

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE UM  
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE LEITE

Rodrigo Ricetto Bertolucci Pereira

São Carlos/SP

Junho/2018

Rodrigo Ricetto Bertolucci Pereira

DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE UM  
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE LEITE

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de  
Engenharia de São Carlos da  
Universidade de São Paulo, sob  
orientação do Prof. Dr. Antonio de  
Freitas Rentes, para obtenção de  
título de bacharel em Engenharia  
de Produção

São Carlos

Junho / 2018

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

<b>Candidato:</b> Rodrigo Riccetto Bertolucci Pereira
<b>Título do TCC:</b> DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE LEITE
<b>Data de defesa:</b> 18/03/2019

<b>Comissão Julgadora</b>	<b>Resultado</b>
Professor Sênior Antonio Freitas Rentes (orientador)	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	
Professor Associado Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	
Professor Doutor Marcelo Seido Nagano	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	

Presidente da Banca: **Professor Sênior Antonio Freitas Rentes**

## Agradecimentos

Agradeço profundamente a todos aqueles que me ajudaram ao longo do caminho.

Momentos difíceis, assim como os bons, são apenas momentos que nos oferecem oportunidades para crescer. São passageiros. Ainda assim, em muitos desses momentos foram as pessoas incríveis ao meu redor que me ajudaram a me reencontrar em meu caminho. Sem elas, eu não estaria aqui, não seria a mesma pessoa, nem nada faria sentido.

Em especial, agradeço a minha família que sempre esteve presente, e me amava quando eu menos merecia, pois era nestes momentos que eu mais precisava.

Agradeço imensamente a Luciana Torres que me ofereceu tantos momentos de carinho e felicidade.

Agradeço também à família Hominiss que tão bem me acolheu e tanto me ensinou nestes últimos meses.

## Epígrafe

“Nenhuma pessoa pode se banhar no mesmo rio duas vezes” - Heraclitus

## Resumo

PEREIRA, R.R.B. (2018). *Diagnóstico e análise do processo produtivo de um laboratório de análise de leite*, Trabalho de Conclusão de Curso - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2018.

A indústria do leite no Brasil exige que sejam feitos testes qualidades mensais de cada animal produtor, oferecendo uma demanda crescente para os sete laboratórios credenciados ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Além disso, os laboratórios competem pelo mercado e aumento de ganhos operacionais, justificando assim o uso de ferramentas de outras áreas do conhecimento a fim de aumento de eficiência, assim como os métodos *Lean*, Seis Sigma, e Teoria das Restrições. Este estudo visa realizar o diagnóstico de um dos supracitados laboratórios, com ferramentas pertencentes a esses métodos, analisar o resultado e ao final propor melhorias. Os resultados projetados foram promissores suficiente para demonstrar os benefícios em utilizar esses métodos e suas ferramentas em outras áreas.

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	13
1.2	OBJETIVO.....	14
1.3	MOTIVAÇÃO .....	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
2.1	TEORIA DAS RESTRIÇÕES .....	16
2.2	LEAN/TOYOTISMO.....	18
2.3	SEIS SIGMA.....	21
2.4	TEORIA DAS RESTRIÇÕES X LEAN X SEIS SIGMA.....	22
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>24</b>
3.1	DEFINIR O ESCOPO.....	24
3.1.1	FORMAÇÃO DA EQUIPE DE ESTUDO DE CASO JUNTO AO LABORATORIO DE ANALISE DE LEITE .....	24
3.1.2	DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO ESTUDO DE CASO.....	24
3.1.3	DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS DO LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE LEITE .....	25
3.2	MEDIR E MAPEAR A SITUAÇÃO ATUAL.....	25
3.2.1	MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR .....	25
3.2.2	IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS INDICADORES .....	26
3.2.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE A FASE DE MEDIR E MAPEAR A SITUAÇÃO ATUAL.....	27
3.2.4	RECEBIMENTO .....	34
3.2.5	LABORATÓRIO .....	38
3.2.6	PROCESSAMENTO DE DADOS - PDD .....	44
3.2.7	ATENDIMENTO .....	45
3.2.8	MUDA MURI MURA.....	48



<b>3.3</b>	<b>ANALISAR SITUAÇÃO ATUAL E DESENVOLVER SITUAÇÃO FUTURA .....</b>	<b>51</b>
<b>3.3.1</b>	<b>BALANCEAMENTO DA DEMANDA .....</b>	<b>54</b>
<b>3.3.2</b>	<b>PADRONIZAÇÃO DE OPERAÇÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3.3</b>	<b>OUTRAS MELHORIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>3.4</b>	<b>PLANO DE IMPLANTAÇÃO.....</b>	<b>61</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>63</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>

## Lista de Figuras

<b>FIGURA 1 – PASSOS DO MÉTODO TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 2 - MAPA DE FLUXO DE VALOR MACRO – SITUAÇÃO ATUAL .....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 3 - MAPA DE FLUXO DE VALOR RECEBIMENTO – SITUAÇÃO ATUAL COM PROBLEMAS EM DESTAQUE .....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 4 - MAPA DE FLUXO DE VALOR LABORATÓRIO – SITUAÇÃO ATUAL COM PROBLEMAS EM DESTAQUE .....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 5 - MAPA DE FLUXO DE VALOR PDD – SITUAÇÃO ATUAL COM PROBLEMAS EM DESTAQUE .....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 6 – DIAGRAMA DE ESPAGUETE DO FLUXO DA AMOSTRA.....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 7 – CAD RENDERIZADO DA LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE LEITE – LABORATÓRIO E RECEBIMENTO .....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 8 – CAD DO RECEBIMENTO .....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 9 – DIAGRAMA DE ESPAGUETE DO FLUXO DO COLABORADOR DO RECEBIMENTO..</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 10 – OCORRÊNCIAS NO RECEBIMENTO .....</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA 11 – DIAGRAMA DE ESPAGUETE DO FLUXO DA ANÁLISE DE CCS .....</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 12 – DIAGRAMA DE ESPAGUETE DO FLUXO DA ANÁLISE DE CBT.....</b>	<b>41</b>
<b>FIGURA 13 – CAD RENDERIZADO DO LABORATÓRIO.....</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 14 – CAD DO LABORATÓRIO .....</b>	<b>43</b>
<b>FIGURA 15 – NÚMERO DE AMOSTRAS POR SEMANA.....</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 16 –GRÁFICO MOSTRANDO QUANTOS TURNOS SÃO NECESSÁRIOS PARA ANALISAR AS AMOSTRAS RECEBIDAS NA SEMANA .....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 17 – CASA TOYOTA E OS DESPERDÍCIOS MUDA, MURI E MURA .....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 18 – CASA TOYOTA E OS DESPERDÍCIOS MUDA, MURI E MURA .....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 19 – PRINCIPAL PROBLEMA DIAGNOSTICADO: DESBALANCEAMENTO DA DEMANDA .....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 20 – DESBALANCEAMENTO DAS FUNÇÕES DO OPERADOR .....</b>	<b>53</b>

<b>FIGURA 21 – SUGESTÕES DE MELHORIAS .....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 23 – EXEMPLO DE QUADRO A3 – NÍVEL ESTRATÉGICO. ....</b>	<b>60</b>
<b>FIGURA 24 – CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO PROPOSTO.....</b>	<b>62</b>



# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo introdutório apresenta a contextualização do tema (tópico 1.1), a motivação e justificativa da pesquisa (tópico 1.2), os objetivos geral e específicos da pesquisa (tópico 1.3), e o esquema geral (tópico 1.4).

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com o Departamento de Crédito e Estudos Econômicos (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2018), o consumo mundial de leite fluido deve continuar em 2018 com o ritmo de crescimento dos últimos anos. Espera-se que neste ano, a produção total de leite fluido seja de aproximadamente 23,98 milhões de toneladas enquanto que a procura total deve ser de 27,25 milhões de toneladas. Nessa cadeia de produção e tratamento de produtos agroindustriais, os serviços são fundamentais para que se crie valor para o terceiro setor da economia. Dentro dessa situação, e de forma abundante, encontra-se a indústria do leite.

O Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento exige que todo o leite produzido no Brasil seja analisado mensalmente (SANTANA; FAGNANI, 2014). É uma análise que retira amostras da produção de cada animal, para garantir a qualidade, assim como também a classificação de acordo com seu teor de gordura (integral, padrão, semidesnatado, desnatado) e tipo (A, B, pasteurizado, C ou Cru resfriado), seguindo o Regulamento Técnico da Produção e Identidade e Qualidade fixados por Instrução Normativa. As principais análises exigidas por lei são as de Contagem de Células Somáticas (CCS) e a Contagem Bacteriana Total (CBT) que devem ser realizadas em um dos dez laboratórios credenciados junto ao Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Além disso, os resultados dos testes podem ser utilizados para controle da qualidade e negociação de melhores preços entre produtores rurais e indústrias leiteiras (MURPHY et al., 2016), para melhorar a administração do gado visando maior produtividade e saúde do animal (TAVARES; GODOY; CHICAGLIONE, 2017), assim como também para melhor gerência dos tanques e misturas do leite de diferentes fazendas ao chegar na indústria (JAYARAO et al., 2004), e assim conseguir padrões de qualidade que possibilitem uma expansão do *market share* do produtor. Devido a esses benefícios, algumas indústrias, devido ao tamanho da demanda que representam,

possuem força de negociação para exigir que seus fornecedores realizem testes na produção de seus animais semanalmente ao invés da mensal exigida por lei.

As análises de controle de qualidade supracitadas são realizadas por laboratórios credenciados junto ao governo. Estes laboratórios são entidades privadas que almejam lucro em suas atividades e competem entre si pelo mercado de análise, ou seja, o cliente é livre para escolher o laboratório mais próximo, o mais rápido, o de melhor atendimento, ou qualquer outro critério que o agrade.

Dessa forma, os laboratórios possuem uma demanda pouco elástica, crescente todo mês e pressão para realizar mais análises, enquanto ao mesmo reduzir custos e preços para se manterem competitivos no mercado, o que justifica o interesse em se trazer metodologias já conhecidas e testadas de outras áreas para inspirar mudanças e melhorias nas análises de leite.

Assim faz sentido que sejam utilizadas metodologias para aumento de eficiência como a Teoria das Restrições, *Lean*, Seis Sigma e gerência de projetos que já obtiveram sucesso nas mais diversas áreas; para se conseguir maior eficiência em toda cadeia produtiva da análise de leite, desde o colhimento das amostras, até o envio de resultados para produtor e indústria.

## 1.2 OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo realizar o diagnóstico da cadeia produtiva de um dos laboratórios de análise de leite aplicando principalmente a metodologia *Lean*, e analisar os resultados de forma crítica para propor melhorias que aumentem a eficiência, reduzindo custos e aumentando a qualidade do serviço prestado.

## 1.3 MOTIVAÇÃO

Como dizia o criador da Teoria das Restrições (GOLDRATT; COX, 2016), uma das metodologias que será melhor explicada a seguir, o objetivo de uma organização não é apenas ter lucro, mas sim ter lucro hoje e amanhã. Para que um negócio tenha sucesso, e continue existindo no futuro, não basta reduzir custos, mas sim, deve-se realizar uma análise para compreender o que deve, de fato, ser otimizado, e medir o desempenho de todas etapas produtivas única e exclusivamente pela sua capacidade de seguir o ritmo da etapa de menor capacidade produtiva, a Restrição.

Assim, os laboratórios de análise de leite são negócios que visam lucro, que apesar da demanda pouco elástica, competem entre si pelo mercado, e por isso devem apresentar motivos para serem escolhidos pelos seus clientes independente de qual seja o critério selecionado. Os laboratórios devem se esforçar para oferecer a melhor experiência possível aos seus clientes, com conseqüente redução de custos, maior velocidade entre envio da amostra e recebimento de resultados, a cada iteração mais confiabilidade e facilidade no envio das amostras, evoluindo de maneira contínua, para que continuem tendo lucro no amanhã.

Goldratt (2016) também mostrou que a capacidade produtiva de uma cadeia produtiva será limitada pela capacidade máxima da sua restrição, o que significa que para se produzir mais, faz sentido eliminar qualquer desperdício, e extrair o máximo da restrição, e uma das formas de se fazer isso seria empregando as metodologias *Lean* e Seis Sigma e suas ferramentas, como argumentado em seu livro (NELSON; SPROULL, 2015).

Em particular, o laboratório em que este estudo se baseia não apenas tinha intenções de aumentar a competitividade como também se encontrava em momento de tomada de decisão para a aquisição de novo equipamento no valor de um milhão e meio de reais, e assim buscava auxílio para que se tivesse uma visão externa que pudesse, por meio de diagnóstico, compreender a realidade atual em que se encontravam incluindo capacidade máxima, principais gargalos/restrições, e potenciais reduções de desperdício, assim como também por meio de análise crítica sugestões de melhoria que norteassem os próximos passos e decisões.

De forma a alcançar o objetivo supra citado, este estudo apresenta, além da contextualização e justificativas, já apresentados, segue uma fundamentação teórica no capítulo 2, apresentando as principais metodologias e ferramentas da produção enxuta, *Lean*, Seis Sigma, e gerência de projetos utilizadas para a realização do diagnóstico. Depois, no capítulo 3 é apresentado o diagnóstico feito como estudo de caso realizado um dos dez laboratórios credenciados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para análises de leite. No capítulo 4 é apresentada a análise crítica, observações e principais sugestões. Por fim, as referências utilizadas no capítulo 5.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

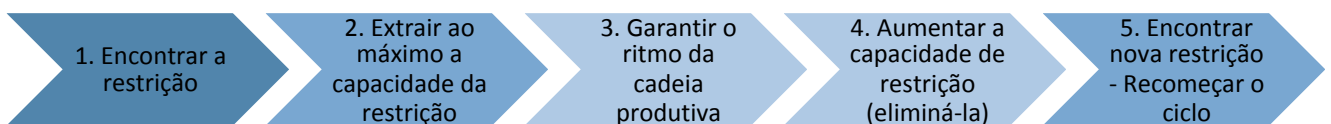
Este capítulo apresenta a fundamentação teórica na qual se baseia o método utilizado neste estudo, incluindo Teoria das Restrições (2.1), *Lean*/Toyotismo (2.2), Seis Sigma (2.3) e Teoria das Restrições X *Lean* X Seis Sigma (2.4).

### 2.1 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Na década de 80, o professor Eliyahu Goldratt começa a apresentar seus trabalhos usando lógica e método científico para melhoria de processos industriais. Seu trabalho ficou mais conhecido com seu primeiro romance, em que o personagem principal passa por momentos difíceis na fábrica em que trabalha, e aconselhado pelo seu colega Jonah e por pensamento lógico chega na Teoria das Restrições, e assim a fábrica passa a operar com melhores resultados (GOLDRATT; COX, 2016; GOLDRATT; FOX, 1986).

