout – Figura 24 – que o setor de produção da Unicamp, gentilmente, cedeu junto com o memorial de atividades, para esta pesquisa.

Com isso, optou-se por elaborar o Diagrama de Espaguete (DE) do estado futuro sobre o novo layout, pois foi possível localizar onde ficariam as células de trabalho, permitindo assim, o desenho dos fluxos do ST e do CH.

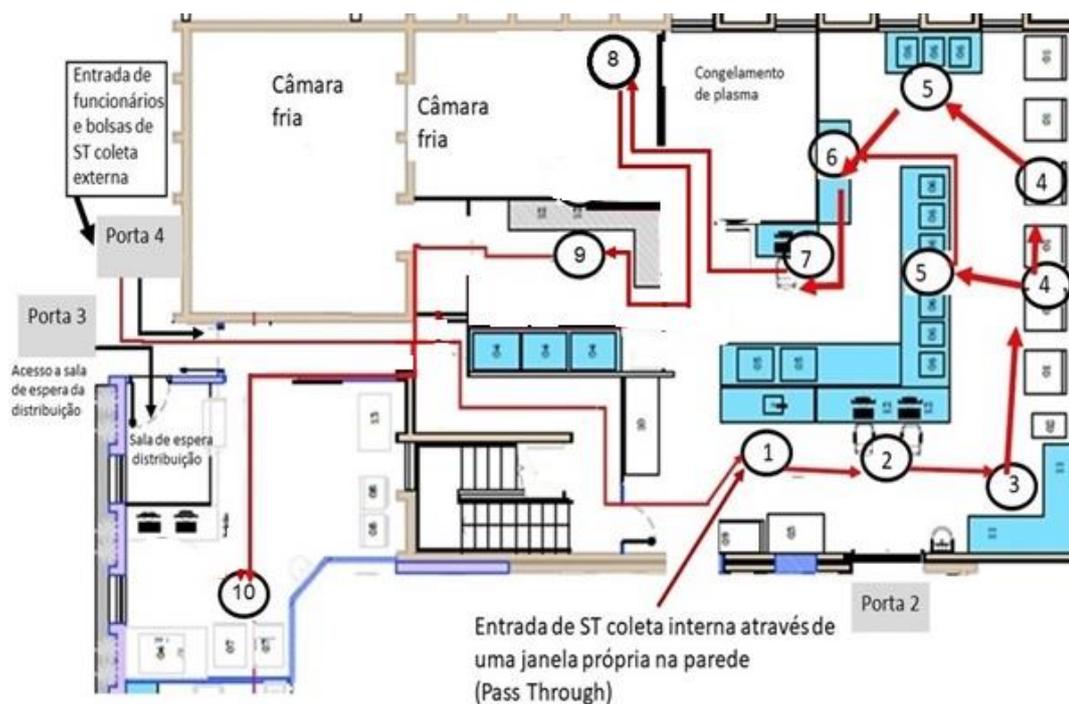


FIGURA 24: Diagrama de espaguete estado futuro ilustrando o movimento do ST e do CH dentro do setor de produção

Fonte: Adaptado da planta baixa do setor de produção do Hemocentro da Unicamp

Legenda

- 1 - Área de recebimento de caixas de ST
- 2 - Computador para cadastro do ST
- 3 - Preparo das bolsas de ST para a centrifugação
- 4 - Centrífugas refrigeradas de bolsas
- 5 - Aparelhos de extração de hemocomponentes semiautomatizados
- 6 - Bancada de apoio onde os hemocomponentes ficam aguardando para que seja realizado o interfaceamento dos dados dos extratores para o programa SisGHemot
- 7- Local onde ficam os computadores que realizam o interfaceamento dos dados. Se necessário, ocorre a correção do peso/volume do CH
- 8 - Local específico na câmara fria 4°C para armazenamento do CH bloqueado temporário.
- 9 - Ambiente com bancada com computadores para liberação e etiquetagem do CH e demais hemocomponentes
- 10 - Sala com câmaras frias, freezers e palquetário para armazenamento de hemocomponentes liberados e computadores para o registro de distribuição

4.2.3 Elaboração dos mapas de fluxo de valor estado atual

Foram elaborados dois MFV do estado atual, um referente a coleta de dados do ano de 2019 e outro no levantamento realizado em 2023, sendo que somente este último deu origem ao MFV de estado futuro.

Os citados mapas foram desenvolvidos conforme descrito na metodologia e utilizando a obra de Worth *et al.* (70) como principal referência teórica.

Obteve-se, então, o MFV do estado atual relativo a 2019 – Figura 25 –, o MFV estado atual relativo a 2023 – Figura 26 – e o MFV do estado futuro, de 2023 – Figura 27.

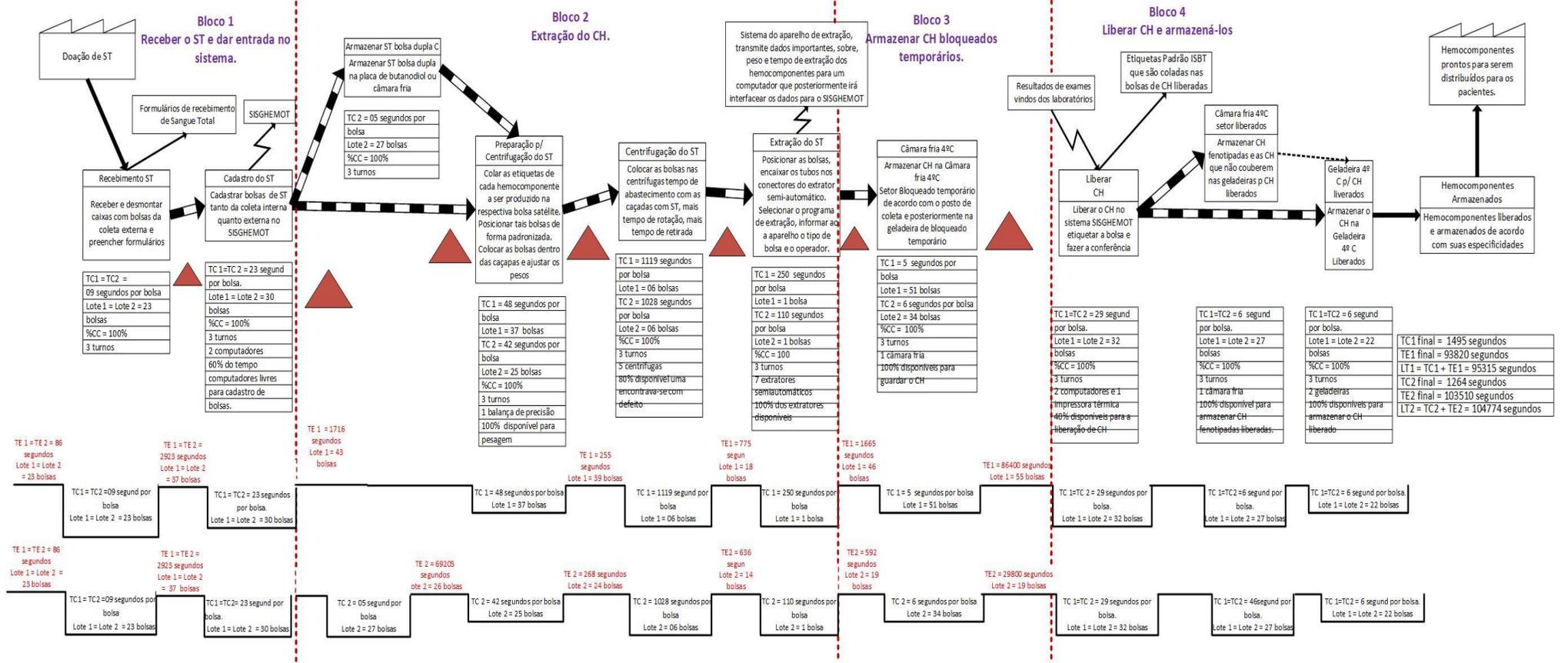


FIGURA 25: MFV estado atual, ano de 2019
 Fonte: Autoria própria

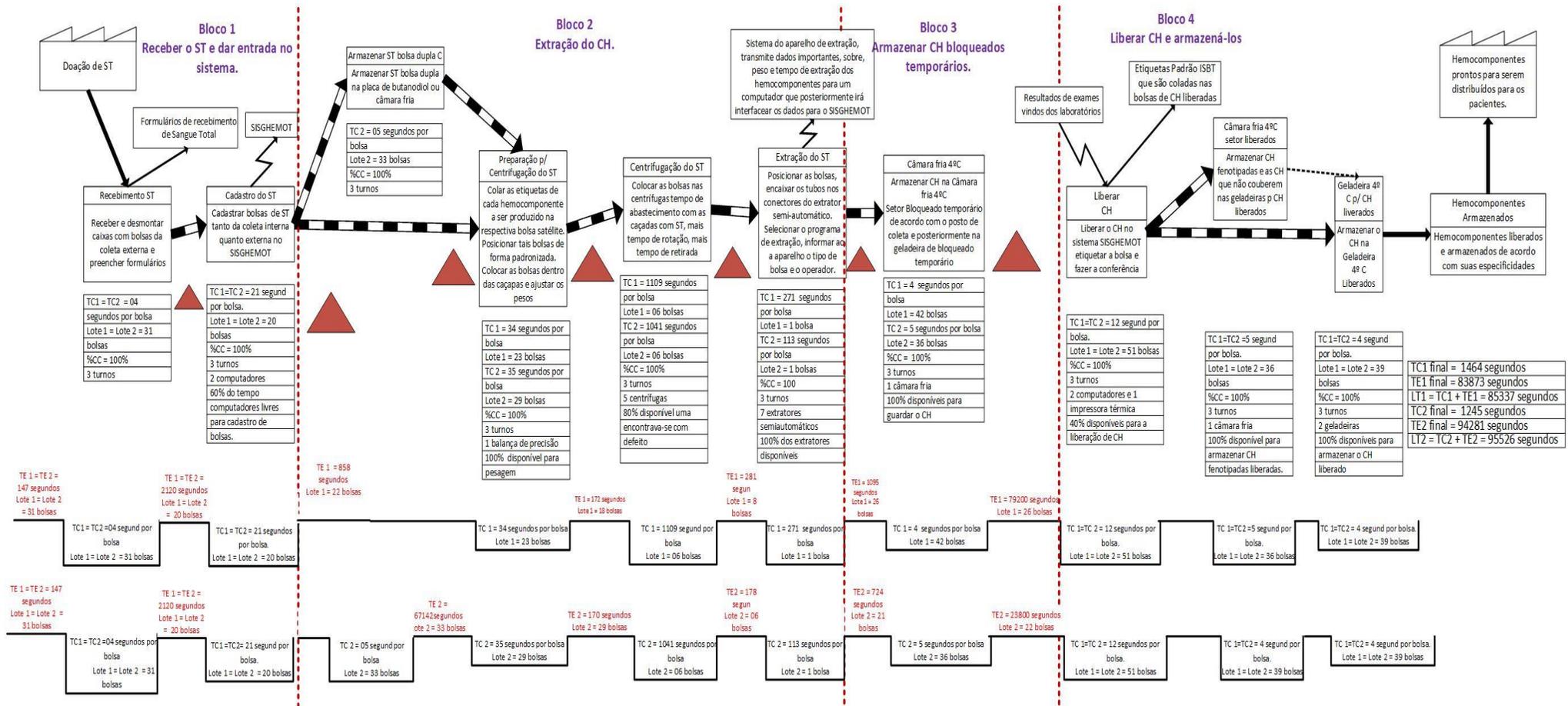


Figura 26: MFV estado atual, ano de 2023

Fonte: Autoria própria

Os problemas encontrados foram basicamente os mesmos em 2019 e 2023, conforme apresentado no Quadro 26.

QUADRO 26: Problemas identificados no fluxo de processamento de bolsas de ST.

2019	2023
<ul style="list-style-type: none"> - Mão de obra insuficiente; - Número insuficiente de computadores para atender toda demanda do ciclo de produção do CH e dos demais hemocomponentes; - Número insuficiente de impressoras térmicas para impressão dos rótulos das bolsas do CH e demais hemocomponentes; - Número insuficiente de extratores de hemocomponentes; - Layout da estrutura física não favorece o fluxo contínuo; - Equipamentos quebrados; - Falta de escala de atividades para direcionar a equipe na execução das tarefas entre os colaboradores diretamente envolvidos na produção dos hemocomponentes; - Tempo de espera desnecessário entre várias etapas do processo de produção do CH. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mão de obra insuficiente; - Número insuficiente de computadores para atender toda demanda do ciclo de produção do CH e dos demais hemocomponentes; - Número insuficiente de impressoras térmicas para impressão dos rótulos das bolsas do CH e demais hemocomponentes; - Número insuficiente de extratores de hemocomponentes; - Layout da estrutura física não favorece o fluxo contínuo; - Equipamentos quebrados; - Baixa capacidade de centrifugação do ST; - Necessidade de melhorar as escalas de atividades e atribuições dos técnicos do setor. - Tempo de espera desnecessário entre várias etapas do processo de produção do CH.

Fonte: autoria própria

A principal melhoria observada, em 2023, foi a divisão de tarefas do setor, que estava mais organizada, apresentando escalas de trabalho com a distribuição de algumas atividades.

Já em relação as métricas de produção do CH, após a conclusão do MFV estado atual de 2023, foi possível contabilizá-las e compará-las com as de 2019 – Quadro 27.

QUADRO 27: Comparação de tempos estimados no MFV do estado atual de 2019 e 2023

Tempos	2019	2023
TC1 final	1495 segundos (26')	1464 segundos (24')
TE1 final	93820 segundos (26h03')	83873 segundos (23h18')
LT1 = TC1 + TE1	95315 segundos (26h29')	85337 segundos (23h42')
TC2 final	1264 segundos (21')	1245 segundos (20')
TE2 final	103510 segundos (28h45')	94281 segundos(26h12')
LT2 = TC2 + TE2	104774 segundos (29h06')	95526 segundos (26h32')

Fonte: Autoria própria

Observa-se uma redução nos TEs e, conseqüentemente, nos LTs que estão relacionadas a melhorias na organização do processo de trabalho, conforme mencionado acima.

4.2.4 Elaboração do mapa de fluxo de valor estado futuro

O MFV do estado futuro foi elaborado baseado nas oportunidades de melhorias (Kaizen) identificadas durante a confecção e análise do MFV estado atual de 2023. Nele, buscou-se eliminar os gargalos a fim de diminuir o TE e, por consequência, o LT. Na Figura 27, tem-se o MFV do estado futuro com as oportunidades Kaizen de melhorias.

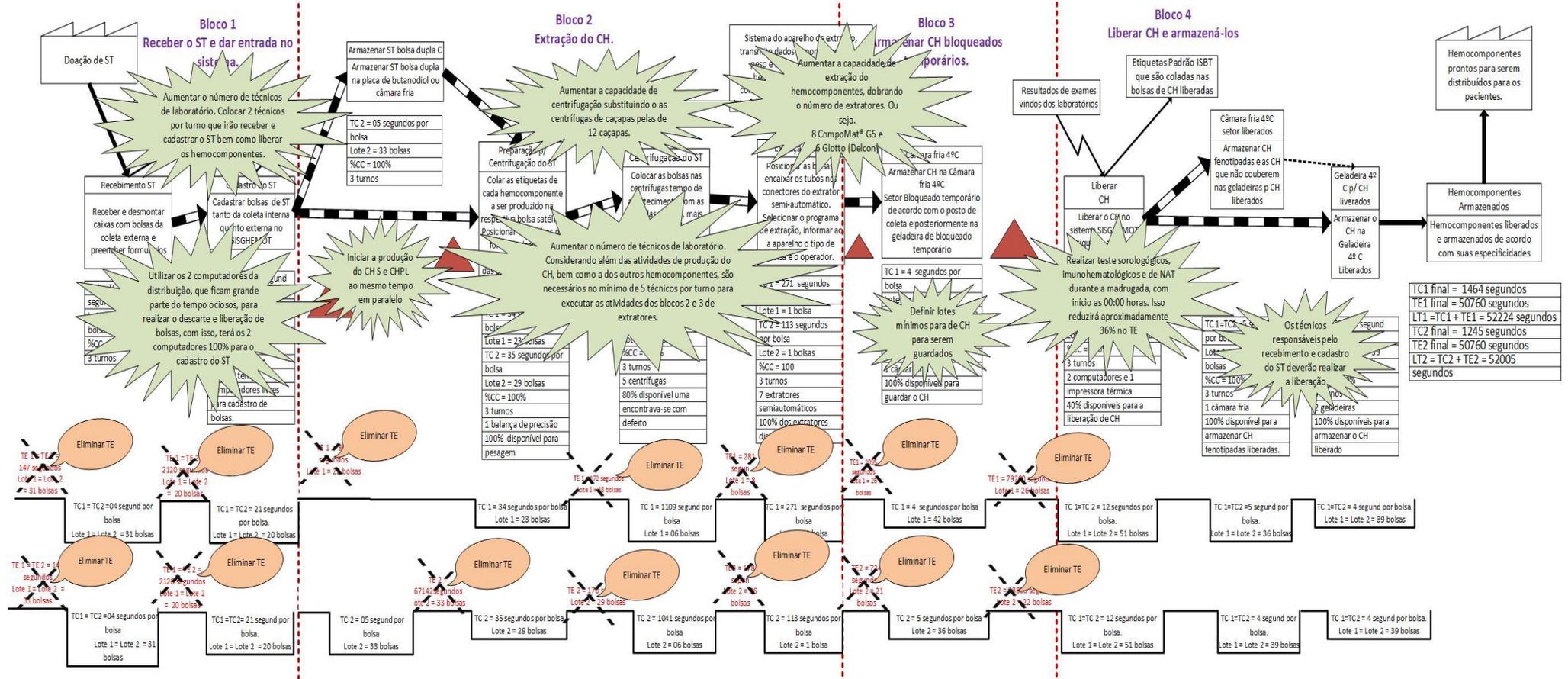


FIGURA 27: Mapa de Fluxo de Valor estado atual com rajadas de kaizen evidenciando as oportunidades de melhoria

Fonte: Autoria própria

Uma vez desenhado o MFV do estado futuro, foi possível estimar os tempos de ciclo e tempos de espera na produção do CH, conforme demonstrado no Quadro 28.

QUADRO 28: Tempos estimados no MFV estado futuro do ano de 2023

Tempos estimados no MFV estado futuro do ano de 2023	
TC1 final	1464 segundos (24')
TE1 final	50760 segundos (14h06')
LT1 = TC1 + TE1	52224 segundos(14h30')
TC2 final	1245 segundos (21')
TE2 final	50760 segundos (14h06')
LT2 = TC2 + TE2	52005 segundos (14h27')

Fonte: Autoria própria

De acordo com Krupa *et al.* (71), Kaizen é uma ferramenta Lean que está intimamente ligada à identificação e à eliminação de desperdícios, pois busca-se com ela a melhoria contínua na qualidade dos produtos, ou dos processos, a fim de reduzir tempo e custos. Por conseguinte, qualquer setor ou linha de produção torna-se mais eficiente.