A Teoria das Restrições surge do princípio que em uma corrente haverá sempre um elo que seja mais fraco que os restantes, sendo, portanto o ponto de ruptura. Da mesma forma acontece em um processo produtivo, onde sempre haverá um processo que apresentará capacidade inferior aos demais. Como um cano de água que estreita e alarga, o fluxo total de água será definido pela menor seção transversal. A partir da identificação, resume-se o método em cinco passos, vistos na Figura 1.

Figura 1 – Passos do método Teoria das Restrições



Fonte: Elaboração própria com base em (GOLDRATT; COX, 2016)

Existem várias formas para se identificar a restrição, porém o método utilizado neste estudo foi emprestado do método *Lean* que será explicado no próximo tópico. O segundo passo se traduz em garantir que a restrição não terá seu tempo desperdiçado,



reduzindo assim tempos de *setups*, ou garantindo manutenção preventiva e rápida nos momentos certos. O objetivo é extrair o máximo de eficiência da restrição.

O terceiro passo, talvez o mais importante, diz que toda a cadeia deve se mover no mesmo ritmo, pois se qualquer processo estiver com ritmo superior ao da restrição antes desta, significa que esses processos estão, na realidade, gerando estoque que vai ocupar espaço, e comprometer matéria prima e investimentos. Todas as etapas da cadeia após a restrição poderão, no máximo, processar o volume que lhes for passado pela restrição, e não chegarão a 100% de eficiência. Isso faz com que não tenha mais sentido avaliar os departamentos da empresa por critérios de eficiência, pois isso incentiva a criação de estoque antes da restrição, e punição após a restrição.

O quarto passo diz que, se mesmo depois de realizado os três passos anteriores ainda houver necessidade por maior capacidade da restrição, deve-se eliminá-la no sentido de se duplicar o processo, seja adquirindo nova máquina, ou novos funcionários, ou o que for necessário no caso. O quinto passo lembra que, ao aumentar a capacidade da restrição, é possível que ela apresente capacidade superior a outras etapas da cadeia produtiva, e assim uma nova restrição deve ser encontrada, ou seja, voltar ao passo número 1. É possível que a nova restrição seja a mesma que a anterior nesta iteração.

No livro *It Is Not Luck* de Goldratt (2017a) (GOLDRATT, 2017a), argumenta-se que a forma como a organização opera, seu nível de estoque, capacidade de atender o cliente, e fazer isso em todos os setores da empresa terá grande impacto no valor de mercado da organização, devendo assim expandir o uso da Teoria das Restrições.

Após o uso inicial e expansão da da Teoria das restrições, chega-se ao livro *Isn't It Obvious* (GOLDRATT; ESHKOLI; BROWNLEER, 2009), em que os autores aplicam o método da Teoria das Restrições ao varejo, mostrando sua versatilidade além da manufatura. É importante ressaltar também que no livro *Critical Chain* (GOLDRATT, 2017b), o autor apresenta como o mesmo tipo de pensamento pode ser aplicado à gerência de projetos tradicional (PMBOK, 2004). No caso deste estudo, em específico, foi utilizado o uso no Gráfico de Gantt (MAYLOR, 2001) para identificar quais atividades poderiam seguir em paralelo, e quais atividades deveriam começar em que momento para se atingir resultados em determinados horários, e isso, de forma visual, de simples compreensão.

O livro *Haystack Syndrome* (GOLDRATT, 1990) mostra ainda mais a versatilidade e uso da Teoria das Restrições empregando-a inclusive na contabilidade para se tomar decisões para maximização do lucro, assim a decisão não seria apenas o

maior lucro oferecido por unidade produzida, mas sim em unidade monetária por unidade de tempo de uso da restrição.

## 2.2 LEAN/TOYOTISMO

Pode-se dizer que a história da organização Toyota começa com seu fundador, Sakichi Toyoda, que em 1894 começou a fazer teares melhores que os existentes na época (LIKER, 2005), mesmo sendo o tear mecânico movido a vapor foi feito com muita experimentação e aprendizado no método de tentativa e erro. Desde o começo já havia uma preocupação com melhorias constantes e a visão de longo prazo.

Com as vendas dos teares mecânicos, houve uma negociação com uma empresa inglesa, e o capital dessa negociação foi utilizado para começar a *Toyota Motor Corporation*, pelo filho de Sakichi, Kiichiro Toyoda. Na época, o filho teve total apoio do pai ao explicar que os teares estariam em queda e o futuro seria dos motores automotivos.

Depois da segunda guerra mundial, que deixou vários países em crises, a empresa conseguiu se restabelecer com a ajuda dos americanos. Eles viram que para a reconstrução do Japão seriam necessários tratores e caminhões que poderia ser fabricados por empresas como a Toyota, porém, em grande parte devido ao fluxo de caixa e inflação, em 1948 a dívida da empresa já era oito vezes o seu valor total de capital. A empresa passou por um momento difícil que envolveu cortes de salários, e aposentadoria voluntária. Inclusive o próprio Kiichiro se aposentou assumindo total responsabilidade pelas falhas da empresa, muito embora os problemas tivessem causas além de sua alçada, e no lugar ficou uma valiosa lição que ajudou a moldar a cultura da empresa: o sacrifício pessoal para o bem da empresa. Esse exemplo da história da empresa serve para ilustrar algo que se mantém forte na cultura Toyota e no método *lean* ainda hoje, que é o respeito grande pela organização em si, e assumir a responsabilidade pelo resultado, demonstrando que as falhas são de processos que podem e devem ser melhorados, ao invés da culpa ser dos funcionários, assim o CEO assumindo a responsabilidade e consequências se colocou como um dos maiores exemplos da cultura que vira a mudar completamente a organização.

Depois de Kiichiro, quem ajudou a moldar a cultura da empresa foi seu primo mais novo Eiji Toyoda que adicionou à cultura de superação de desafios por meio de ação, quando desafios aparecem, a solução é experimentar, aprender fazendo. Quando

se tornou presidente do grupo, desempenhou papel fundamental em selecionar e moldar as novas lideranças.

Na década de 50, Eiji visitou os Estados Unidos, e visitou inclusive as fábricas da Ford e deu o desafio ao gerente de fábrica Taiichi Ohno de competir com os americanos. Durante a visita, eles ficaram surpresos de perceber que as tecnologias de manufatura em massa não haviam mudado muito desde a década de 30. Eles perceberam como os passos dos processos eram feitos para grandes volumes que ficavam armazenados em estoque intermediários, e como isso refletia num processo com interrupções intermediárias. Viram que havia um alto custo nos equipamentos, afim de aumentar eficiência e reduzir custo por unidade produzida, com operários tentando manter as máquinas ocupadas. Analisaram os modelos de análise financeira e custos utilizadas que recompensavam gerentes que mantinham altas taxas de eficiência mesmo que isso causasse excesso de produção, e um fluxo completamente desbalanceado, com lotes que poderiam ficar sem ser descobertos por semanas. Foi quando viram a oportunidade (LIKER, 2005).

Outra lição valiosa que eles tiraram da visita aos Estados Unidos veio de uma área inesperada, os supermercados. Perceberam que seria possível traçar um paralelo entre supermercados e a indústria automobilística no qual, as estantes e gôndolas do supermercado se traduziam em estoques nos vendedores. A lição veio ao comparar supermercados grandes com os pequenos.

Uma forma mais simples de visualizar a diferença seria enxergar como um grande supermercado que opera em grandes lotes teria como competição um pequeno supermercado de bairro. O supermercado grande consegue melhores preços por comprar em grande quantidade, porém parte do seu lote, por vezes, acaba sendo desperdiçado por prazos de validade já que demoram mais para sair da prateleira. Por outro lado, o pequeno mercado não compra em grandes quantidades, o que possibilita ter uma grande variedade de produtos pequenos, e como a quantidade de cada é pouca, os produtos são sempre frescos devido a rotatividade e haveria uma baixa perda.

Perceberam que as prateleiras são repostas a medida que são consumidas, comparativamente poderia ser visto na indústria como ter um pequeno volume de produto no estoque, que só seria repostado quando consumido, assim, e assim só seria montado quando fosse demandado pelo estoque, e as peças produzidas quando o produto montado, e assim por diante. Apenas iniciando o processo quando necessário, ou em outras palavras, de forma puxada.

Essas iniciativas passam a ser ferramentas que incorporavam a metodologia *Lean*, assim como outras ferramentas vieram a receber nomes formais e ser incluídas no mesmo pacote, por exemplo a ferramenta 5S. Assim, dentro do *Lean* há várias ferramentas que podem ser utilizadas em conjunto ou de forma única, dependendo do objetivo desejado e situação em que se encontra.

De certa forma, método *Lean* poderia ser resumido como um método de produção enxuta que visava, dentre outros princípios, principalmente a eliminação de desperdícios, seja ele por tempo, obsolescência, ou qualquer outro motivo, mas em especial o tempo (MICHAEL; ROWLANDS; KASTLE, 2004). Para alcançar esse objetivo há diversas ferramentas que ajudam a identificar este fator em particular, medir onde e como atuar.

Algumas das ferramentas que neste estudo merecem destaque são o Mapa de Fluxo de Valor (ROTHER; SHOOK, 2007), *Takt Time* e o Diagrama de Espaguete (MICHAEL et al., 2004).

O *Takt Time* é o tempo total disponível para produção, dividido pela quantidade demandada, assim chegando-se à importante informação de quanto tempo em média deve-se levar para produzir uma única unidade do produto, e assim ditando o ritmo da cadeia produtiva. O mesmo raciocínio apresentado no tópico anterior quanto a eficiência de processos que não são restrições se aplica ao *Takt Time*, ou seja, qualquer processo que esteja produzindo com um tempo de produção inferior ao *Takt Time* estará produzindo estoque.

O Mapa de Fluxo de Valor é uma forma visual de se entender o fluxo dos processos e informações importantes associadas a cada um como número de operadores, tempo de ciclo, lead time, *Takt Time* entre outros. Colocando de forma simples símbolos que permitam uma interpretação e compreensão da situação como um todo. O Mapa de Fluxo de Valor é uma ferramenta que ajuda a enxergar o fluxo de materiais e de informações à medida que percorrem os processos. É uma ferramenta simples, porém poderosa, que, além de permitir uma visão sistêmica do fluxo de valor, apresenta as seguintes possibilidades:

- Identificar facilmente as fontes de desperdícios do fluxo;
- Tornam as decisões sobre o fluxo visíveis, contemplando, inclusive detalhes como lead time, quantidades de estoques, esperas, etc.;

- Auxilia na priorização de implantação de atividades tendo visão do fluxo como um todo, e não cada parte (ou processo) isoladamente;
- Mostra a relação entre fluxo de informação e de materiais.

Para os mapas de fluxo de valor, o fluxo de informação é representado na parte superior do mapa de fluxo, enquanto o fluxo de valor é representado na parte inferior do mapa. A linha abaixo do fluxo de valor é a linha do tempo que fornece o *lead time*, ou seja, o tempo necessário para a informação ou material fluir no processo.

O Diagrama de Espaguete é uma forma de se visualizar a movimentação física do produto, mapeando de onde a onde o processo passa a fim de se encontrar onde eliminar os desperdícios por excesso de movimentação.

O *Gemba Walk* pode ser explicado como uma forma de se compreender a realidade da organização. *Gemba* em japonês significa "Lugar de fato", no sentido de local onde os processos ocorrem, o lugar mais importante da organização, onde agrega-se valor. A ideia principal é ver e conhecer a realidade, chegar perto do processo produtivo, em seguida vem o valor de se compreender o por quê de cada etapa do processo, escutando as pessoas envolvidas no processo. Portanto o *Gemba Walk* seria uma caminhada ao longo do processo produtivo, feito pela equipe encarregada do projeto Lean, com o intuito de se compreender o processo e identificar possíveis melhorias.

*Muda*, *Muri*, e *Mura* em japonês significam desperdício de tempo, desperdício por sobrecarga, e desperdício por desbalanceamento, por exemplo, *Muda* pode ser causado por deslocamentos físicos desnecessários na planta, *Muri* é a sobrecarga no funcionário que pode ser carga excessiva de trabalho, falta de diretrizes na forma como trabalhar, falta de treinamento e também pode ser causada por *Mura* que por ter uma demanda desnivelada, pode causar períodos em que há pouco em que se trabalhar, e períodos em que há excesso de trabalho.

### 2.3 SEIS SIGMA

Se de certa forma o método *Lean* pode ser resumido como evitar o desperdício de tempo, o Seis Sigma, de forma simplificada, pode ser traduzido como reduzir o desperdício por questões de qualidade. De forma geral, na literatura, atribui-se a origem

do Seis Sigma à empresa Motorola, embora haja certa divergência quanto a origem (PACHECO, 2014), porém, credita-se a difusão de fato à Motorola no final da década de 80 (SANTOS; MARTINS, 2008).

O método Seis Sigma traz o uso de ferramentas estatísticas para medir e aumentar a probabilidade da produção se encontrar dentro dos limites de tolerância, e a partir disso usar outras ferramentas para garantir que o processo será melhorado, e mais importante, acompanhar a evolução ao longo do tempo para garantir que se mantenha dentro do planejado. O uso da ferramenta Seis Sigma pode ser tão valiosa que a *General Electric*s reportou economias da ordem de um bilhão de dólares entre os anos de 95 e 98 (ANTONY; BANUELAS, 2002).

Neste estudo, o mais importante é destacar o uso da ferramenta DMAIC (ANTONY; BANUELAS, 2002), que significa Definir, Medir, Analisar, Implementar, e Controlar, que compartilha semelhanças com o renomado ciclo Deming, também conhecido como PDCA (GRUENBERG, 2013).

A fase Definir é onde o escopo e objetivo do projeto é definido, assim como também a equipe e prazos. A fase Medir, é onde está o diagnóstico, em que se mede o processo, ter melhor compreensão do processo de forma que seja mensurável e comparável entre diferentes áreas e processos. A fase Analisar, é o momento em que se faz a análise crítica dos resultados da fase Medir, e extrair as possíveis causas de variabilidade, assim como sugestões de experimentações de melhorias. A fase Implementar é responsável por de fato executar os testes de melhorias e confirmar os resultados. Por fim, Controlar, para manter as melhorias operando, e garantir que não se volte a velhos hábitos.

No caso deste estudo focou-se nas fases Definir, Medir e Analisar. Ficando, assim, de fora do escopo do trabalho as fases Implementar, e Controlar, devido ao tempo disponível para o estudo e objetivo do Laboratório em questão quanto a esta parceria.