Assim, a combinação do Kaizen com MFV evidenciou algumas oportunidades de melhorias no fluxo de valor da produção do CH, a saber – Quadro 29:

QUADRO 29: Sugestões de melhorias no fluxo de valor da produção do CH

1. Fundir os processos de recebimento e cadastro do ST: técnicos que receberem as bolsas de ST já as cadastram no sistema.
2. Utilizar os dois computadores da distribuição, que ficam grande parte do tempo ociosos, para realizar o descarte e liberação de bolsas, com isso, os dois computadores ficarão 100% para o cadastro do ST.
3. Iniciar a produção do CH S e CH PL ao mesmo tempo em paralelo.
4. Aumentar o número de técnicos do laboratório. Considerando além das atividades de produção do CH, bem como a dos outros hemocomponentes, faz-se necessário um número maior de mão de obra nos diferentes blocos de produção, conforme apresentado no MFV, a saber: <ul style="list-style-type: none"> • 15 técnicos distribuído em 3 turnos – 5 técnicos por turno – para executar as atividades relacionadas aos bloco 2 – extração do CH – e bloco 3 – armazenar CH bloqueado. • 6 técnicos distribuídos em 3 turnos – 2 técnicos por turno – que irão receber e cadastrar o ST bem como liberar os hemocomponentes.
5. Os técnicos responsáveis pelo recebimento e cadastro do ST deverão realizar a liberação.
6. Aumentar a capacidade de centrifugação, trocando as centrífugas atuais que tem capacidade para rodar 6 bolsas de ST por rodada, para as que tem capacidade de rodar 12 bolsas de ST.
7. Aumentar a capacidade de extração do hemocomponentes, dobrando o número de extratores, ou seja, 8 aparelhos CompoMat® G5 e 6 aparelhos Giotto (Delcon).
8. Melhorar a escala de trabalho dos técnicos de laboratório, a fim de ter responsáveis definidos em todas as etapas do processo.
9. Definir lotes mínimos de CH bloqueados temporário para serem armazenados.
10. Aumentar no número de computadores e impressoras térmicas disponíveis para realizar a liberação dos hemocomponentes.
11. Realizar teste sorológicos, imunohematológicos e de NAT durante a madrugada, com início à 0h. Isso reduzirá aproximadamente 28800 segundos (8 horas) ou 36% no TE1.
12. Eliminar os demais TE que não agregam valor (NVA), redução de 3859 segundos – 1h e 4 min. – no TE1. Já no TE2, ocorrerá a redução de 69757 segundos , ou seja, 19h ou 74% aproximadamente.

Fonte: Autoria própria

5. DISCUSSÃO

A escassez de artigos relacionados à utilização de ferramentas de produção enxuta em hemocentros, bem como o ineditismo da sua aplicação no setor de produção de hemocomponentes, a princípio trouxe algumas dificuldades para o embasamento teórico.

Foi necessário buscar e adaptar de outras realidades para construir o conhecimento necessário para a aplicação de tais ferramentas. Mesmo diante de tal cenário, a referida execução cumpriu o seu papel primordial que, segundo Stolf *et al.* (72), é o reconhecimento dos processos importantes a partir do mapeamento daqueles que agregam valor para o cliente e para a empresa, além de conhecer os gargalos, ou seja, onde ocorrem os desperdícios segundo a ótica da produção enxuta.

Assim, a utilização de tais ferramentas começou pela aplicação da tecnologia de grupo, para a escolha de qual hemocomponente deveria ser estudado. Teve-se, inicialmente, uma dificuldade para definir qual hemocomponente seria estudado, posto que todos têm o seu grau de importância e suas peculiaridades dentro das diferentes patologias e procedimentos médicos.

Como a produção de todos hemocomponentes utiliza o mesmo layout e deriva do fracionamento do ST, optou-se pelo CH produzido sem procedimento especial – CH Standart (CH-S) e CH Pobre em Leucócitos (CH-PL) –, por ter maior demanda e ter validade não tão estendida quanto a do plasma congelado e o CRIO, e não tão curta quanto a da plaqueta.

Tal ideia vai de encontro ao descrito por Petrini (73), que define a tecnologia de grupo como uma metodologia que seleciona peças semelhantes com base em seus processos de fabricação, atributos ou formas geométricas/design, e as agrupa em famílias para tirar proveito de suas semelhanças, tais como: identificar fluxos e layouts que economizem tempos de movimentação, redução nos tempos de setup, entre outros.

Com isso, ao obtermos os dados do estudo da aplicabilidade das ferramentas da produção enxuta para CH, pode-se expandi-los para os demais hemocomponentes.

Outra ferramenta do Lean Healthcare foi o Diagrama de Espaguete (DE). O desenho dele em relação ao ST e CH possibilitou observar que existem muitas

linhas, em várias direções, com intensa movimentação do CH e diversos cruzamentos de fluxo.

Não foram aferidos tempos de deslocamento e nem distância percorrida, uma vez que o desenvolvimento do referido diagrama aconteceu de forma paralela e concomitante ao MFV, que é uma ferramenta que permite analisar minuciosamente quais atividades agregam ou não valor ao produto.

Segundo Pyzdek (74), frequentemente os DEs, quando desenhados pela primeira vez, surpreendem a equipe envolvida no processo de produção, pois mostram movimentos de complexidade inesperada que ilustram pela primeira vez por que ocorrem congestionamentos e estoques no processo. Isso permite também identificar redundâncias no fluxo de trabalho e oportunidades para agilizá-lo.

Já de acordo com Deguirmendjian (48), a observação dos fluxos de movimentação no DE possibilita uma maior percepção no entendimento relacionado aos procedimentos, funções e ao processo de trabalho realizado pelos profissionais da instituição em cima do produto estudado.

Para Coutinho (75), a eficiência de um processo produtivo pode ser avaliado pela quantidade de linhas traçadas na planta da área estudada, sendo que um maior número de linhas implica uma maior perda de tempo. Conforme demonstrado, tanto na Figura 22, quanto na Figura 23, ao confeccionar o DE, traçou-se grande quantidade de linhas, indicando assim, que o processo de produção de CH não está ocorrendo de maneira eficiente.

Observou-se também que o CH avança, porém volta várias vezes a postos de trabalhos anteriores, demonstrando claramente que não existe um fluxo retilíneo e contínuo. Isso, segundo a produção enxuta, causa dois desperdícios: o de transporte e o de movimento.

De acordo Picchi (76), os transportes, os movimentos e os deslocamentos além do necessário, geram atrasos nos processos, o que, consequentemente, ocasiona uma produção com menor rendimento e qualidade inferior de produto, pois existe a necessidade de acelerar o processo de trabalho.

Geralmente essas situações são ocasionadas devido à movimentação sem necessidade de matérias-primas dentro de uma fábrica, normalmente oriundos de fluxos truncados, estoques intermediários e distantes das linhas de produção, e esquemas de abastecimento ineficientes, além do deslocamento de pessoas ou

movimentação não ergonômica que sejam dispensáveis no processo produtivo. Neste último caso, vários fatores contribuem para isso, tais como: layouts mal planejados na produção, estações de trabalho mal definidas, falta de comunicação entre as equipes, entre outros. (76)

Assim, os dados levantados na confecção do DE estado atual demonstram que o atual layout do setor de produção de hemocomponentes do Hemocentro da Unicamp não favorece a realização dos trabalhos executados nele.

Segundo Pereira (77), o layout proposto na produção enxuta representa uma mudança nas regras do sistema de produção tradicional, ou seja, a linha de montagem e as produções em larga escala dão, agora, lugar a pequenas células de trabalho.

A flexibilidade é característica principal destas unidades de produção, isso ocorre devido às características físicas dos equipamentos e pela polivalência das pessoas que trabalham nestas células. Quando comparadas a outros layouts tradicionais de produção, as células de trabalho apresentam redução do lead time, melhor utilização dos operadores, melhoria da qualidade dos produtos, entre outros. (77)

Conforme dito anteriormente, durante o desenvolvimento dessa dissertação, o Hemocentro da Unicamp apresentou um projeto de melhoria no setor de produção. Assim, optou-se neste trabalho por desenhar o DE do estado futuro e, a partir da nova planta proposta pelo serviço, analisar o fluxo sob a metodologia Lean e sugerir ajustes visando a eficácia da área que será construída – Figura 24.

A área nova foi projetada sobre uma estrutura já existente e com poucas opções de ampliação de área física, possibilitando um aumento de 23m² (19,6%). Essa restrição na ampliação impôs dificuldade na definição do layout e na distribuição de mobiliário e dos equipamentos, para garantir a segurança na mobilidade das pessoas dentro da área para preservar a ergonomia.

No entanto, pode-se observar na Figura 24, que houve uma significativa diminuição da quantidade de setas desenhadas e de sobreposições das linhas, assim o fluxo apresenta-se retilíneo e unidirecional, demonstrando que o novo layout possibilitará a diminuição no tempo de espera, a implantação de melhorias na organização do ambiente, a diminuição de riscos de erros e das causas de desperdícios e, conseqüentemente, uma produção mais eficiente.

É válido ressaltar que para obtenção de êxito, juntamente ao novo layout, deverá ocorrer treinamentos continuados dos colaboradores e ações de melhoria Kaizen. O dimensionamento adequado da equipe e a definição de uma escala de atividades diárias são essenciais para garantir o fluxo contínuo e a eficácia do processo. Para isso, sugere-se que haja atenção aos pontos em que existe a maior possibilidade de estrangulamentos.

Por sua vez a construção do MFV começou com a definição do valor do produto dentro da visão do Lean Healthcare, que foi a disponibilização do CH liberado para uso, dentro dos padrões de qualidade, para todos os pacientes/clientes atendidos direta ou indiretamente pelo Hemocentro da Unicamp.

Segundo Efe e Efe (78), a definição de valor deve ser o primeiro passo dos princípios do gerenciamento enxuto, e carece de ser determinada com precisão para uma melhor implementação e proveito de tais princípios. Essa é, então, uma etapa crucial e básica na aplicação do Lean Healthcare

Orel *et al.* (79) relatam que o MFV é uma ferramenta que permite uma visibilidade e análise dos fluxos de materiais e informações no processo de criação de valor, enquanto Tortorella *et al.* (80) argumenta que com base no MFV, tem-se uma maior compreensão dos parâmetros do processo estudado, tais como tempos de ciclo de operação e capacidade de disponibilidade de recursos, entre outros. Desta forma, são identificadas as atividades que agregam ou não valor ao processo. Essas informações serão a base para o desenvolvimento de fluxos de valor futuro mais economicamente eficientes.

Ainda segundo Pilar *et al.* (81), o MFV é muito útil para se alcançar uma gerência eficiente da organização, pois permite conhecer e entender profundamente seus processos básicos. Além disso, é também a maneira preferida de apoiar e implantar a abordagem enxuta em seu estágio inicial. Sua utilização ocorre em diferentes departamentos e unidades de hospitais e centros médicos.

Diante da análise do MFV do estado atual, tanto na Figura 25 – a ano de 2019 – quanto na Figura 26 – ano de 2023 –, é possível verificar que em ambos os mapas existe um fluxo de produção de CH empurrado em todo o processo. Tem-se uma etapa de produção, seguida de uma etapa de espera com formação de estoques.

Mesmo que tenha transcorrido quase 4 anos entre a confecção dos MFVs de estado atual, percebe-se que permanece o fluxo empurrado de produção. Tal fluxo,

quando comparado a um fluxo puxado, possui algumas desvantagens, principalmente em relação ao custo elevado de produção, posto que forma estoques intermediários, o que deixa o processo mais oneroso. (82)

Por isso, tem-se extensivamente admitido que os sistemas puxados são melhores que os sistemas empurrados, uma vez que não ocorre a formação de estoques intermediários, além de terem a capacidade de reduzir ou até mesmo eliminar os trabalhos desnecessários. (82)

Discute-se, porém, sobre a capacidade da mudança para o fluxo puxado na produção do CH, posto que a produção puxada é benéfica quando alguns critérios são atendidos, entre eles, alto desempenho do fornecedor, alta confiança na entrega, padrões de fluxo simples, entre outros. (83)

A instabilidade da cadeia fornecedora é constante no caso da produção do CH, posto que a obtenção do ST, principal matéria-prima para se obter os hemocomponentes, dá-se através de doações sanguíneas. Tais doações são resultado de um processo sistemático, no qual uma gama de fatores tais como condições socioculturais, períodos festivos, estações do ano, entre outros, interferem nas doações do ST.

Os fatos mencionados acima contribuem para inconstâncias na cadeia fornecedora do ST, não atendendo, portanto, a um dos requisitos principais que diz respeito à confiabilidade e ao desempenho do fornecedor para que se possa ter uma produção puxada. Tal sistemática e flutuações nas doações do ST também causam grande dificuldade para controlar o ritmo de produção e o tamanho dos estoques, ferindo assim, mais uma vez, os princípios da produção puxada.

Assim, a inserção da produção puxada dentro do processo de obtenção dos hemocomponentes terá dificuldades além das previsíveis que ocorre num processo de mudança do sistema produtivo.

Segundo Lean Institute Brasil (84), o sistema puxado é uma das mais difíceis ferramentas da produção enxuta de se implantar, pois ela apresenta muitas dificuldades em sua operacionalização e sustentação. Porém, quando se consegue efetivar tal implementação, ele traz resultado muito importantes.

Ainda analisando os MFVs de estados atuais de 2019 e 2023, conforme dito anteriormente, os problemas evidenciados foram muito parecidos em ambos os anos, o que demonstra que não houve mudanças ou evoluções significativas na

produção do CH. Mais precisamente, em 2023, foram evidenciados nove problemas, que vão desde a falta de mão de obra no setor até problemas com a estrutura física do local. Tais problemas contribuem de forma direta para a existência de atividades que não agregavam valor na produção do CH.

Através das métricas dos referidos MFV citados acima, apresentadas no Quadro 27, foi possível confeccionar o Gráfico 1, apresentado abaixo, no qual se compara a variação dos LTs tanto do CH PL quanto do CH S, nos anos de 2019 e 2023, respectivamente.

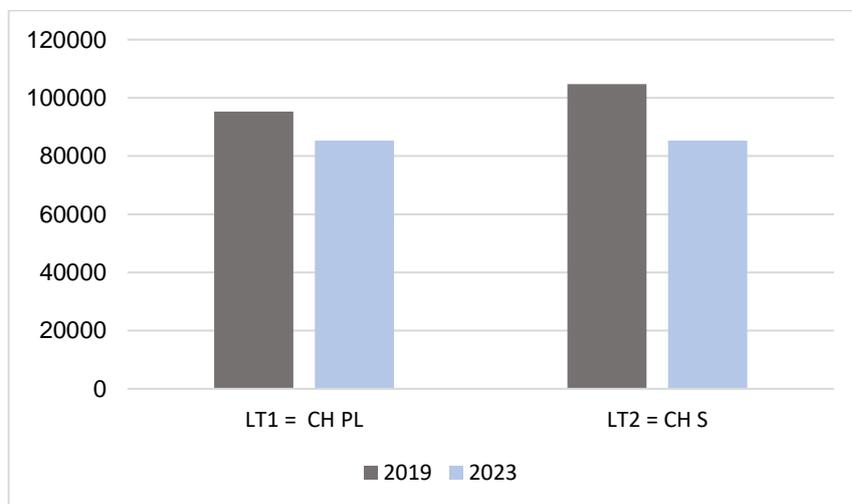


GRÁFICO 1: comparação entre LTs dos MFV atuais de 2019 e 2023 tanto do CH PL quanto do CH S

Fonte: autoria própria.

Podemos observar que houve redução de 9.978 segundos – 1h e 46 min. – ou aproximadamente 10% do LT relativo à produção do CH PL quando comparamos os anos de 2019 e 2023. Já em relação ao LT da produção do CH S, essa redução foi maior, ou seja, de 19.437 segundos – 5h e 24 min. – ou aproximadamente 18%.

As quedas nos LTs podem ser atribuídas a algumas mudanças que ocorreram no setor, com a troca de gerência e a implementação de escalas de trabalho. Nas escalas de trabalho, é feita a distribuição das atividades e atribuições de cada técnico, certamente que isso promoveu discretas melhorias na organização dos processos de trabalhos e, conseqüentemente, da produção do CH. Porém tais escalas ainda precisam ser aperfeiçoadas, bem como é necessário intensificar o

treinamento e promover o comprometimento da equipe técnica a fim de buscar uma melhor padronização.

Apesar de existir Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) que descrevem todos os passos das tarefas que devem ser executadas, é notável que uma parcela dos técnicos envolvidos na produção dos hemocomponentes seguem de maneira parcial o que está descrito em tais documentos, realizando algumas tarefas, cada um do seu jeito, abrindo, portanto, lacunas para que falhas no processo aconteçam.

As padronizações de trabalho dentro dos processos de produção são fundamentais para a estabilidade do fluxo produtivo e guias importantes para promover melhorias, bem como garantir a melhor forma de executar determinada tarefa. (85)

Forno *et al.* (86) relata que padrão é uma imagem clara de uma condição desejada, que proporciona aos executantes, além de como realizar um processo, a identificação de anormalidades visíveis, facilitando a tomada de ações corretivas para correção.

A análise do Quadro 27 também proporcionou a construção do Gráfico 2, apresentado abaixo:

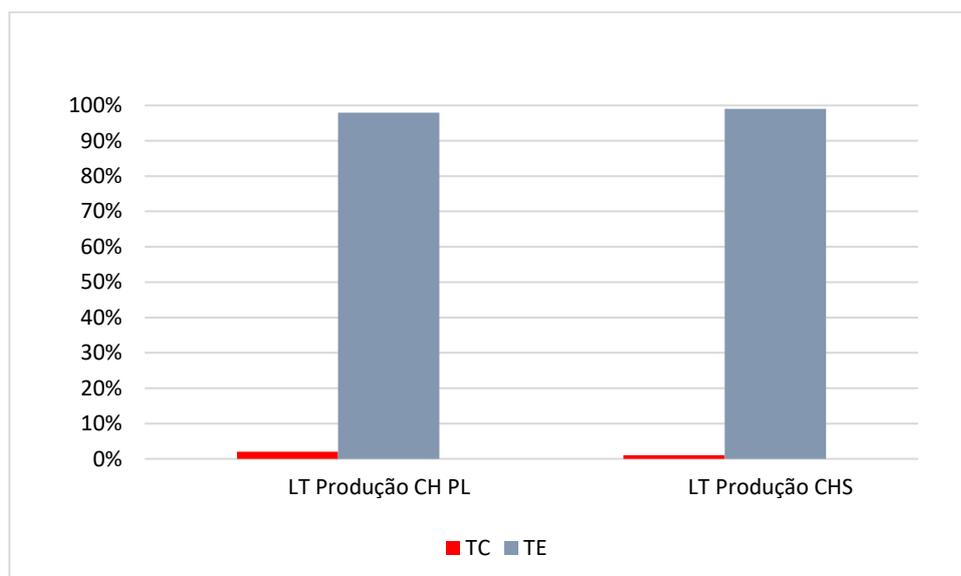


GRÁFICO 2: Comparação entre as proporções de TC e TE no tempo total de produção (LT) do CH PL e CH S no ano de 2023

Fonte: autoria própria

Como pode ser observado no gráfico, existe uma discrepância muito grande entre os valores de TC – cor vermelha – e TE – cor cinza. Temos o TC na Produção do CH PL representando aproximadamente apenas 2% do LT, enquanto o TE é de aproximadamente 98%. Já em relação ao LT relativo à produção do CH S, tem-se um TC ainda menor de aproximadamente 1%, enquanto o TE é de 99%.

Foi realizada uma observação muito atenta dos processos de trabalhos durante a confecção do MFV estado atual 2023, e conforme demonstrado na Figura 26, o maior desperdício foi o TE, caracterizado por valores elevadíssimos. Foram evidenciados sete pontos na produção do CH PL e CH S que apresentam espera entre os ciclos de produção.

Segundo Pereira (87), ao se realizar uma pesquisa rigorosa de todas as fontes de desperdícios ao longo do processo de produção, tem-se à possibilidade de identificá-los e tomar medidas para eliminá-los. Porém, ressalta-se que identificar os desperdícios, não implica que eles sejam fáceis de eliminar. Contudo, obtendo a noção clara de quais são os desperdícios, a empresa tem a possibilidade de criar uma nova percepção nas pessoas envolvidas e procurar, com isso, estabelecer produções cada vez mais enxutas, nas quais os valores do Lean estejam presentes.

Ainda sobre o TE, ele está relacionado a problemas que acontecem na produção do CH que vão desde problemas com layout até número insuficiente de funcionários e equipamentos.

Assim, conforme descrito por Coutinho (88), o TE gera custos, além de representar um desperdício de material e de recursos. Com isso, faz-se necessário analisar o TE em busca de possibilidades de melhorias para o LT do processo de produção. O autor ainda relata que é necessário um monitoramento constante do TE, a fim de reduzir os impactos significativos que ele pode trazer para a empresa.

Dentre os problemas que foram levantados, a falta de mão obra foi a que ficou mais evidente. A pesquisa centrou-se na produção de CH, todavia é importante mencionar que o setor de produção da Unicamp também produz os demais hemocomponentes, como plaquetas, plasma, CRIO, bolsas de CH com procedimentos especiais. Além da produção, várias outras tarefas são executadas, entre elas ressalta-se a distribuição dos hemocomponentes produzidos para os diversos clientes.