## 2.4 TEORIA DAS RESTRIÇÕES X LEAN X SEIS SIGMA

Com a exposição das definições das ferramentas, feitas nos tópicos anteriores, fica claro que tais metodologias (Teoria das Restrições, *Lean*, Seis Sigma) não competem entre si, mas complementam-se. O que justifica o uso combinado das três.

No livro *Epiphanized* (NELSON; SPROULL, 2015), os autores argumentam que o uso desenfreado de Seis Sigma pode levar organizações a aumentarem suas eficiências em processos anteriores à restrição e assim aumentar grandes perdas com estoque e obsolescência. Dessa forma, juntou-se *Lean* e Seis Sigma, para que por meio do *Lean* se mapeasse todo o processo, e fizesse as melhorias de seguindo o *Takt Time*, e considerando as perdas causadas por falha de qualidade, assim tendo uma probabilidade maior de entregar o número de produtos requisitados pela demanda dentro dos parâmetros exigidos (MICHAEL; ROWLANDS; KASTLE, 2004).

Os autores do livro *Epiphanized* foram além e trouxeram à mistura a Teoria das Restrições de forma a melhor estruturar o processo como um todo. Assim, a Teoria das Restrições como estrutura principal lógica, seguindo os 5 passos básicos: definindo a restrição e encontrando o foco de atuação; usando o método *Lean* para garantir que todas as etapas do processo estão se movendo no mesmo ritmo e evitando quaisquer desperdícios no meio do caminho; Seis Sigma para garantir que não há desperdícios por falta de qualidade, o que garante o maior uso possível da restrição. Na literatura também começam a aparecer estudos que falam dessa sinergia entre os três métodos (PACHECO, 2014).

### 3 ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta o estudo de caso no qual se baseia este estudo, incluindo Definir o Escopo (3.1), Formação da equipe de estudo de caso junto ao Laboratório de Análise de Leite (3.1.1), Definição do escopo do estudo de caso (3.1.2), Definição de objetivos do Laboratório de Análise de Leite (3.1.3), Medir e Mapear a Situação Atual (3.2), Mapeamento de fluxo de valor (3.2.1), Identificação dos Principais Indicadores (3.2.2), Considerações sobre a fase de Medir e Mapear a Situação Atual (3.2.3), Recebimento (3.2.4), Laboratório (3.2.5), Processamento De Dados - PDD (3.2.6), Atendimento (3.2.7), *Muda Muri Mura* (3.2.8), Analisar Situação Atual e Desenvolver Situação Futura (3.3), Balanceamento da Demanda (3.3.1), Padronização de operação (3.3.2), Outras Melhorias (3.3.3) e Plano de implantação (3.4).

#### 3.1 DEFINIR O ESCOPO

##### 3.1.1 FORMAÇÃO DA EQUIPE DE ESTUDO DE CASO JUNTO AO LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE LEITE

O estudo de caso aqui descrito foi conduzido por uma equipe multifuncional, formada por colaboradores do Laboratório de Análise de Leite e membros provenientes da *Hominiss Consulting*, além do autor.

##### 3.1.2 DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO ESTUDO DE CASO

O laboratório permitiu esse estudo para relatar e possivelmente solucionar dificuldades em seus processos produtivos, que durante a reunião de abertura do Diagnóstico, foram definidos de maneira clara quais os fluxos que seriam parte do escopo do trabalho. Desta forma, foram inicialmente definidos os fluxos:

- Recebimento
- Laboratório
  - Análise de Contagem de Células Somáticas CCS
  - Análise de Contagem Bacteriana Total CBT
  - Análise de Antibiótico ATB
- Processamento De Dados PDD
- Atendimento



- Fechamento da venda
- Planejamento de entregas

A partir do conhecimento dos fluxos principais que deveriam ser mapeados, iniciou-se um detalhamento dos subfluxos que seriam necessários mapear. Com isso, chegou-se nos seguintes fluxos principais como escopo do Diagnóstico devido ao maior número de pedidos: CCS e CBT.

### 3.1.3 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS DO LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE LEITE

Os objetivos gerais do estudo de caso foram definidos na primeira reunião, conforme estão listados abaixo:

- Identificação dos principais indicadores
- Mapa da situação atual das operações do laboratório
- Visão geral das movimentações físicas atuais de materiais e operadores
- Identificação dos principais desperdícios da situação atual
- Visões de situação futura das operações
- Identificação das ações de melhoria a serem implantadas
- Estimativas de impactos das melhorias nos *KPIs* (indicadores chave de performance)
- Proposta para a implantação de situação futura

## 3.2 MEDIR E MAPEAR A SITUAÇÃO ATUAL

Nesta etapa, a equipe estudou e analisou como as informações e mercadorias fluem através dos processos, para, em seguida, identificar os principais problemas a serem atacados. Em outras palavras, esta fase direcionou o trabalho para a definição dos *kaizens* que irão eliminar os principais desperdícios. Foram utilizadas algumas ferramentas e técnicas, tais como o mapeamento do fluxo de valor.

### 3.2.1 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Uma ferramenta utilizada no diagnóstico da situação atual foi o mapeamento do fluxo de valor dos produtos. Os processos mapeados foram aqueles pertencentes ao escopo, que foram definidos na fase “Definir o escopo”. Como já mencionado, o escopo do estudo de caso, após o alinhamento, contém 4 principais setores.

No início do processo de mapeamento foram realizadas reuniões com os supervisores e gerentes dos setores a fim de iniciar o entendimento dos fluxos dos processos. Além disso, foram realizadas visitas aos locais onde os processos acontecem (*Gemba Walk*) para coleta de dados e verificação *in loco* das condições atuais das atividades.

As figuras a seguir exibem a situação atual macro dos mapas de fluxo de valor para os 4 setores definidos no escopo do estudo de caso. Conforme as Figura 3, Figura 4 e Figura 5, cada setor apresenta subfluxos que foram mapeados para o entendimento do setor, que nesta seção serão representados de forma macro. Nos mapas macro a seguir, serão apresentados as principais atividades, setores responsáveis, principais inputs e outputs, dados relevantes, lead time e problemas.

A Figura 6 apresenta um Diagrama de Espaguete mostrando a movimentação física da amostra de leite ao longo do processo de análise de Contagem de Células Somáticas, com a distância percorrida de 87 metros em destaque.

A Figura 7 mostra o CAD do laboratório para ajudar na visualização de como o processo ocorre e o local.

### 3.2.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS INDICADORES

Para se pautar o trabalho, um indicador de performance se faz necessário para se medir e comparar os diferentes cenários. No caso, o indicador escolhido foi:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Quantidade de amostras}}{\text{Número de pessoas} \times \text{Mês}}$$

### 3.2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A FASE DE MEDIR E MAPEAR A SITUAÇÃO ATUAL

A fase de Medir e Mapear a Situação Atual permitiu à equipe de estudo de caso ter uma visão qualitativa dos processos em termos de fluxo e relação entre departamentos. Como foi observado nos mapas macro, foram apontados os principais problemas em cada um fluxos. Com o objetivo de haver consenso e alinhamento sobre os mapas, nesta seção será dada uma breve explicação sobre o funcionamento do fluxo e dos problemas levantados.

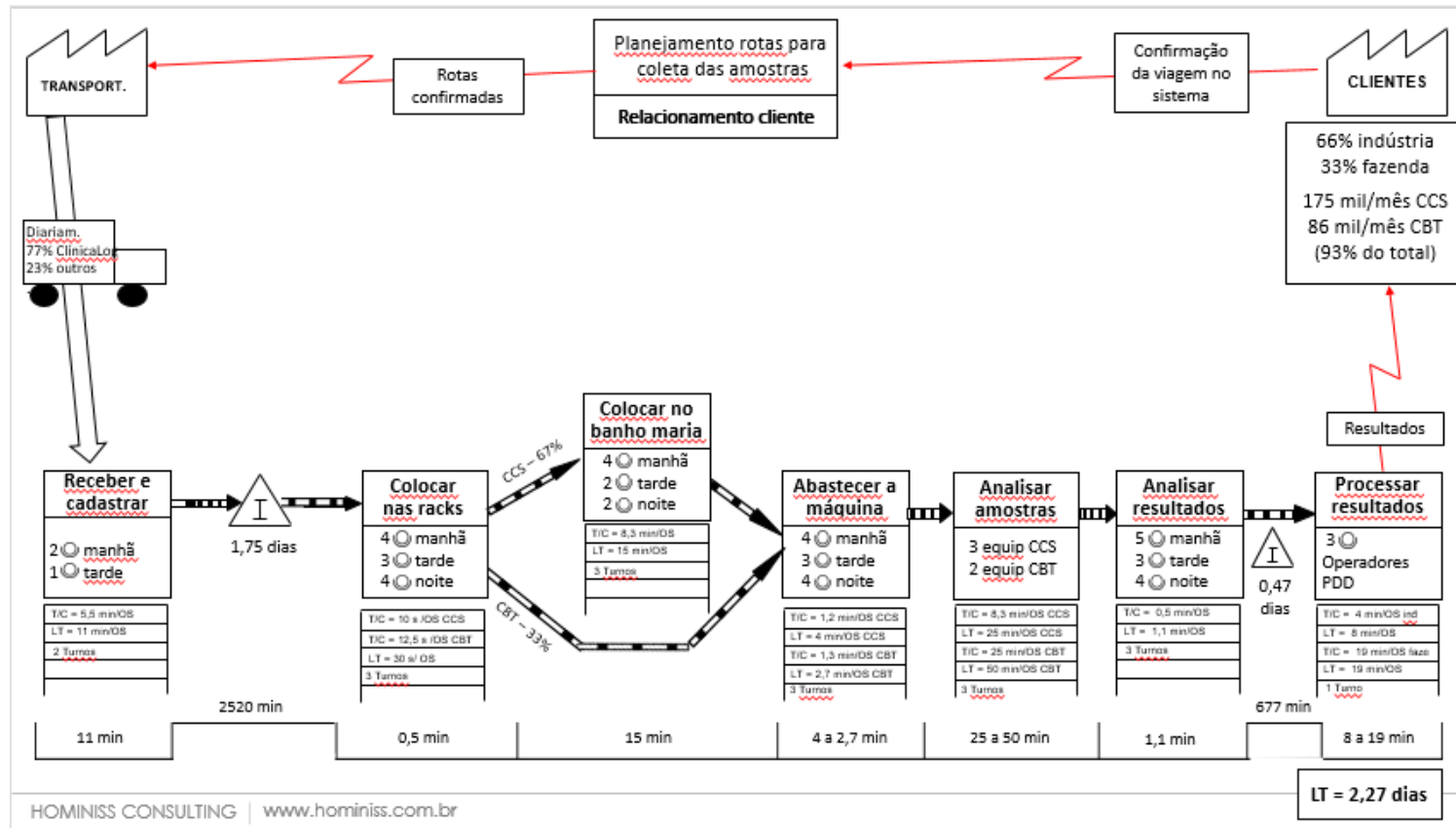


Figura 2 - Mapa de fluxo de valor macro – Situação Atual



Figura 3 - Mapa de fluxo de valor Recebimento – Situação Atual com problemas em destaque

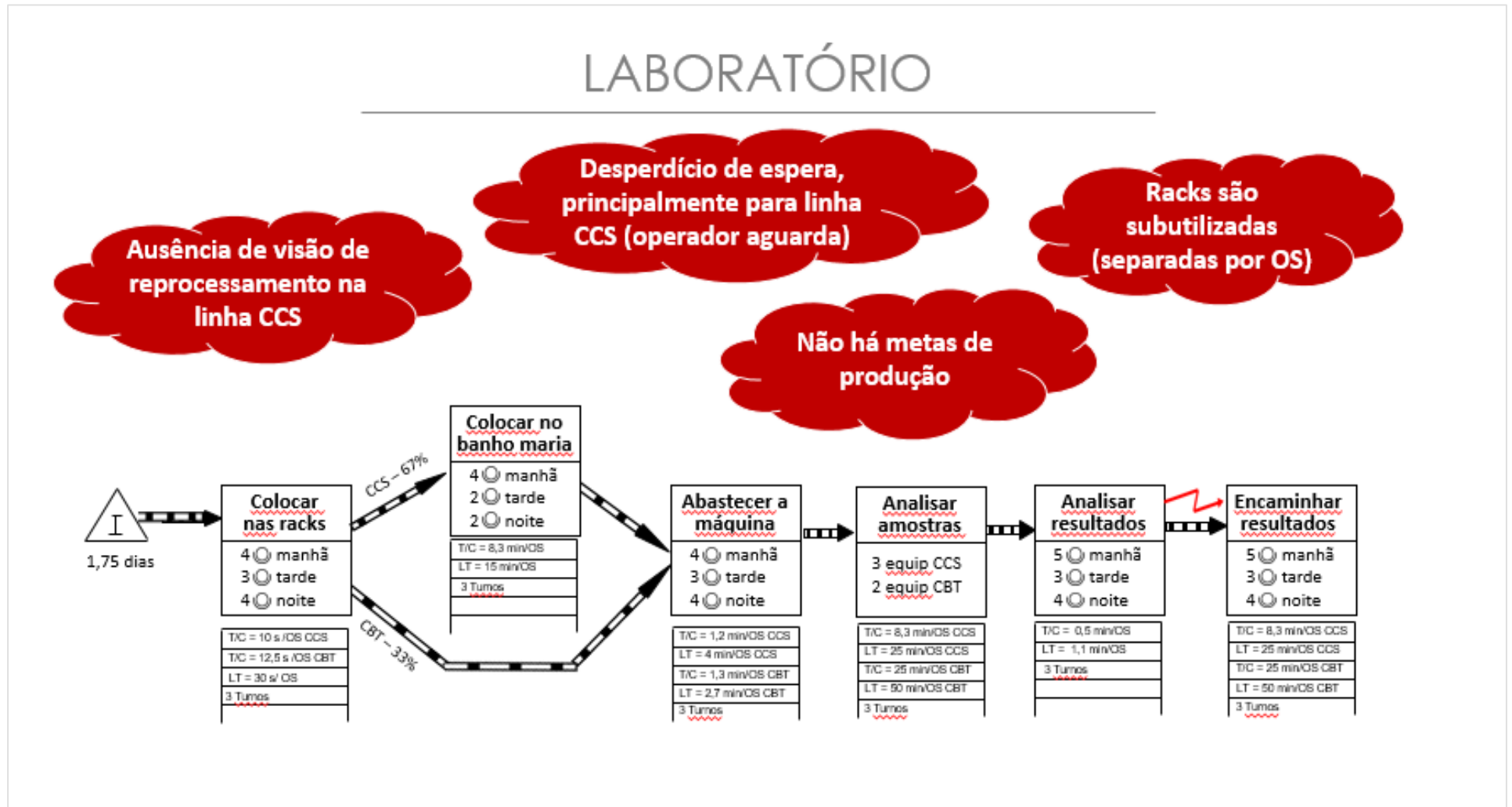


Figura 4 - Mapa de fluxo de valor Laboratório – Situação Atual com problemas em destaque