Com isso, existe um grande fluxo de trabalho, materiais e informações, que exigem muito da equipe para que se consiga executar todas as tarefas necessárias do setor a fim de manter um altíssimo padrão de qualidade. Assim, nota-se que ocorrem sobrecargas de trabalho durante o processo produtivo.

Castello (89) argumenta que o desenvolvimento do trabalho dos trabalhadores de serviços de saúde deve ocorrer em ambientes e condições seguras. Porém ressalta-se, que muitas vezes, várias pressões, entre elas as econômicas, de tempo e de produtividade são exercidas no ambiente de trabalho conturbando-o e causando dificuldade para os profissionais. Além disso, processos de trabalho distintos e marcados pela heterogeneidade, bem como elevadas cargas de serviços aumentam a probabilidade de que erros aconteçam dentro do processo de trabalho.

Os setores de produção de hemocomponentes como um todo sofrem diferentes tipos de pressão diariamente, posto que tais hemocomponentes têm que ser produzidos em tempo hábil devido a características peculiares de cada um. Campanhas e aumentos significativos nas doações podem causar grandes transtornos se o setor de produção não estiver devidamente preparado para o aumento da sua produção.

Em seu estudo Gama *et al.* (90) relata uma grande relevância que a utilização das ferramentas do Lean pode ter nos processos de trabalho de profissionais da saúde, principalmente se a filosofia Lean tornar-se base da cultura gerencial da instituição. Os autores relataram melhorias nos processos de cuidados com os pacientes, redução do estresse no trabalho e maior comprometimento dos colaboradores.

Conforme o exposto, fica claramente demonstrado que o sistema de produção de CH tem sérios problemas a serem corrigidos a fim de diminuir o TE e, conseqüentemente, o LT.

A fim de buscar a correção dos problemas encontrados no MFV estado atual 2023, e diante de um cenário desafiador, confeccionou-se o MFV estado futuro – Figura 27 – para o referido ano. Tal confecção foi possível, porque segundo Horsthofer-Rauch *et al.* (91), a ferramenta MFV possibilita a representação visual detalhada de todas as etapas envolvidas nos fluxos, tanto de material, quanto de informações. Isso facilita o estudo do processo e promove a identificação das adversidades e oportunidade de sua otimização.

De acordo com Rother e Shook (54), o objetivo do MFV estado futuro é, por meio dos indícios apontados no MFV estado atual, buscar eliminar as origens dos desperdícios por meio da execução de um fluxo de valor “futuro” que pode tornar-se uma realidade em um curto período de tempo.

Para confecção do referido mapa do estado futuro, foram realizadas explosões Kaizen em cima do MFV estado atual do ano de 2023, possibilitando assim, identificar pontos críticos que poderiam ser melhorados. Segundo Ahmad *et al.* (92), a utilização da ferramenta Kaizen é de extrema importância para gerar ideias de melhoria durante a fase de desenvolvimento do MFV estado atual para estado futuro.

Foram evidenciadas 12 oportunidades de melhoria que buscaram seguir os propósitos da produção enxuta, entre eles, redução dos estoques e diminuição do LT. As métricas do MFV atual de 2023 e seu estado futuro presentes nos Quadros 26 e 27, respectivamente, permitiram que fosse confeccionado o Gráfico 3, no qual tem-se o dimensionamento do do TE dentro do LT de cada tipo de CH.

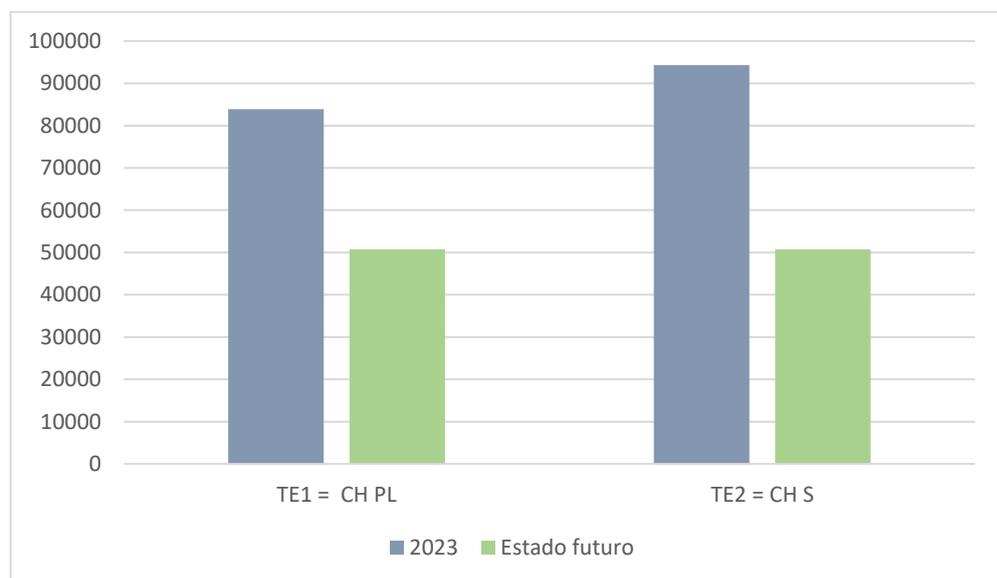


GRÁFICO 3: Comparação entre os TEs na produção do CH PL (TE1) e CH S (TE2) no MFV de estado atual e futuro

Fonte: autoria própria

Na análise do gráfico, pode-se observar que houve uma redução dos tempos de espera do estado atual para o estado futuro, sendo de 33.113” – aproximadamente 9h e 12 min. – ou 39%, no TE1 CH PL; enquanto o TE2 para a produção do CH S ocorreu a redução de 43.521” – aproximadamente 12h – ou 46%.

Essas reduções se deram devido à eliminação das atividades sem valor agregado (NVA), ou seja, os desperdícios.

Segundo Goshime *et al.* (93), identificar e eliminar as NVAs são essenciais para alcançar e manter alta qualidade, redução de custos, melhorias da produtividade, qualidade e entrega e, conseqüentemente, maior satisfação do cliente.

Entre as propostas para a redução dos TEs, uma que leva a uma grande diminuição nesse referido tempo é justamente a realização dos testes durante a madrugada. Trata-se de uma situação muito complexa, que envolve diversas variáveis, contrato com outras empresas, logística, contratação de funcionários, entre outras. Necessita-se, portanto, de amplos estudos para verificar a sua viabilidade.

Porém, ressalta-se que outros hemocentros no Brasil têm adotado essa estratégia e têm obtido êxito com a liberação de resultados dos testes mais cedo, podendo, portanto, disponibilizar mais rápido os hemocomponentes recém-produzidos.

Mesmo realizando os testes durante a noite, eles têm um tempo de execução no qual não se consegue mexer devido às características dos aparelhos e complexidade dos testes. Diante disso, podemos caracterizar a espera na execução dos testes como tarefas que não agregam valor, porém, são necessárias (BNVA).

Assim, no que diz respeito ao TE do MFV estado futuro, pode-se dizer que ele é basicamente a espera dos resultados dos exames das amostras colhidas para a realização dos testes sorológicos, imunohematológicos e do teste de ácido nucleico, conhecido como teste NAT.

Já em relação ao TC não houve modificações do estado atual para o estado futuro, conforme podemos observar no Gráfico 4.

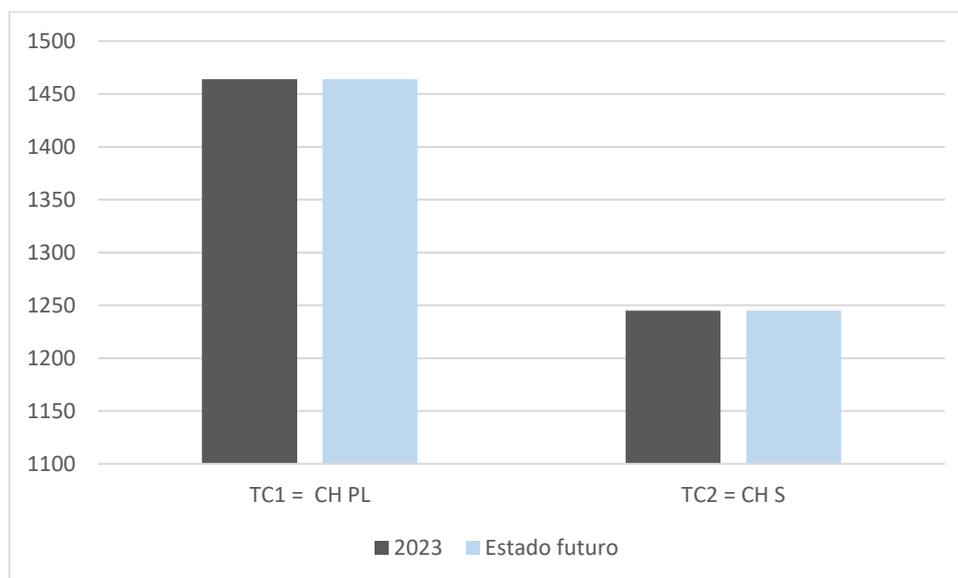


GRÁFICO 4: Variações no TC no MFV estado atual e no estado futuro.
Fonte: autoria própria

Não houve variação no TC no MFV do estado atual 2023 para o estado futuro. Isso demonstra que o ciclo de produção, sem as interferências dos TEs, já está um ciclo muito enxuto.

Ressalta-se que o processo de produção de CH é muito técnico, e que amostragens passam por rigorosos testes de controle de qualidade para verificar o grau de hemólise, lipemia entre outros. (94)

Assim, por ser um processo muito melindroso, entende-se que se for alterar algum ciclo dentro da produção do CH corre-se o risco de perder em qualidade. Por isso, dificilmente vai ocorrer diminuição no TC.

Bianco *et al.* (95) argumentam em seu trabalho algo parecido com o raciocínio anterior, quando relatam que alterações nos tempos de produção, referentes a cada uma das estações do processo produtivo, não poderiam ocorrer sem que houvesse interferência na qualidade do produto final estudado.

Para iniciar a discussão sobre o LT, recorda-se o seu conceito que, segundo Martins (96), é o tempo gasto para que um produto se transforme da matéria prima ao estoque final – produto acabado –, incluindo todos os tempos que envolvam sua produção.

Assim, através das métricas do MFV estado atual 2023 e estado futuro, pode-se através dos dados apresentados nos Quadros 26 e 27 gerar o Gráfico 5, apresentado abaixo, no qual apontam-se as diferenças do LT.

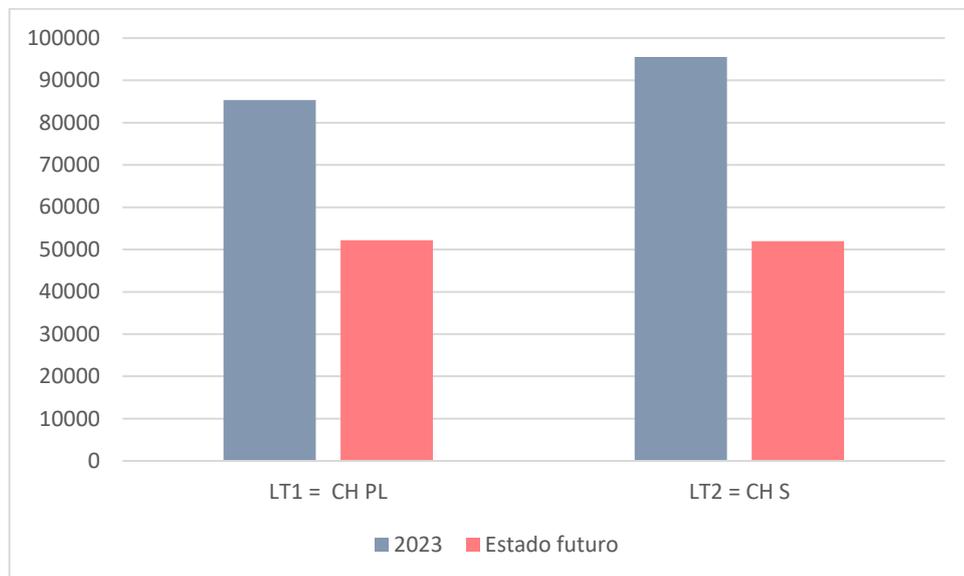


GRÁFICO 5: Variações do LT no MFV estado atual e no estado futuro
Fonte: autoria própria

Ao analisar o gráfico, podemos observar que houve uma significativa queda nos tempos do MFV de 2023 para o MFV estado futuro. Aproximadamente 39% ou 33.113 segundos – 9h e 12 min. – no LT1 CH PL, e 43.521 – 12h, valor aproximado – ou uma redução de 46%, aproximadamente.

Essa porcentagem foi a mesma observada, na análise do Gráfico 3, uma vez que somente houve redução do TE em comparação ao MFV de estado atual 2023 para o de estado futuro, sendo que o TC se manteve constante em ambos os mapas.

Conforme relatado anteriormente, segundo os preceitos do Lean, os desperdícios são representados por atividades que absorvem tempo e recursos sem agregar nada aos produtos, e tais desperdícios se resumem a oito. Entre eles o tempo de espera, que é o principal desperdício na cadeia produtiva do CH.

Segundo Becher (97), é necessário catalogar e conhecer todos os desperdícios que acontecem ao longo do processo produtivo, mediante a isso pode-se eliminá-los, bem como criar medidas futuras para que as ações que não criem valor ao produto não sejam implementadas.

É válido evidenciar que a redução do LT traz algumas vantagens, tais como aumento da produtividade, da competitividade e melhorias de processos. Porém, ressalta-se que essa redução não pode prejudicar a qualidade do produto final. (98)

Assim, de acordo com Morgan e Liker (99), uma maneira simplificada de se reduzir custos e agregar valor dentro de um processo de produção enxuta é a redução do número de variantes.

Com isso, entende-se que as propostas para o MFV de estado futuro foram – ou serão – efetivas e, se implementadas, podem agilizar a disponibilização do CH para os pacientes.

6. CONCLUSÃO

A busca pela otimização do referido processo de produção foi a maior perturbação para o início deste trabalho, pois sempre entendemos que a metodologia atual de produção de hemocomponentes pode e deve ser melhorada. Além da relevância do trabalho já apresentada no item 1.6, particularmente incomodava-nos muito a falta de planejamento e o retrabalho que acontecia dentro do setor de produção.

O trabalho cumpriu fielmente com os seus objetivos:

- em relação ao objetivo geral, foram apresentadas no Quadro 29, após análise do MFV estado futuro, 12 propostas de melhorias no processo de produção do CH no Hemocentro da Unicamp.
- em relação aos objetivos específicos, no item 4.2, podemos verificar que eles foram cumpridos. Foram identificadas e aplicadas algumas ferramentas do Lean Healthcare, destacando o MFV e o DE. Além disso, foram elaborados e analisados os fluxos de valores do CH nos anos de 2019 e de 2023 – Figuras 25 e 26 –, e foi gerado um MFV estado futuro – Figura 27.

Na discussão dos resultados, fica evidente que se o MFV for devidamente implementado, pode ocorrer significativa redução nos tempos de espera, tanto na produção do CH PL, quanto do CH S, devido à eliminação dos desperdícios – Gráfico 3 –, comprovando o potencial dessa ferramenta e a oportunidade para o Hemocentro da Unicamp melhorar o seu processo de produção de CH.

Além disso, para que o referido hemocentro consiga galgar resultados ainda mais expressivos na eliminação dos desperdícios, acreditamos ser necessário implementar outras ferramentas do Lean Healthcare. Com isso, o MFV por permitir uma visão atual e futura, poderá ser utilizado, também, para nortear e facilitar a implementação das demais ferramentas.

Ressalta-se que durante todo o período de pesquisa ficou evidente que o Hemocentro da Unicamp tem uma excelente política de qualidade e um excelente Sistema de Gestão a Qualidade que garante um alto padrão de qualidade dos hemocomponentes produzidos, e a implementação das ferramentas do Lean Healthcare contribuirá com a produção de melhorias. Isso porque, proporcionará uma

visão mais ampla do processo de trabalho, abordando aspectos que até o momento ainda não são observados, como tempo de espera, interrupções do fluxo de produção, fluxos cruzados, entre outros.

No que diz respeito às dificuldades encontradas durante o desenvolvimento dessa dissertação, uma importante ocorreu durante o período de coleta de dados, pois a produção dos hemocomponentes é um processo muito dinâmico, o que dificulta principalmente as tomadas de tempo. O espaço físico limitado, também, mostrou-se um desafio para não atrapalhar os colaboradores a desenvolver os seus afazeres.

A coleta de dados em dois momentos distintos – 2019 e 2023 – mostrou-se muito oportuna, não somente para análise dos parâmetros devidamente discutidos do Lean Healthcare, mas como também para um maior aprofundamento na cultura de trabalho do setor de produção. Ocorreram algumas mudanças no quadro de funcionários da primeira para a segunda coleta de dados. Em 2023, foi observado que os funcionários estavam mais concentrados e, conseqüentemente, mais produtivos do que em 2019. A divisão mais clara de tarefas entre os colaboradores, conforme discutido, também contribuiu para essa percepção.

É um grande desafio para os coordenadores manter a sua equipe focada durante a jornada de trabalho. Conversas paralelas e desnecessárias, uso de celular e das redes sociais foi notado durante o período de coleta de dados tanto em 2019, quanto em 2023. Tudo isso favorece a perda de concentração e foco, propiciando, assim, maior probabilidade de ocorrência de erros, tempo maior para executar as tarefas e, conseqüentemente, aumento no tempo de produção.

Em relação às contribuições deste trabalho, o MFV certamente é o maior deles, pois propicia a coordenação enxergar os focos onde se tem uma perda significativa de tempo na produção do CH. O MFV de estado futuro, também, propõe alternativas para otimizar a referida produção. Isso contribui para que os gestores possam adotar medidas efetivas para sanar os problemas evidenciados.

7. REFERÊNCIAS

1. ROBERTS N, JAMES S, DELANEY M, FITZMAURICE C. The global need and availability of blood products: a modelling study. *The Lancet Haematology*, [S.l.], v. 6, n. 12, p. 606-15, [cited 2019 Dec]. Elsevier BV. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/s2352-3026\(19\)30200-5](http://dx.doi.org/10.1016/s2352-3026(19)30200-5).
2. ORIENTACIÓN SOBRE LA CENTRALIZACIÓN DEL ANÁLISIS Y EL PROCESAMIENTO DE LAS DONACIONES DE SANGRE. Washington: Organización Panamericana de La Salud, 2022.
3. SILVA DH, BARBOSA ARC, FERREIRA EJS, CASTELLANO KT, PUCCI LV, SILVA LMB, OLIVEIRA LS. Estoque de sangue e seus desafios durante a pandemia de covid-19. *Hematology, Transfusion and Cell Therapy*, [S.l.], 44, p. 382-383. [cited Oct. 2022] Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.htct.2022.09.647>.
4. DE LIMA EX. Dimensionamento do estoque de concentrados de hemácias da agência transfusional do hospital de Paulínia e análise das metodologias. 2018. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional Hemoterapia, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2018.
5. BIAGINI S. Gerenciamento de sangue do paciente: manual PBM (Patient Blood Management). 2. ed. São Paulo: Fundação Pró-sangue Hemocentro de São Paulo, 2022. 32 p.
6. HEITMILLER ES, HILL RB, MARSHALL CE, PARSONS BJ, BERKOW, LC, BARRASSO CA, ZINK EK, NESS PM. Blood wastage reduction using lean sigma methodology. *Transfusion*. [S.l.], 50(9), p. 1887-1896, 2010 May 7.
7. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Anvisa. Boletim de Produção Hemoterápica, 7. Brasília, 2020. p. 1-20
8. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. Departamento de Gestão do Trabalho na Saúde. Técnico em hemoterapia: livro texto. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.
9. MAGALHÃES VS. Modelos de simulação para o apoio ao gerenciamento de estoque de hemocomponentes. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.
10. GIVISIEZ FN. Avaliação da qualidade de concentrados de hemácias submetidos a temperaturas inadequadas de transporte. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Hemoterapia e Biotecnologia). Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, SP, 2018.146 p.
11. HOSPITAL SÍRIO LIBANÊS. Guia de condutas hemoterápica. 2. ed., 2019. 196 p.