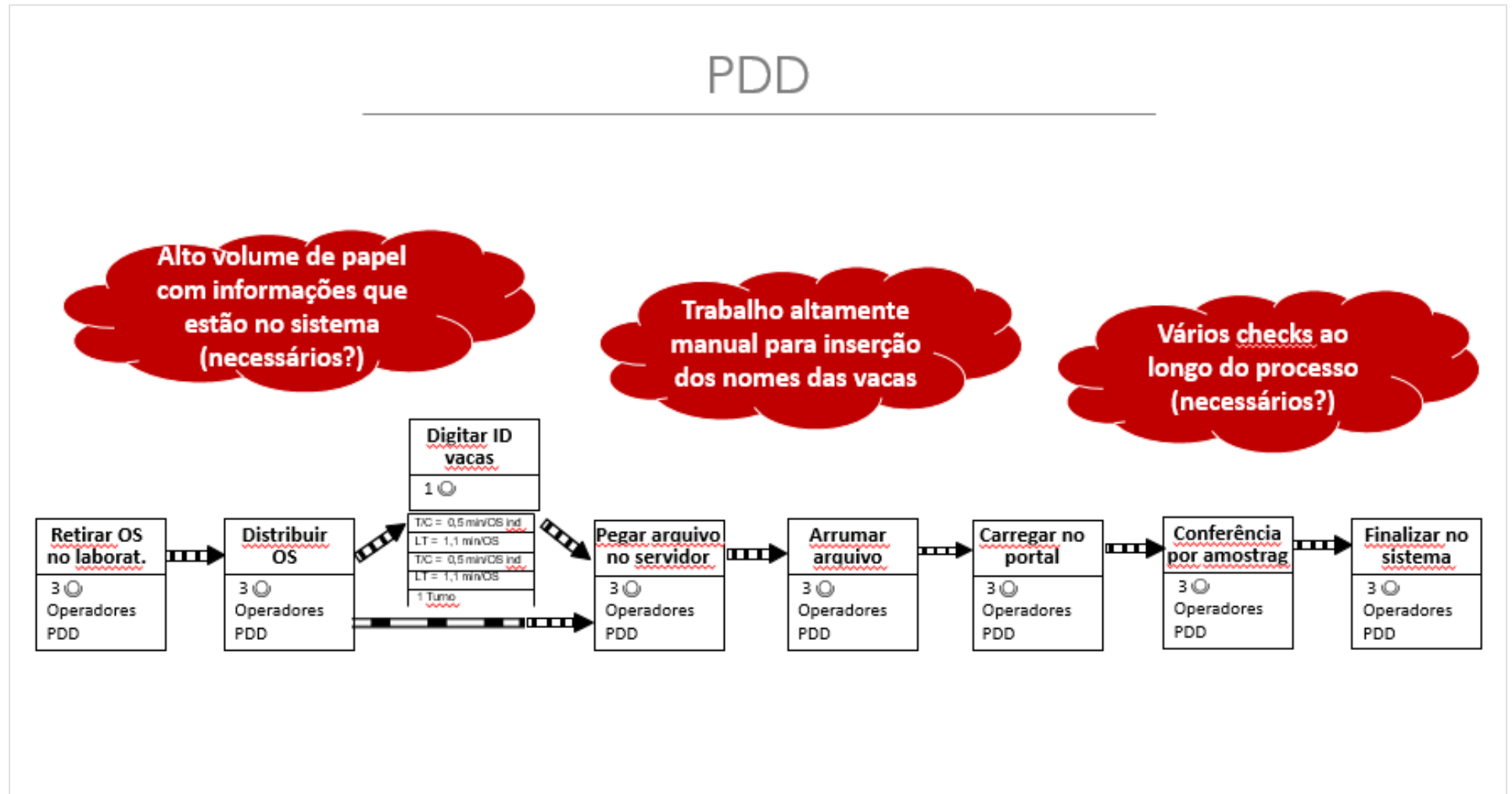


Figura 5 - Mapa de fluxo de valor PDD – Situação Atual com problemas em destaque

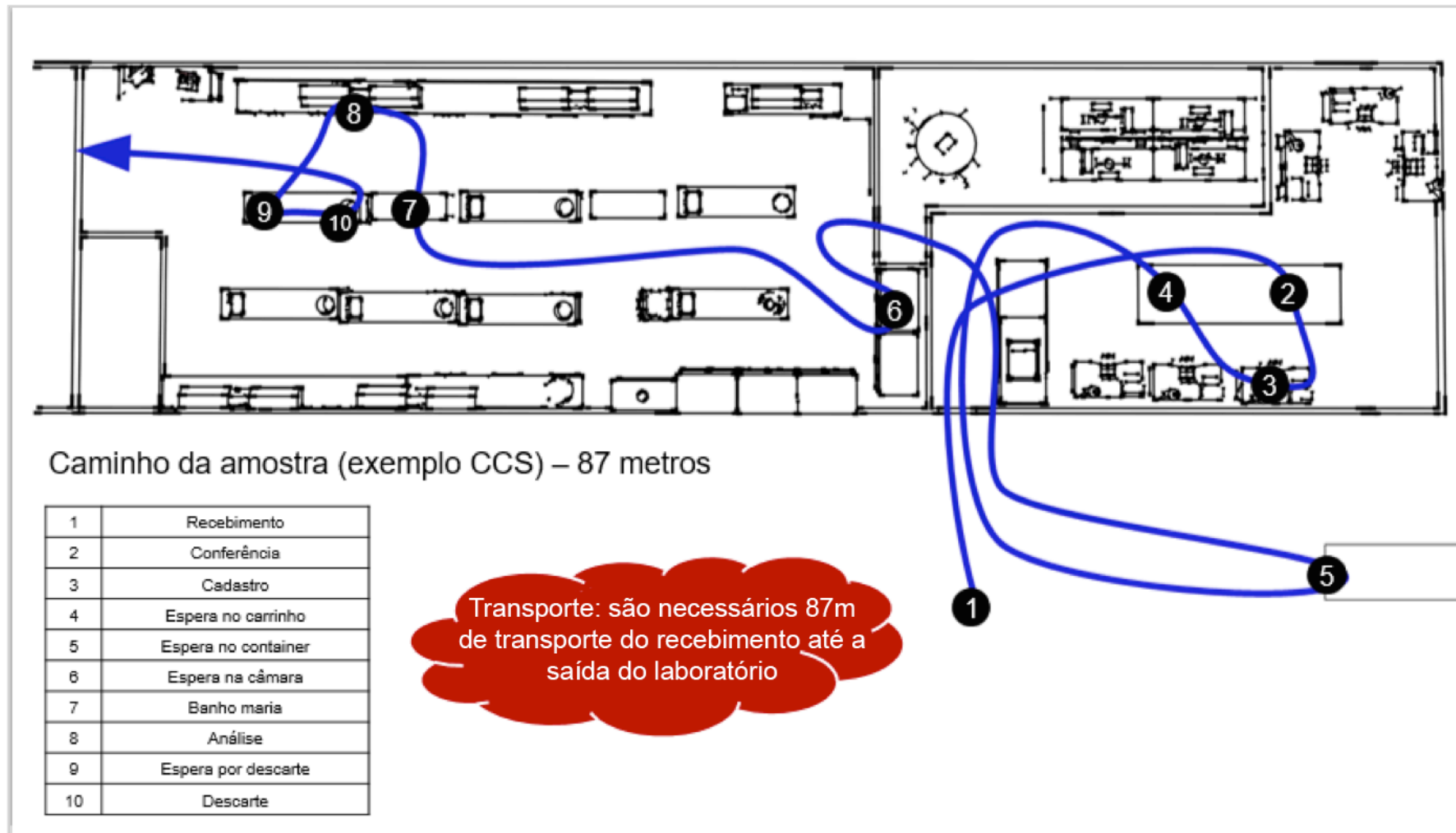


Figura 6 – Diagrama de Espaguete do fluxo da Amostra



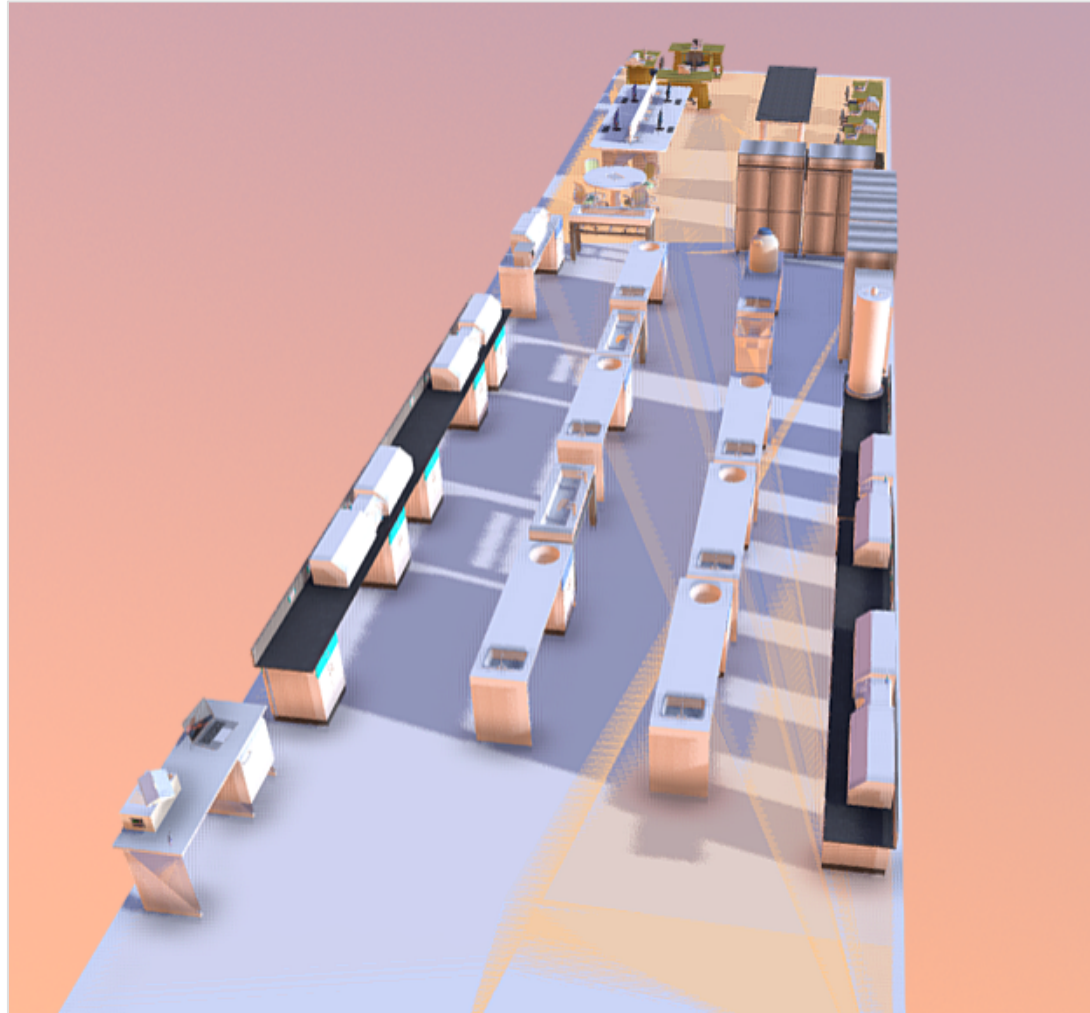


Figura 7 – CAD Renderizado da Laboratório de Análise de Leite – Laboratório e Recebimento

### 3.2.4 RECEBIMENTO

Quando chega um caminhão, há um acordo com o Setor de Logística, entregadora, de descarregar em até uma hora. Dentro do caminhão podem ter mais de 100 caixas, cada uma com até 88 amostras. Quando o caminhão chega, deve ser medida a temperatura interna, e receber o termômetro interno que registra a variação de temperatura ao longo da viagem. Depois disso, coleta-se os registros da viagem em que consta todos os clientes por quais o caminhão passou, e quantas caixas de cada um há na Ordem de Serviço. Aí começa a transportar as caixas em carrinhos para dentro da Laboratório de Análise de Leite. Aproximadamente a cada 8 minutos um carrinho aproximadamente 20 caixas para a primeira mesa do Recebimento onde são conferidas se o número de caixas e de amostras confere com o registro de viagem. Depois as caixas passam para a segunda mesa, onde são conferidas os estados da amostras: se estão na temperatura adequada, se o conservante está uniforme, se não houve vazamento, entre outros. Cada ordem de serviço deve ser inserida no sistema manualmente, e caso haja ocorrências deve-se tirar fotos e adicionar ao sistema.

O recebimento também abastece as Câmaras frias dentro do Laboratório com amostras do próprio Recebimento, ou que estejam no Contêiner refrigerado.

A seguir a Figura 8 mostra o CAD do laboratório com o Recebimento em destaque. A Figura 9 mostra o Diagrama de Espaguete com a movimentação física das amostras de leite no recebimento, com a distância percorrida em destaque. A Figura 10 mostra as principais ocorrências que causam atrasos ao longo do processo para o setor de Recebimento.

#### PROBLEMAS:

- ✓ Quando o caminhão chega, há caixas suficientes para lotar as duas mesas internas do recebimento. Para se inserir todas essas Ordens de Serviço no sistema demora mais tempo. Assim caso chegue outro caminhão, devido ao acordo que o entregador deve ser liberado em até uma hora, se chegar outro caminhão, os colaboradores do recebimento param o serviço para armazenar as ordens de serviço dentro do contêiner para manter a temperatura adequada, para receber as novas amostras, e depois recuperar as amostras do contêiner para então inserir no sistema. Este problema se agrava se a chegada do caminhão for próxima da hora da janta.
- ✓ O entregador confere as quantidades de caixas e amostras quando recebe do cliente, e este trabalho é feito no Recebimento.
- ✓ Cada OS deve ser inserida no sistema de forma manual. Levando bastante tempo para cada OS.

- ✓ As caixas das amostras são organizadas dentro das câmaras frias por ordem de data alvo. A data na etiqueta é pequena e difícil de enxergar, especialmente quando a luminosidade é limitada.
- ✓ O Recebimento leva tempo para registrar no sistema qual OS deve ir para qual máquina dentro do laboratório, e dependendo da ocupação deste, a OS será redirecionada para outra máquina, e tal alteração leva a retrabalho no PDD.
- ✓ Quando há alguma ocorrência, como vazamentos, amostras com o conservante não uniforme, deve-se tirar fotos, e digitar no sistema a devida ocorrência. O Lead Time nessa ocasião dobra.

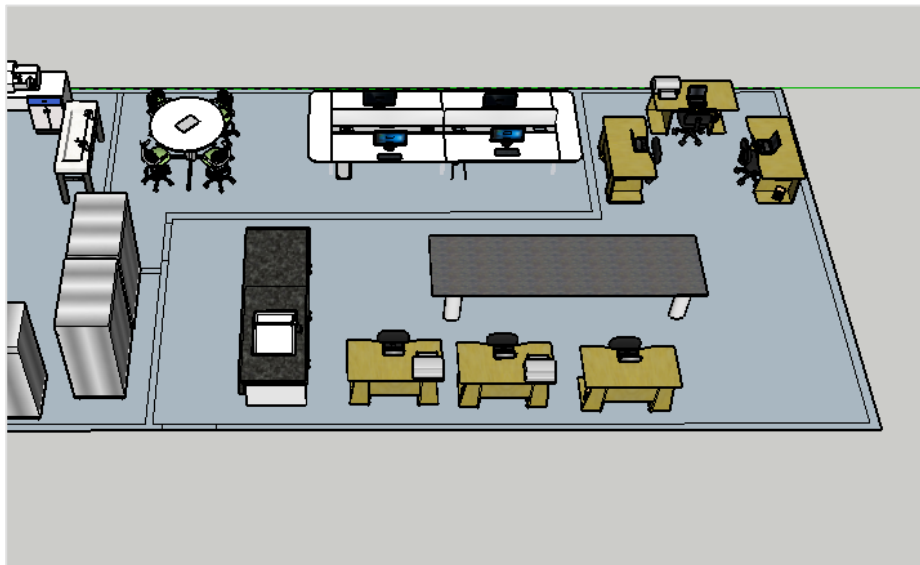


Figura 8 – CAD do Recebimento

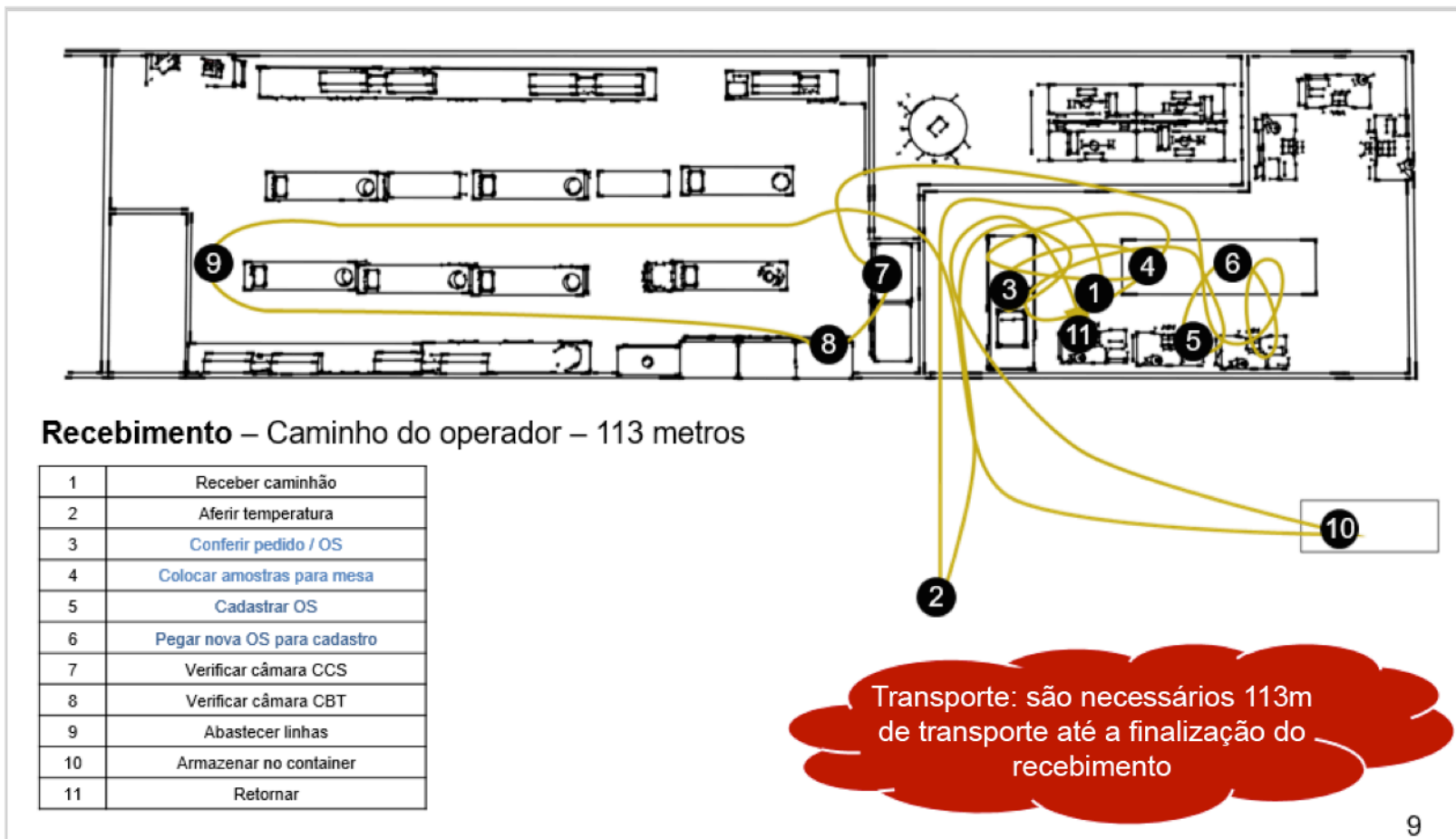


Figura 9 – Diagrama de Espaguete do fluxo do colaborador do Recebimento

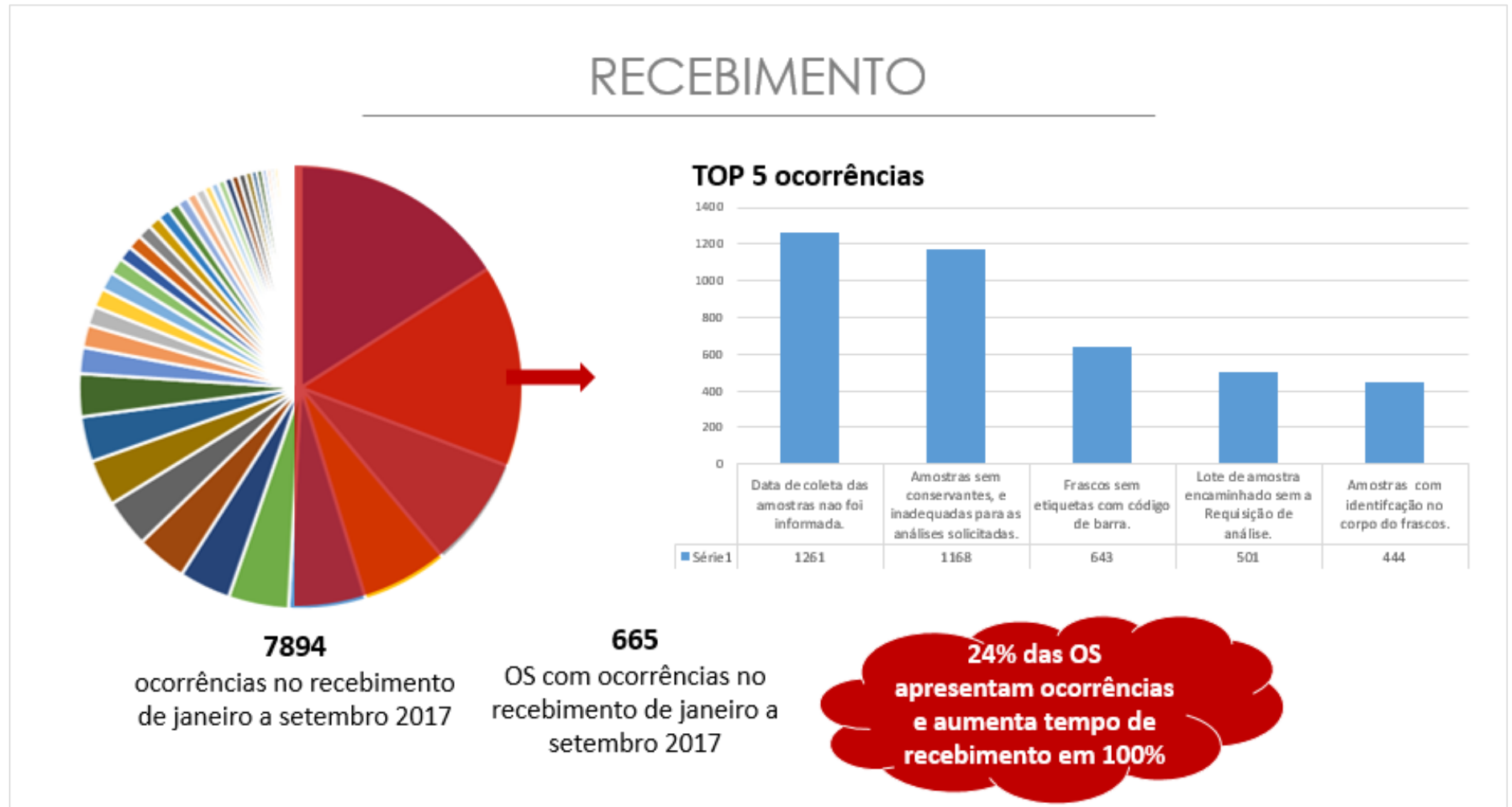


Figura 10 – Ocorrências no Recebimento

### 3.2.5 LABORATÓRIO

No Laboratório há um pequeno estoque de amostras nas câmaras frias. Neste são realizadas as análises de Contagem de Células Somáticas CCS, Contagem Bacteriana Total CBT e Antibióticos ATB. Há três máquinas para análise de CCS, a FOSS e a *Bentley* tem capacidade de analisar 300 amostras por hora, e a Delta 400. Para CBT há duas máquinas, a FOSS e a *Bentley*, ambas com capacidade para 150 amostra por hora.

Na linha CCS, o analista deve retirar as amostras da câmara e colocar no carrinho próximo à sua bancada de trabalho. Depois verificar a folha de rosto da OS, organizar a ordem das amostras no rack, cada um com capacidade para 20 amostras, e colocar as amostras em banho maria por 15 minutos. São colocados 6 racks no banho maria. Quando um rack está na metade, coloca-se outro na máquina. Quando a OS termina, checa-se os resultados e confere com o resultado da amostra piloto de resultados conhecidos. Se os resultados conferem, são exportados para o sistema, impressos, anexados à folha de rosto, e as amostras descartadas.

A linha CBT se assemelha a de CCS, exceto por não necessitar banho maria, e devido ao tempo de processamento mais alto, um mesmo analista opera as duas máquinas simultaneamente.

A seguir a Figura 11 mostra o Diagrama de Espaguete mostrando a movimentação física da amostra passando pelo processo CCS com a distância percorrida em destaque; a Figura 12 mostra o Diagrama de Espaguete mostrando a movimentação da amostra percorrendo o fluxo de análise CBT; a Figura 13 mostra o CAD renderizado com o laboratório em destaque, e a Figura 14 o CAD do laboratório visto por outro ângulo.

#### PROBLEMAS:

- ✓ Há grande distância entre a bancada do operador e a câmara fria do operador.
- ✓ Caso os resultados da amostra piloto não confirmem com as amostras analisadas, as análises devem ser refeitas. Não há indicadores hoje na linha CCS que mostre este retrabalho.
- ✓ Há momentos em que não há amostras para analisar, geralmente no início do mês. Há momentos, geralmente na terceira semana do mês, em que há amostras além da capacidade, exigindo terceiro turno e hora extra.
- ✓ Há grande variação de produtividade hora a hora para cada analista.

- ✓ Há momentos em que não são realizadas análises por máquina indisponível por manutenção. Ou por operador indisponível.
- ✓ As amostras de fazenda não possuem códigos de barra, assim, devem ficar na mesma ordem em que foram numeradas, e não podem se misturar com amostras de outras OS. O que cause que se use racks além da capacidade, gerando trabalho em excesso para repor.