12. SCHINKE DY, SOLANA-GONZÁLEZ P, VANTI AA. Sistema Toyota de produção: seleção de fornecedores com uso do método AHP. In: ACEBO FJL, RUIZ MEG. *New approaches in innovation, technology, education and development*. Spain: Editorial Aula Magna, 2020. p. 63-78.
13. NARUSAWA T, SHOOK J. *Kaizen express: fundamentals for your lean journey*. [S.l.]: Lean Enterprise Institute, Inc., 2009. 159 p
14. DE SOUSA JR., FERREIRA MMG, ALVES AP, DE CARVALHO KCR; SILVA RG. A efetividade de um novo sistema de produção baseado no sistema Toyota de produção: um estudo de caso em uma indústria de eletrodomésticos. In: AHRENS R de B. *Coletânea nacional sobre engenharia de produção 3: gestão da produção*. [S.l.]: Atena, 2017. p. 110-22.
15. OHNO T. *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997. 150 p.
16. DOS SANTOS VM. *Jidoka: como funciona?* 2017. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/jidoka-o-que-e-e-como-essa-ferramenta-lean-podera-ajudar/>. Acesso em: 9 jul. 2022.
17. TOMITA R, LIMA G, DA SILVA T, CARVALHO W, DOMINGUES T, SIQUEIRA L, AMARANTE M. Pilar jidoka da filosofia lean na visão computacional. *Revista Pesquisa e Ação*, v. 6, n. 1, p. 13-23, 29 maio, 2020. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/886>. Acesso em: 8 jul. 2022.
18. ANICETO GS, SIQUEIRA CM, NUNES DL. A importância do sistema Toyota de produção para o desenvolvimento de empresas de seguimentos diversos. *Rev. Univap*, [S.l.], v. 22, n. 40, p. 587, 23 fev. 2017. Universidade de Vale do Paraíba, Univap. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18066/revistaunivap.v22i40.1237>.
19. OHNO T. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Cambridge, Massachusetts, UK, Productivity Press, 1988.
20. RODRIGUES ACO, AFFONSO A NETO. Application of lean healthcare: a case study in a general hospital. *Journal of Lean Systems*, Florianópolis, 2 (2), p. 46-67, [cited 2017 Apr.] Trimestral. Disponível em: <https://leansystem.ufsc.br/index.php/lean/issue/view/117>. Accessed in: 2021 Sep. 25.
21. LAURSEN ML, GERTSEN F, JOHANSEN J. *Applying lean thinking in hospitals; exploring implementation difficulties*. Aalborg: Aalborg University, Center for Industrial Production, 2003.
22. TEIXEIRA MJ. Estudo bibliométrico sobre a evolução do conceito lean. *Racre - Revista de Administração, Espírito Santo do Pinhal, SP*, v. 20, p. 35-44, 2020.
23. GUPTA S, JAIN SK. A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, [S.l.], 8(4), p. 241-49. [cited 2013 Aug. 27]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>.

24. COUTINHO T. Produção enxuta: a chave para a eficiência e qualidade na gestão de processos. 2018. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/producao-enxuta>. Acesso em: 24 maio 2023.
25. WAHAB ANA, MUKHTAR M, SULAIMAN R. A conceptual model of lean manufacturing dimensions. *Procedia Technology*, n. 11, 2013. p. 1292-98.
26. RIANI AM. Estudo de caso: o lean manufacturing aplicado na Becton Dickinson. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2006. 44 p.
27. WOMACK JP, JONES DT. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. New York: Simon and Schuster, 1996.
28. THANGARAJOO Y, SMITH A. Lean thinking: an overview. *Industrial Engineering and Management*, [S.l.], 4 (2), p. 1-5, 2015. OMICS Publishing Group. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4172/2169-0316.1000159>.
29. RAMOS-VIDAL I. Determinantes de la formación de redes interorganizativas en el sector cultural. *Revista de Administração de Empresas*, [S.l.], 58(1), p. 16-29, jan. 2018. FapUnifesp. <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-759020180103>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003475902018000100016&lng=es&tlng=es. Acesso em: 12 maio 2021.
30. CARVALHO GP, EVANGELISTA IB, ROCHA MF, SANTOS VC. Aplicação de ferramentas do lean manufacturing no processo de produção de cilindros de gases: estudo de caso em uma indústria do segmento químico. 2021. 94 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, SP, 2021.
31. WEFLEN E, MACKENZIE CA, RIVERO IV. An influence diagram approach to automating lead time estimation in agile kanban project management. *Expert Systems with Applications*, [S.l.], v. 187, p. 1158-66, 2022 Jan. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115866>.
32. CURTI AR, DE CAMPOS RR. Sistema kanban como mecanismo de controle de processos. *Revista Interface Tecnológica*, [S.l.], v. 15, n. 2, p. 208-19, 30 dez. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31510/infa.v15i2.468>.
33. DE OLIVEIRA AR; COSENZA HJSR, OLIVEIRA MN de M, LIMA A da C, TEIXEIRA AM, BRAGA NETO O de O, CALADO RD. 5S: organização, qualidade e eficiência do ambiente de saúde. *Revista Lean nas Upas*, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 1-16, 17 jul. 2020. Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22409/2675-4924.1>.
34. JACA C, VILES E, PAIPA-GALEANO L, SANTOS J, MATEO R. Learning 5S principles from Japanese best practitioners: case studies of five manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, [S.l.], 52(15), p. 4574-86. [2014 Jan. 31]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.878481>.

35. PEREIRA DA de M, LEITE JP. Implantação de layout celular na montagem de cadernos. *Veredas Simep*, [S.I.], v. 1, n. 9, p. 58-74, jan. 2016.
36. GADELHA FC, BESSA JÁ, MOURA LB, BARROSO DA, MENEZES JWM, DE ALEXANDRIA AR. Alteração de um layout funcional para layout celular motivado pelos fundamentos da manufatura enxuta: estudo de caso em uma indústria de transformadores. *Holos*, [S.I.], v. 6, p. 156, 11 dez. 2015. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Natal. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.1556>.
37. MONTEIRO C. Tecnologia de grupo? células de produção. 2013. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/tecnologia-de-grupo-celulas-de-producao/>. Acesso em: 13 jul. 2022.
38. CONCEIÇÃO SV. Otimização do fluxo de materiais através da manufatura celular. *Production*, [S.I.], v. 15, n. 2, p. 235-50, ago. 2005. Fap/Unifesp. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132005000200008>.
39. PETRINI G. Aplicação da tecnologia de grupo em sistemas com fluxo complexo: superando barreiras tecnológicas. 2021. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2021.
40. FERREIRA JCE. Tecnologia de grupo. *In*: FERREIRA JCE. Apostila de planejamento do processo - CAPP. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. cap. 6, p. 116-30.
41. KJELLEN HS, RAMILLON QJL, DREYER HC, POWELL DJ. Heijunka 4.0. Key enabling technologies for production levelling in the process industry. *Advances In production management systems. Artificial Intelligence for sustainable and resilient production systems*, [S.I.], p. 704-11, 2021. Springer International Publishing. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-85874-2_77.
42. DOS SANTOS VM. Heijunka. 2021. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/o-que-e-heijunka-como-aplicar-esse-conceito-lean/>. Acesso em: 13 jul. 2022.
43. KORYTKOWSKI P, WISNIEWSKI T, RYMASZEWSKI S. Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka) - a case study. *Ifac*. [S.I.], 46(9), p. 1554-59, 2013. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3182/20130619-3-ru-3018.00285>.
44. HAN J, KIM J, LEE S. Expressão baseada em 5W1H para o compartilhamento efetivo de informações em investigações forenses digitais. *ArXiv pré-impressão arXiv*: 2010.15711, 2020.
45. BURTET A. Proposta de melhoria da logística através do uso de ferramentas da qualidade no centro de distribuição de Chapecó da empresa ex. 2022. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Administração, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, SC, 2022.

46. DE AMARAL LC, NASCIMENTO SD'A, COSTA HG, VIERA, LEV, TEIXEIRA, AM, BRAGA NETO, O de O, CALADO RD. Lean healthcare: pensamento lean, trabalho padronizado e os 8 desperdícios na saúde. *Revista Lean nas Upas*, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 1-18, 28 jan. 2021. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22409/2675-4924.5>.
47. STOCO ALG. Trabalho padronizado: uma poderosa ferramenta a favor da Melhoria Contínua. 2018. Disponível em: <https://engevolve.com.br/2018/06/29/o-trabalho-padronizado-uma-poderosa-ferramenta-da-melhoria-continua/>. Acesso em: 12 jul. 2022.
48. DEGUIRMENDJIAN SC. Lean healthcare: aplicação do diagrama de espaguete em uma unidade de emergência. 2016. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Enfermagem da Universidade Federal de São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2016.
49. DE FREITAS EB. Diagrama de espaguete/Spaghetti. 2013. Disponível em: http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com/2013/03/diagrama-de-espaguet-e-spaghetti_10.html. Acesso em: 12 jul. 2022.
50. GOSHIME Y, KITAW D, JILCHA K. Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction. *International Journal of Lean Six Sigma*, [S.l.], 10(2), p. 691-714. [cited 2019 May 29]. Emerald. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/ijlss-06-2017-0063>
51. GUIMARÃES L da S, CARVALHO JDA, MEDEIROS H da S, SANTANA AFB. A utilização do diagrama de identificação de desperdícios em substituição ao mapa de fluxo de valor: estudo de caso em uma fábrica de concentrados de refrigerantes. *Princípios e Filosofia Lean*, [S.l.], p. 10-11, 4 dez. 2017. Antonella Carvalho de Oliveira. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.509170412>.
52. DA CRUZ NMP. Implementação de ferramentas Lean Manufacturing no processo de injeção de plásticos. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Produção de Sistemas, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2013.
53. VIEIRA MG. Aplicação do mapeamento de fluxo de valor para avaliação de um sistema de produção. 2006. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
54. ROTHER M, SHOOK J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003, 117 p.
55. KRUPA KM, PATIL S, SINGH B. Importance of Kaizen and its implementation in design and manufacturing system. *IEEE Fourth International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications (Icaecc)*, [S.l.], p. 1-4, 2022 Jan. 10. IEEE. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/icaecc54045.2022.9716625>.
56. FERREIRA DMC, SAURIN TA. A complexity theory perspective of kaizen: a study in healthcare. *Production Planning & Control*, [S.l.], 30(16), p. 1337-53, 2019 May 17. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2019.1615649>.