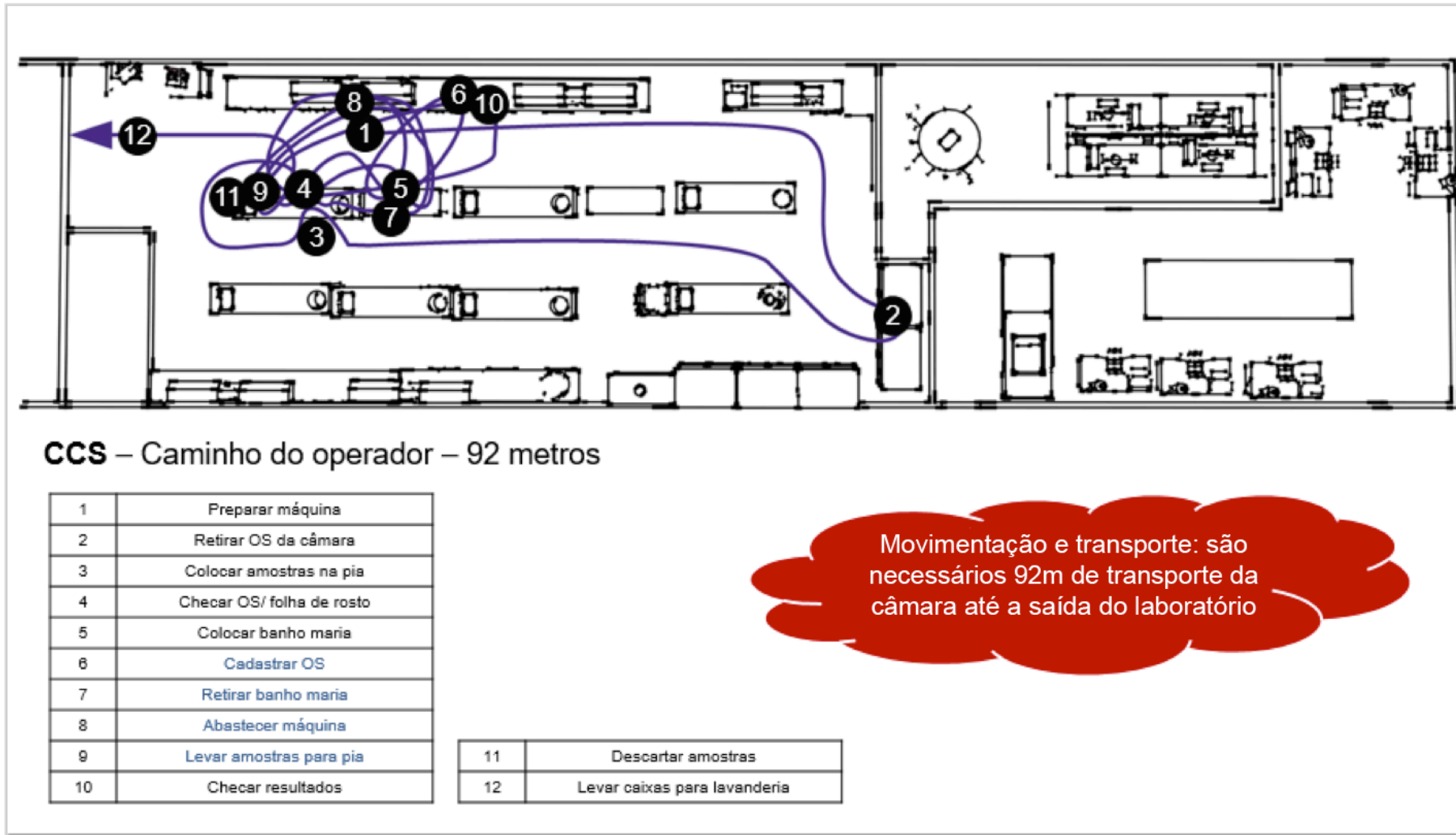


Figura 11 – Diagrama de Espaguete do Fluxo da Análise de CCS



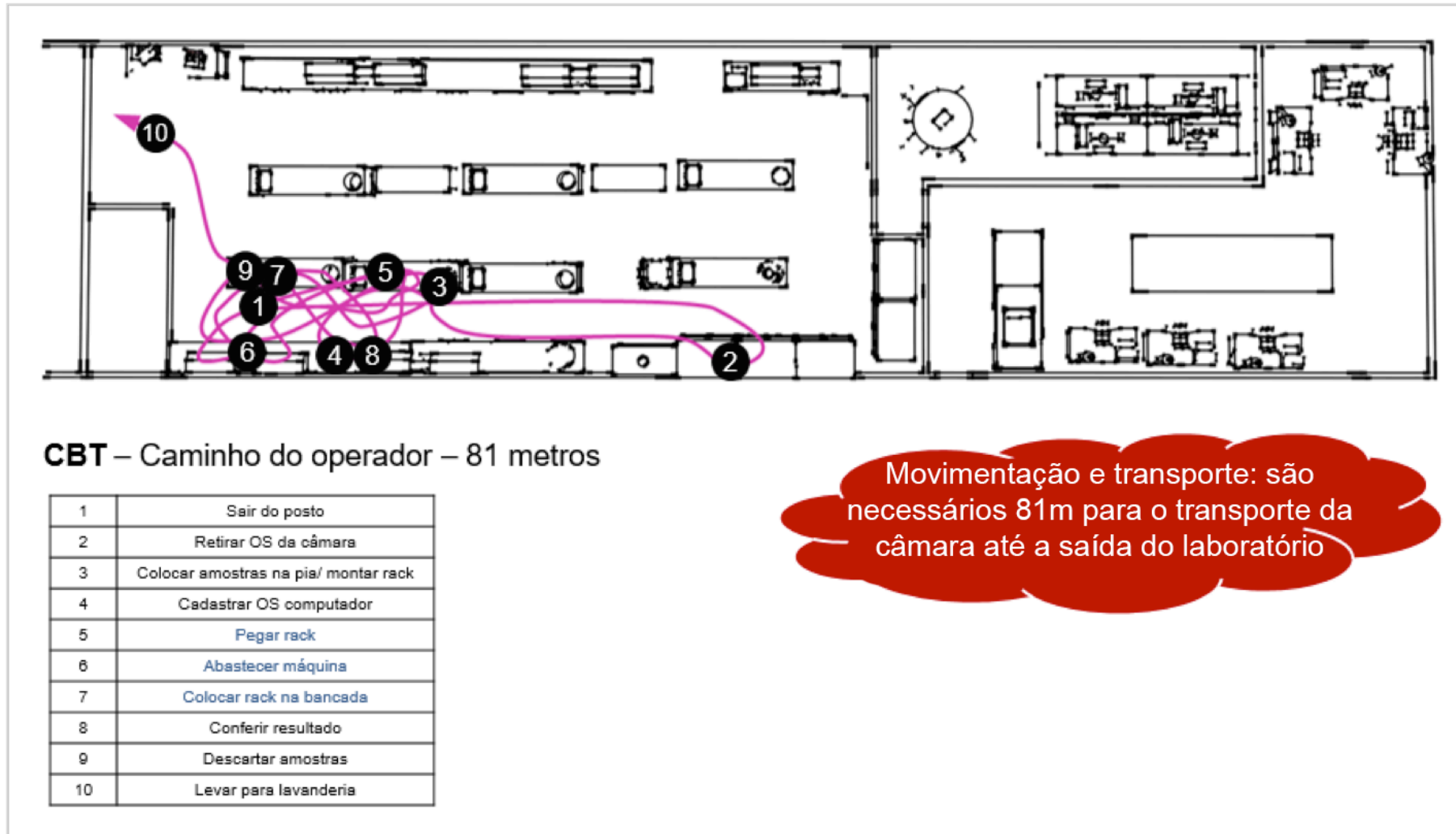


Figura 12 – Diagrama de Espaguete do Fluxo da Análise de CBT

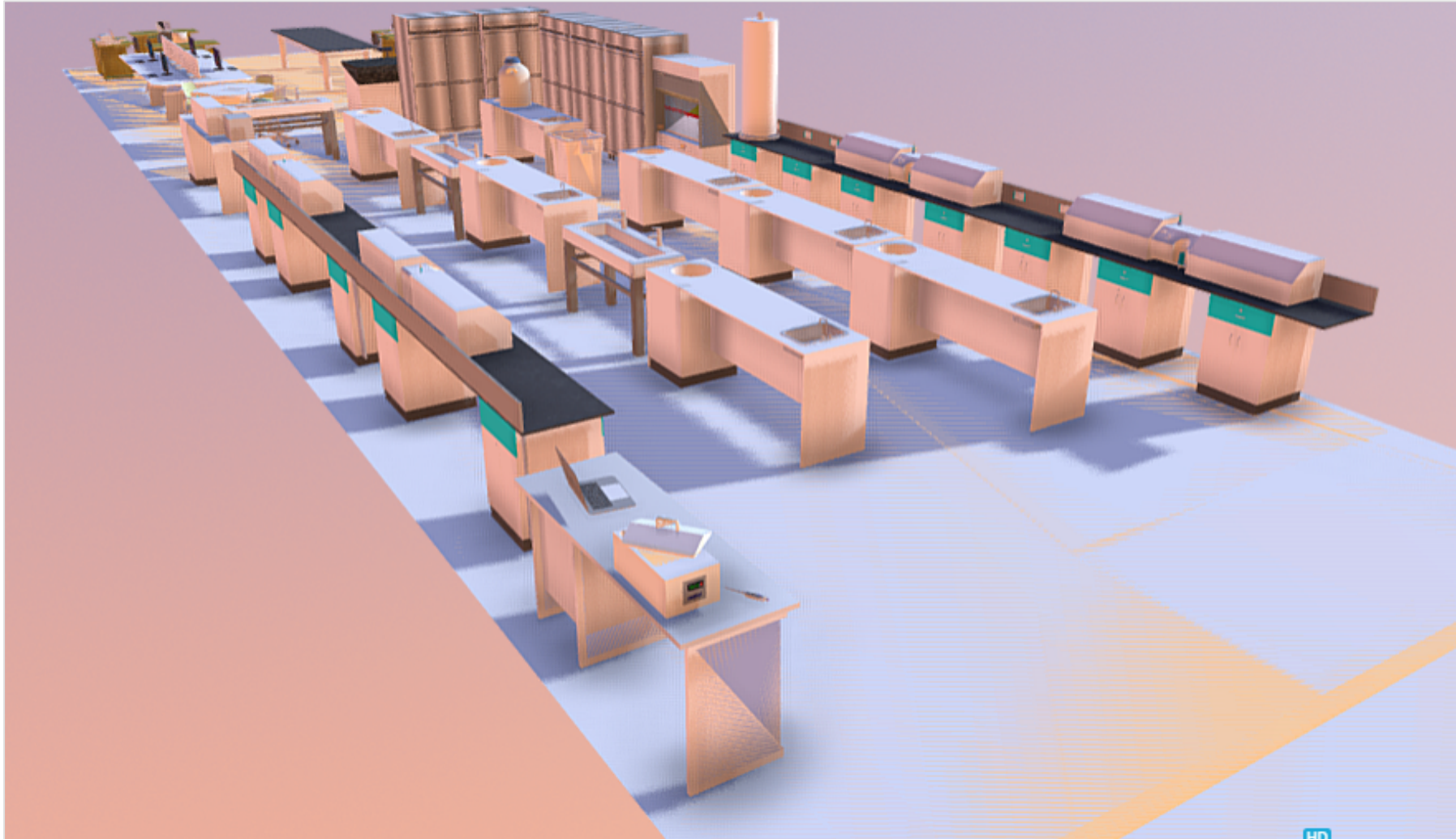


Figura 13 – CAD Renderizado do Laboratório

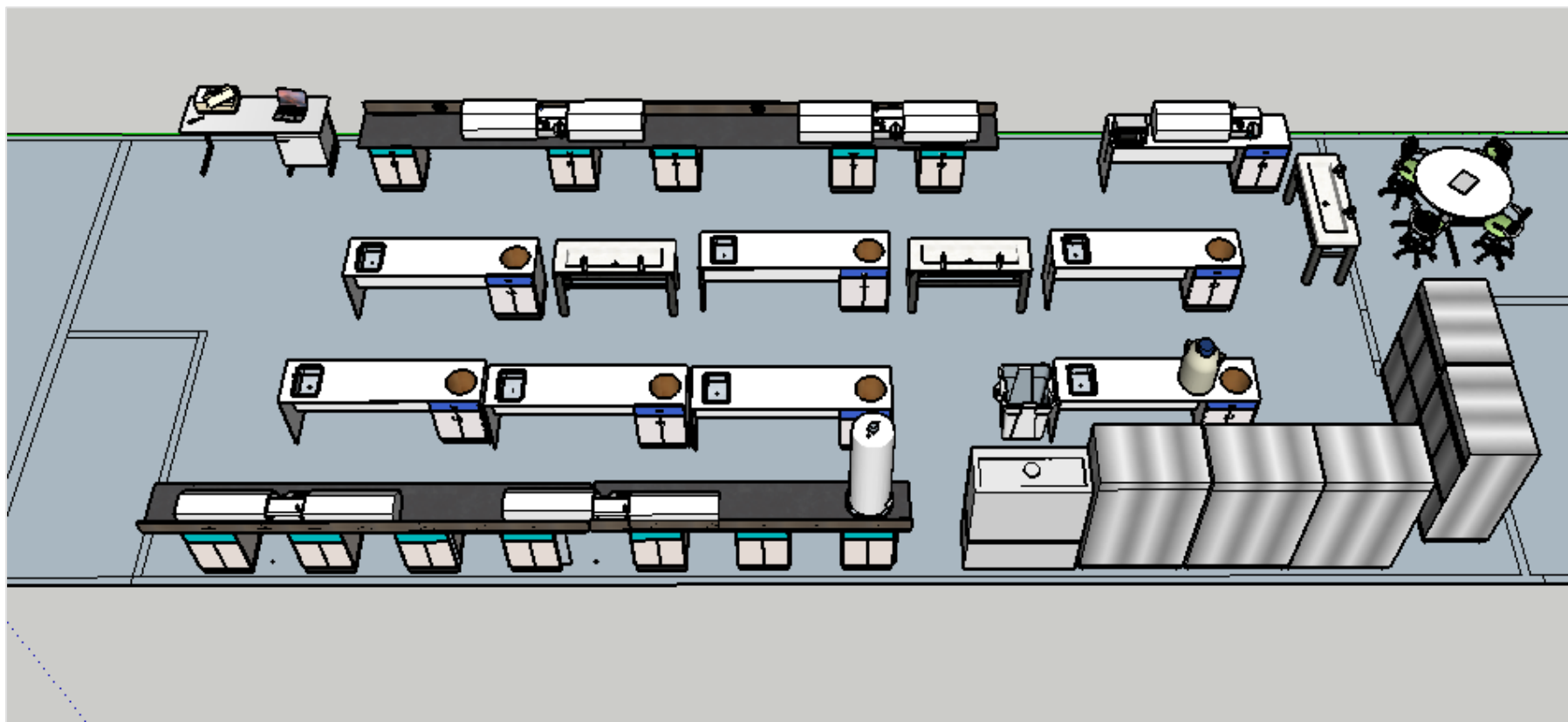


Figura 14 – CAD do Laboratório

### 3.2.6 PROCESSAMENTO DE DADOS - PDD

Depois que a amostra é analisada, entra no sistema eletrônico. O colaborador do PDD deve descer ao laboratório, buscar a folha de rosto da OS com os resultados impressos, voltar à sua estação de trabalho, e separar as OS de indústrias das de fazenda. As OS providas de fazendas devem ter a identificação de cada animal digitada no sistema de forma manual. Com a identificação no sistema, deve-se abrir os resultados, deve-se tratá-los, como por exemplo retirar os espaços em branco e adequar os resultados que foram retrabalhados no local adequado. Depois, deve-se conferir novamente a folha de rosto, e os resultados, e então exportar para o sistema. O sistema libera os resultados disponíveis para os clientes periodicamente.

#### PROBLEMAS:

- ✓ Necessidade de se digitar cada nome de cada identificação do animal no caso dos clientes Fazenda. Há OS em que se deve digitar mais de 1500 identificações.
- ✓ Caso tenha ocorrido retrabalho no Laboratório, deve-se verificar na OS impressa quais resultados devem ser ignorados, e quais são os corretos. Essa verificação é manual, e passível de erro de interpretação, o que aumenta ainda mais o tempo de processamento.
- ✓ O trabalho de se tratar os dados é feito de maneira manual e cada espaço em branco deve ser eliminado de forma manual.

### 3.2.7 ATENDIMENTO

O Departamento de Atendimento atende os clientes, realiza as vendas, e organiza a escala logística do Setor de Logística para colher as amostras nos clientes.

A Figura 15 mostra a distribuição de solicitação de análises de amostras semana a semana, mostrando que há claro desbalanceamento da demanda, além disso mostra uma expressão para calcular quantos turnos seriam necessários para atender a demanda. A Figura 16 mostra a aplicação da expressão da Figura anterior, mostrando o número de turnos necessários em cada semana para atender a demanda. Destaque dado ao fato de que apenas uma semana ao mês se fez mesmo necessário o terceiro turno.

#### PROBLEMAS:

- ✓ Há semanas em que a venda de análises é superior ao limite produtivo, exigindo terceiro turno, enquanto que há semanas que a demanda está aquém. Não há clareza dessa distribuição.
- ✓ Devido à escala logística para recolher amostras há dias em que 3 caminhões chegam no mesmo dia, e há dias em que caminhão nenhum chegue, gerando o desnivelamento da demanda.
- ✓ Não há clareza sobre os custos de se manter o laboratório ocioso, assim ter uma rota logística a mais pode aparecer como custo alto. Em outras palavras, primar pelo máximo local, e não o global.
- ✓ Não existe indicadores do processo: no setor não existe indicadores para melhor gestão do departamento.

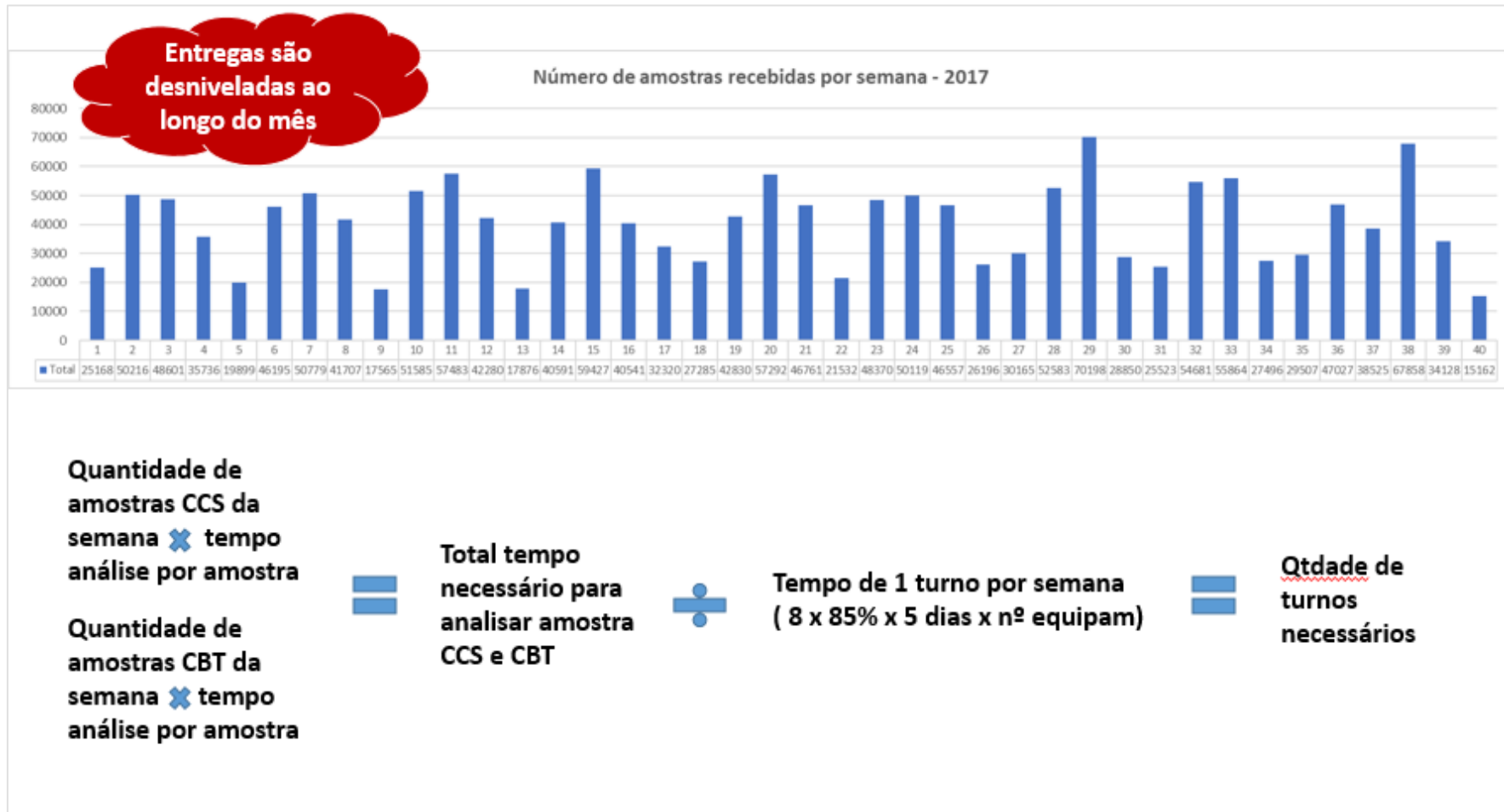


Figura 15 – Número de amostras por semana

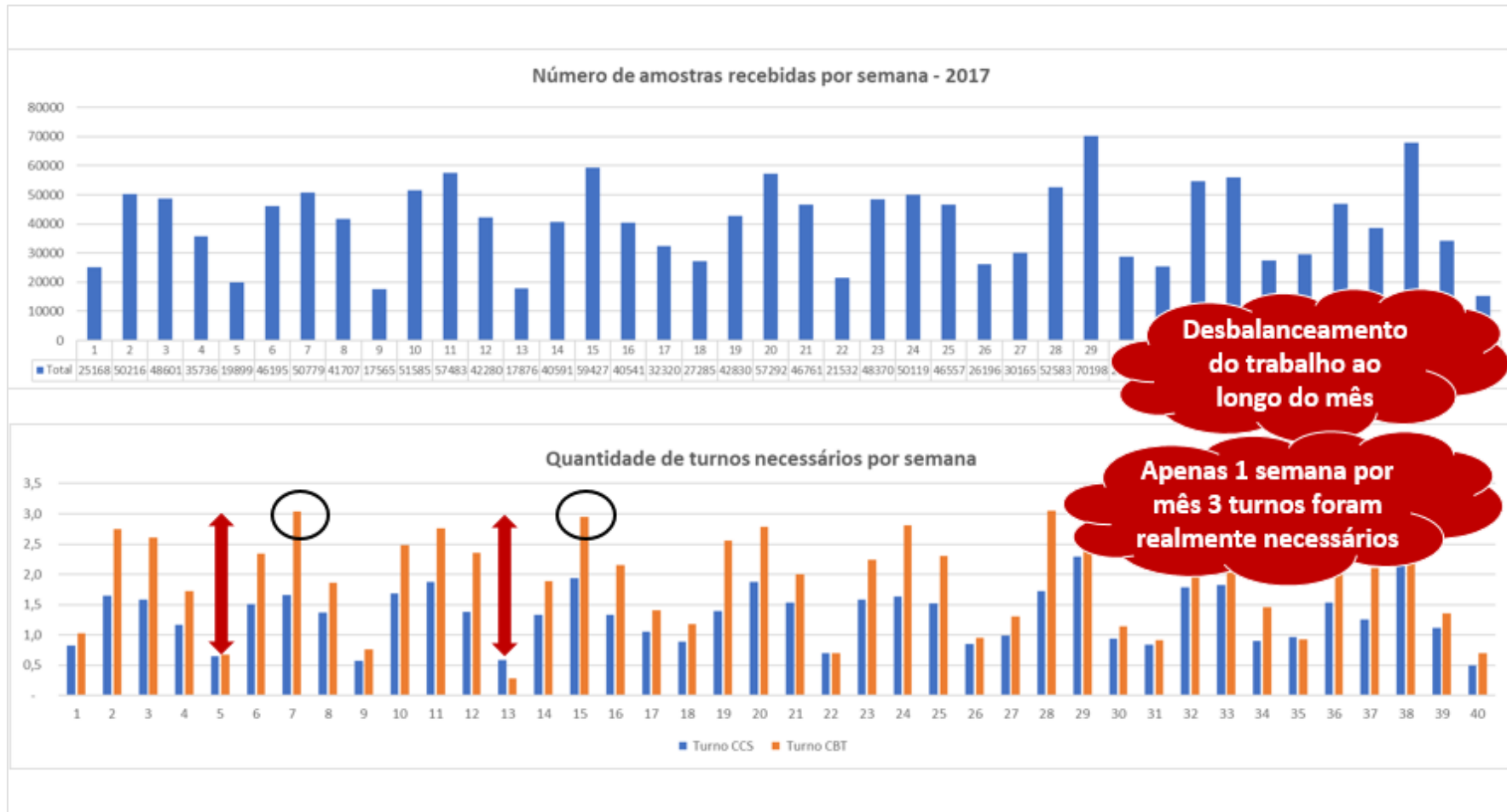


Figura 16 –Gráfico mostrando quantos turnos são necessários para analisar as amostras recebidas na semana

### 3.2.8 MUDA MURI MURA

Os problemas se enquadram nas definições de *Muda*, *Muri* e *Mura*, facilitando assim encontrar soluções. Seguem os principais problemas em suas categorias.

A seguir a Figura 17 mostra a Casa Toyota mostrando problemas e sugestões de soluções, ao lado de destaque para o conceito *Muda*, *Muri* e *Mura*. A Figura 18 mostra os *Kaizen Bursts* com destaque para os principais problemas apontados em cada uma das classificações.

#### PROBLEMAS:

- ✓ *Mura*: Geralmente na primeira e última semana do mês há poucas amostras para se trabalhar. Na terceira semana há, geralmente é quando ocorre a maior demanda, o que exige três turnos e horas extras.
- ✓ *Muri*: Como não há no processo indicadores de trabalho, há grande variação de produtividade hora a hora no mesmo turno.
- ✓ *Muri*: Necessidade de horas extras, além dos três turnos
- ✓ *Muda*: Para as amostras de CCS quando a amostra piloto não está nos conformes, deve-se retrabalhar 100 amostras. Em CBT 19 amostras. Hoje, não há indicadores do índice de retrabalho das amostras de CCS.



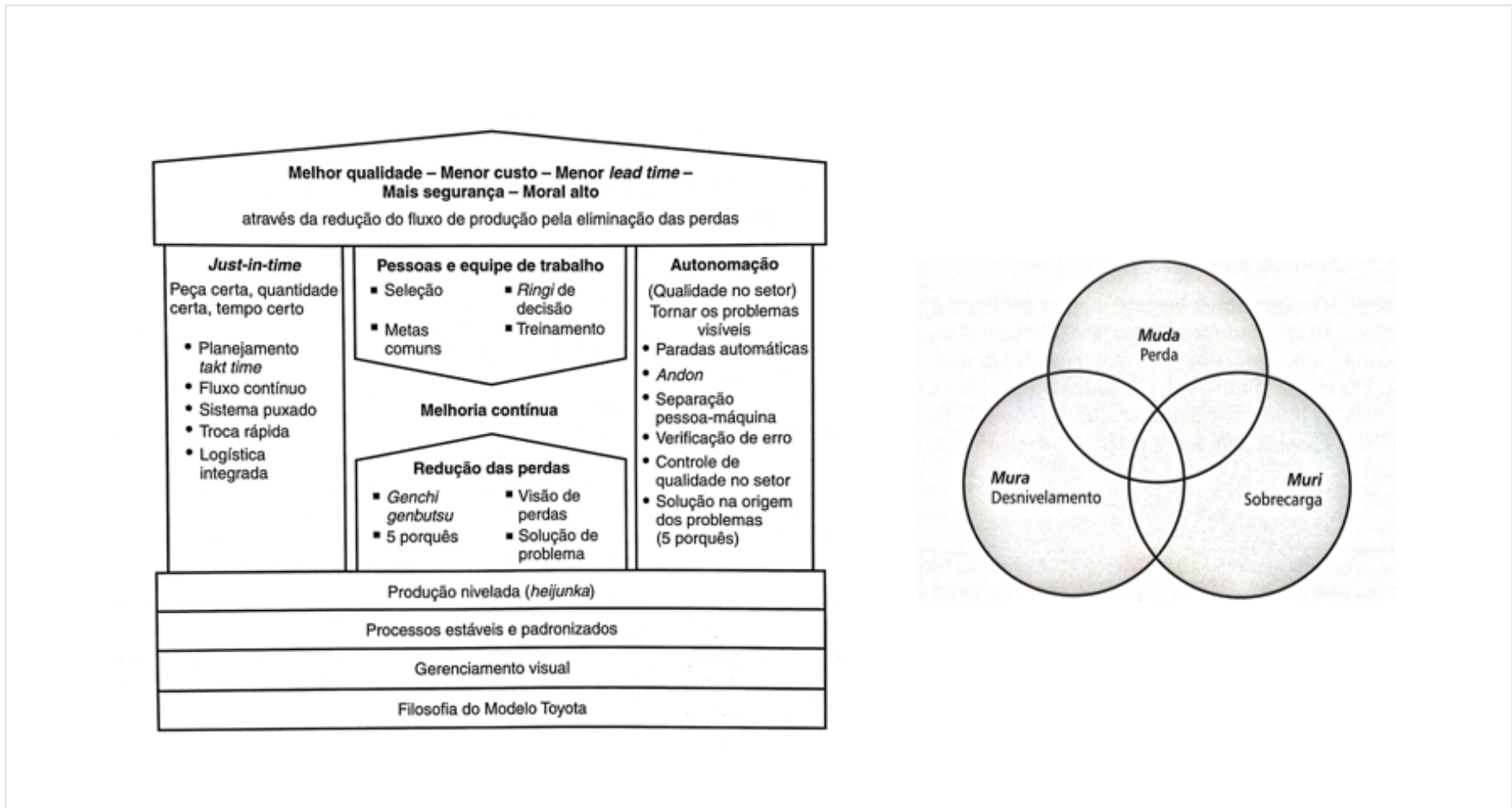


Figura 17 – Casa Toyota e os desperdícios *Muda*, *Muri* e *Mura* (LIKER, 2005)