57. REGIS TKO, GOHR CF, SANTOS LC. Implementação do lean healthcare: experiências e lições aprendidas em hospitais brasileiros. *Rev. de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 58, n. 1, jan./fev., 2018. p. 30-43.
58. DE AMARAL LC, NASCIMENTO SD'A, COSTA HG, VIERA LEV, TEIXEIRA AM, BRAGA O de O NETO, AGOSTINHO R, CALADO RD. Lean Healthcare: pensamento lean, trabalho padronizado e os 8 desperdícios na saúde. *Rev. Lean nas Upas*, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 1-18, 28 jan. 2021. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22409/2675-4924.5>.
59. COSTA LBM, GODINHO M FILHO. Lean healthcare: review, classification and analysis of literature. *Production Planning & Control*, [S.l.], 27(100, p. 823-36, 2016 Feb 18. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2016.1143131>.
60. SOLIMAN M, SAURIN TA. Uma análise das barreiras e dificuldades em lean healthcare. *Revista Produção Online*, [S.l.], v. 17, n. 2, p. 620-640, 14 jun. 2017. Associação Brasileira de Engenharia de Produção – Abepro. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v17i2.2605>.
61. DE SOUZA LB. Trends and approaches in lean healthcare. *Leadership in Health Services*. 22(2) 2009, p. 121-39, 2009. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17511870910953788>.
62. TURATI R de C. Desenvolvimento de uma abordagem estatística dos tempos para o Lean Healthcare: uma proposta para análise dos tempos nos processos hospitalares. 2015. 135 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2015.
63. TOUSSAINT J, GERARD RA. *On the mend: revolutionizing healthcare to save lives and transform the industry*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute, Incorporated, 2010, p. 9-32.
64. GRABAN M. *Lean hospitals: improving quality, patient safety, and employee engagement*. 2nd ed. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2012, p. 10-22.
65. DE AMARAL LC, CALADO RD, VIEIRA LWH, CHAVES SM do A. Lean healthcare *In: Reducing HAI an integrative literature review: advances in production management systems. artificial intelligence for sustainable and resilient production systems*, [S.l.], p. 351-361, 2021. Springer International Publishing. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-85902-2_38.
66. DHINGRA N. International challenges of self-sufficiency in blood products. *Transfusion Clinique et Biologique*. 20, 2013, p. 148-2.

67. MOURA EL. Identificação dos fatores de descarte de bolsas na produção de hemocomponentes no hemocentro coordenador da rede Hemeapar. 2013. Projeto Técnico (MBA em Gestão da Qualidade). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
68. GIL AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184p.
69. PRODANOV CC, DE FREITAS, EC. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo, RJ: Feevale, 2013.
70. WORTH J, SHUKER T, KEYTE B, OHAUS K, LUCKMAN J, VERBLE D, PALUSKA K, NICKEL Todd. Aperfeiçoando a jornada do paciente. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2019. 161 p.
71. KRUPA KM, PATIL S, SINGH B. importance of kaizen and its implementation in design and manufacturing system. 2022 Ieee Fourth International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications (Icaecc), [S.l.], 4(1), p. 1-4, [cited 2022 Jan. 10] Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/icaecc54045.2022.9716625>.
72. STOLF AL *et al.* Aplicação de ferramentas e conceitos Lean em processos de serviços: estudo de caso em uma clínica veterinária. Journal of Lean Systems, Joinville, SC, v. 4, n. 1, p. 125-151, 15 jan. 2019. Trimestral. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/lean/article/view/2500>. Acesso em: 3 jan. 2023.
73. PETRINI G. Aplicação da tecnologia de grupo em sistemas reais com fluxo complexo: superando barreiras tecnológicas. 2021. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2021.
74. PYZDEK T. Spaghetti diagrams: the lean healthcare handbook, [S.l.], p. 25-28, 2021. Springer International Publishing. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-69901-7_3.
75. COUTINHO T. O diagrama de espaguete atua como um grande aliado nos projetos de otimização de layout. 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-espaguete>. Acesso em: 2 jan. 2023.
76. PICCHI FA. Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter. 2017. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/1131/entenda-os-%E2%80%9C7-desperdicios%E2%80%9D-que-uma-empresa-pode-ter.aspx>. Acesso em: 4 jan. 2023.
77. PEREIRA CA dos S. Lean manufacturing: aplicação do conceito a células de trabalho. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2010.
78. EFE B, EFE ÖF. An application of value analysis for lean healthcare management in an emergency department. International Journal of Computational Intelligence

Systems, [S.I.], v. 9, n. 4, p. 689-697, 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1080/18756891.2016.1204117>.

79. OREL V, SMIRNOVA V, GURYEVA N, CHENTSOV D, SHARAFUTDINOVA L, ZATULKIN V, LYTAEV S. Ways of economical production in medical institution risk management. Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. Health, Operations Management, And Design, [S.I.], p. 237-248, 2022. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-06018-2_17.

80. TORTORELLA GL, FOGLIATTO FS, ANZANELLO M, MARODIN GA, GARCIA M, ESTEVES RR. Making the value flow: application of value stream mapping in a Brazilian public healthcare organization. Total Quality Management & Business Excellence, [S.I.], v. 28, n. 13-14, p. 1544-1558, 4 mar. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14783363.2016.1150778>.

81. PILAR IV-C, JULIO JG-S, JUAN, AM-G, JOSE, PG-S. Value stream mapping on healthcare. 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (iesm), [S.I.], p. 1-5, out. 2015. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/iesm.2015.7380170>.

82. VENKATESH K, ZHOU M-C, KAIGHOBADI M, CAUDILL R. A petri net approach to investigating push and pull paradigms in flexible factory automated systems. International Journal of Production Research, [S.I.], v. 34, n. 3, p. 595-620, mar. 1996. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00207549608904922>.

83. LYONNET B, TOSCANO R. Towards an adapted lean system: a push-pull manufacturing strategy. Production Planning & Control, [S.I.], v. 25, n. 4, p. 346-354, 16 jul. 2012. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2012.702867>.

84. BRASIL, Lean Institute. As dificuldades do sistema puxado. 2011. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/993/as-dificuldades-do-sistema-puxado.aspx>. Acesso em: 29 out. 2023.

85. ROTHER M, HARRIS R. Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. [S.I.]: Lean Institute Brasil, 2002. 103 p.

86. DAL FORNO, AJ, FORCELLINI FA, PEREIRA FA, LOOS MJ. A padronização do processo como primeiro passo para a implementação do desenvolvimento lean de produtos - Evidências da Indústria Têxtil. Tecno-Lógica, [S.I.], v. 19, n. 2, p. 36, 16 jul. 2015. APESC - Associação Pro-ensino em Santa Cruz do Sul, RS. <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v19i2.5397>.

87. PEREIRA CA dos S. Lean manufacturing: aplicação do conceito a células de trabalho. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2010.

88. COUTINHO T. Como solucionar problemas com gargalo de produção? 2018. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/gargalo-de-producao>. Acesso em: 12 nov. 2023.
89. CASTELLO RV. Lean healthcare: um caminho para melhorias de gestão e serviço de saúde. 2022. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, 2022.
90. GAMA DON, DAMASCENA DM, DOS SANTOS TA, SANTOS HS, DE MELO CMM, FLORENTINO TC, CONCEIÇÃO L de O, DE SOUZA EA. Caracterização da produção científica sobre erro no trabalho em saúde. *Acta Paulista de Enfermagem*, [S.L.], v. 35, p. 1-8, 2022. *Acta Paulista de Enfermagem*. <http://dx.doi.org/10.37689/acta-ape/2022ar03563>.
91. HORSTHOFER-RAUCH J, SCHUMANN M, MILDE M, VERNIM S, REINHART G. Digitalized value stream mapping: review and outlook. *Procedia Cirp*, [S.I.], v. 112, p. 244-249, 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2022.09.079>.
92. AHMAD ANA, LEE TC, RAMLAN R, AHMAD MF, HUSIN N, RAHIM M. Value stream mapping to improve workplace to support lean environment. *Matec Web of Conferences*, [S.I.], v. 135, p. 00032, 2017. EDP Sciences. <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201713500032>.
93. GOSHIME Y, KITAW D, JILCHA K. Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction. *International Journal of Lean Six Sigma*, [S.I.], v. 10, n. 2, p. 691-714, 29 maio 2019. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ijlss-06-2017-0063>.
94. TELES WS, BARROS AMMS, SANTOS JR. PCC, SILVA MHS, SANTOS LXC, SILVA MC, HORA AB, ANDRADE AFMS, TORRES RC, RODRIGUES SMSS. Inspeção nos concentrados de hemácias para detecção de lipemia. *Hematology, Transfusion and Cell Therapy*, [S.I.], v. 44, p. 365-373, out. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.htct.2022.09.616>.
95. BIANCO D, DOS SANTOS JR. JC, SAGAWA JK, GODINHO M. Mapeamento do fluxo de valor: estudo de caso na fabricação de produtos pet food. *Revista Produção Online*, [S.I.], v. 19, n. 4, p. 1345-1368, 16 dez. 2019. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - Abepro. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v19i4.3458>.
96. MARTINS FA de A. Modelo para avaliação do lead time produtivo nas empresas têxteis. 2003. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
97. BECHER M. Valor agregado e desperdício: entendendo os processos Lean. 2020. Disponível em: <https://blog.softexpert.com/processos-lean/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

98. NEPIN E. O que é lead time e qual é a importância desse conceito. 2022. Disponível em: <https://www.nepin.com.br/blog/industria/o-que-e-lead-time-e-qual-e-a-importancia-desse-conceito/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

99. MORGAN JM, LIKER JK. The Toyota product development system: integrating people, process and technology. New York: Productivity Press, 2006