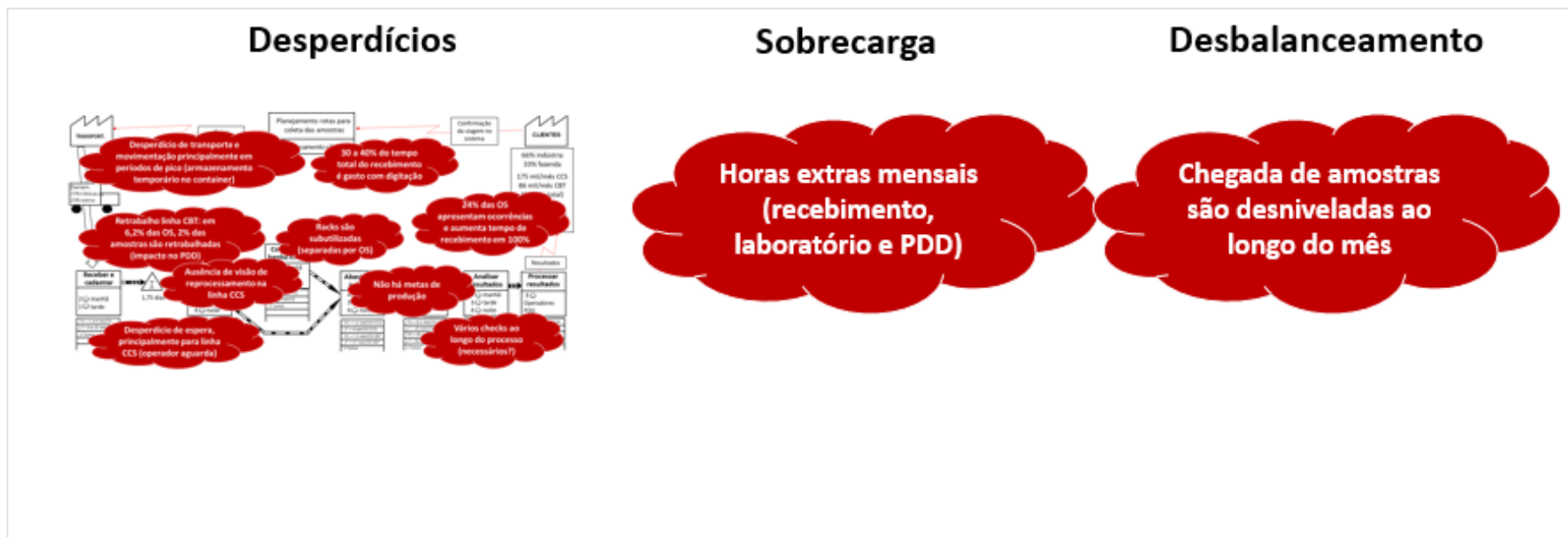


Figura 18 – Casa Toyota e os desperdícios *Muda*, *Muri* e *Mura*

### 3.3 ANALISAR SITUAÇÃO ATUAL E DESENVOLVER SITUAÇÃO FUTURA

Nesta etapa, a equipe analisou a situação mapeada na etapa anterior, onde foram realizados mapas de fluxo de valor através de entrevistas com os responsáveis pelas áreas. É neste momento que são detectados os principais desperdícios nos fluxos e são geradas propostas de melhorias.

As figuras abaixo sintetizam os principais problemas identificados, que servirão de base para a proposição de soluções, e as soluções propostas neste Diagnóstico. A Figura retoma os problema de desnivelamento da demanda que apresenta o maior potencial para ganhos.

A Figura 20 apresenta uma tabela de Gantt que mostra de maneira visual o caso em que a produção estaria operando em 85% da capacidade nominal dos processos de CCS para os três equipamentos utilizados, com destaque para o tempo de utilização do equipamento pelas causas: Falta de Amostra, Manutenção de Equipamento e Operador Indisponível. Este Gantt mostra que em cada turno de análise CCS são desperdiçados 12 horas e 56 minutos.

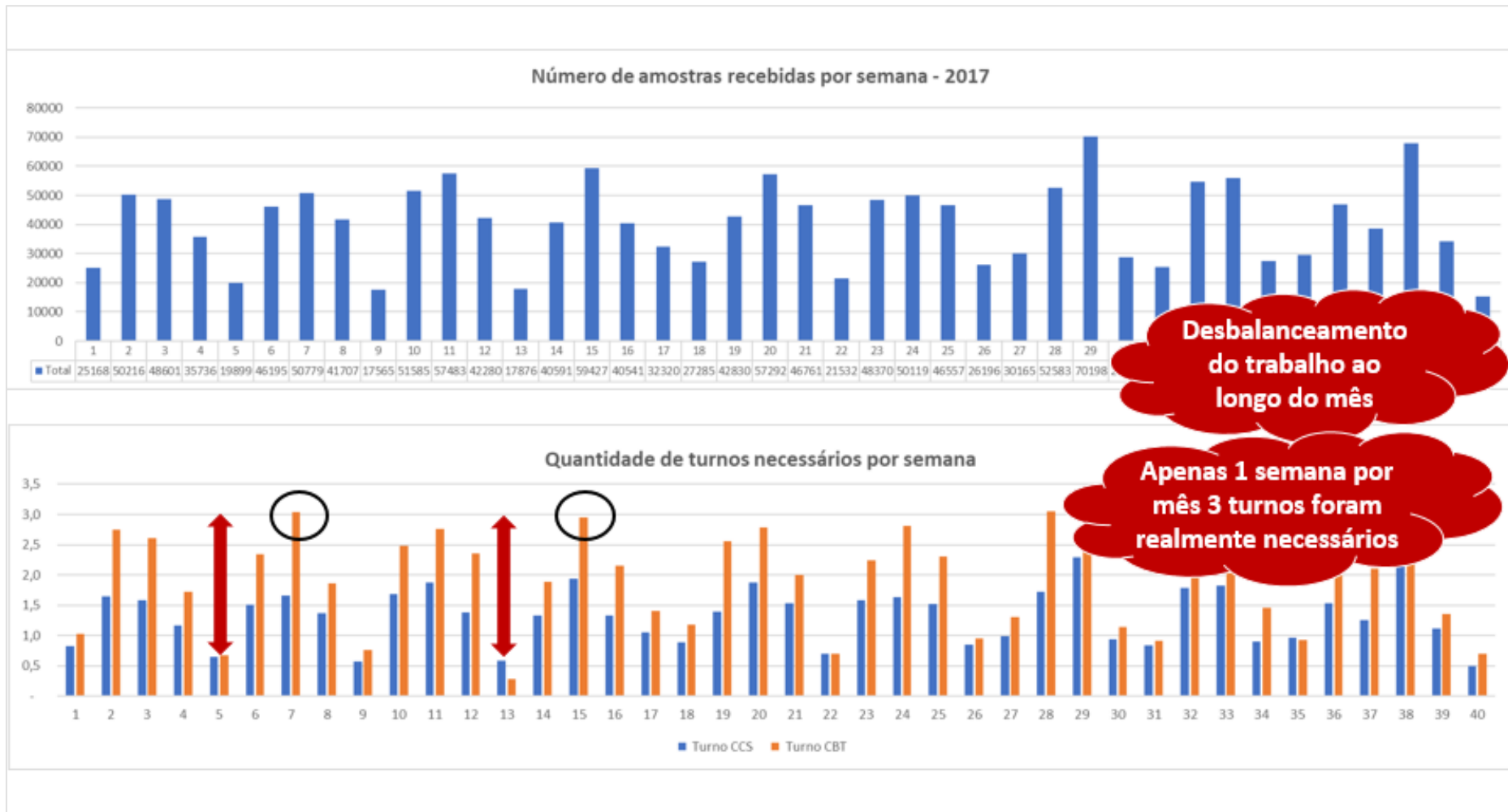


Figura 19 – Principal problema diagnosticado: Desbalanceamento da Demanda

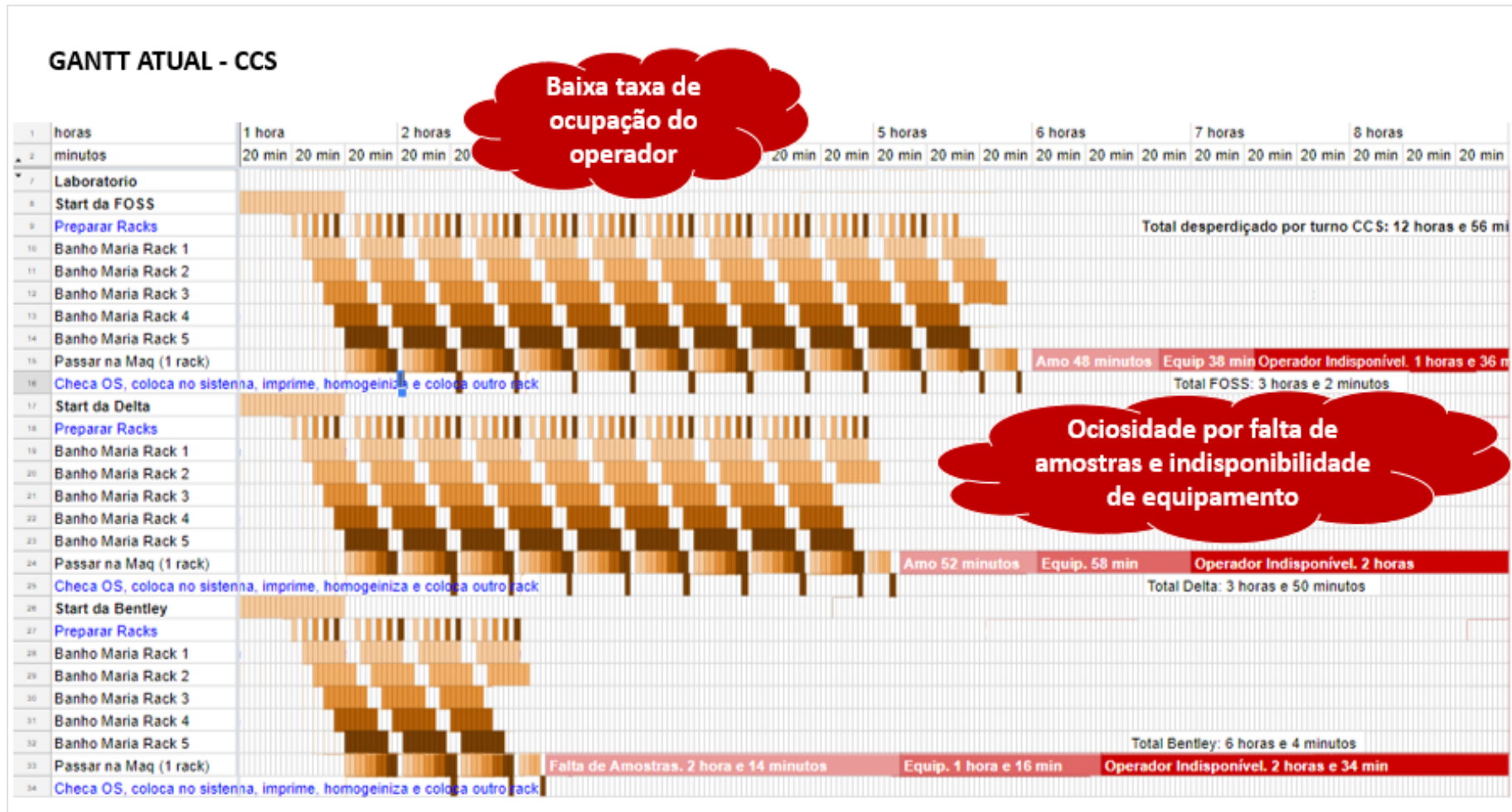


Figura 20 – Desbalanceamento das Funções do Operador

### 3.3.1 BALANCEAMENTO DA DEMANDA

O desbalanceamento da demanda gera picos de demanda e sobrecarga, geralmente na terceira semana do mês em que se exige três turnos e horas extras. Ainda, pelo mesmo motivo, a primeira e última semana do mês geralmente se encontram com demanda aquém da capacidade de análise do Laboratório, assim os colaboradores ficam ociosos, além disso, por ter pouca demanda e tempo demasiada para processamento, nestas semanas, o ritmo de trabalho pode ficar mais lento que o padrão ideal, dificultando a implementação de padronização e balanceamento da operação.

A proposta é:

1. Identificar quais clientes teriam maior flexibilidade para ter suas amostras coletadas e entregues à Laboratório de Análise de Leite na Primeira e Última semana do mês, assim aliviando a carga na terceira semana.
2. Dar prioridade aos maiores clientes indústria que devido aos seus processos internos teriam maior inércia, e dificuldade na negociação. Para aliviar a carga, os clientes com maior flexibilidade serão incentivados a entregarem suas amostras na primeira e/ou última semana do mês.
3. Identificar quais clientes, em cada região estão em cada rota, e identificar quais clientes poderiam ser alocados em quais rotas
4. Criar tabelas para as semanas A, B, C e D, sendo respectivamente primeira, segunda, terceira e última semana do mês, mostrando quais clientes confirmam entrega de amostras em cada uma, incentivando clientes a entregarem nas semanas A e D.
5. Criar diferentes cenários A, B, C, e D em que clientes do tipo Indústria tenham suas opções de entrega. Assim, ao escolherem qual data realizarão a entrega das amostras, a Laboratório de Análise de Leite saberá em qual dos cenários se encontra, e poderá negociar com os clientes com maior flexibilidade melhor, e também se planejar para

analisar as amostras, dando as devidas prioridades aos prazos prometidos ao cliente.

### 3.3.2 PADRONIZAÇÃO DE OPERAÇÃO

A padronização de operação envolve implantar padrões de trabalho em atividades melhoradas, ou seja, padronizar atividades que passaram por um processo de revisão e melhoria sob a perspectiva do *Lean*. Para a concretização da padronização, a proposta é realizar as etapas abaixo:

- 1) *Detalhar situação atual*: como no diagnóstico já foi possível mapear e ter o claro entendimento de como os processos funcionam, a proposta desta etapa é detalhar as atividades, acompanhar os processos no *gemba*, levantar mais dados estatísticos e detectar problemas que não puderam ser observados durante o diagnóstico.
- 2) *Desenhar e validar situação futura*: a partir do entendimento minucioso das atividades do fluxo, esta etapa tem como objetivo analisar o mapa de situação atual e propor uma situação futura com base nos conceitos *Lean*, como por exemplo fluxo contínuo, layout celular, balanceamento de operações etc. Esta etapa de elaboração de situação futura é realizada em conjunto com os principais players envolvidos no fluxo, como por exemplo patrocinadores, *stakeholders* e gestores.
- 3) *Implantar situação futura*: a partir das melhorias propostas na situação futura, é elaborado nesta etapa o plano de implantação das soluções. Com as prioridades colocadas, nesta etapa são desenvolvidas e projetadas as melhorias a serem implantadas. A implantação normalmente ocorre através de Eventos *Kaizen*, que são eventos com duração de aproximadamente 5 dias onde todas as mudanças e treinamentos necessários são realizados.
- 4) *Controlar o processo*: após a implantação das melhorias, inicia-se os esforços de controle e sustentabilidade das melhorias implantadas, que são feitos normalmente através de rondas periódicas e auditorias de sustentabilidade.
- 5) *Detalhar situação atual*: como no diagnóstico já foi possível mapear e ter o claro entendimento de como os processos funcionam, a proposta desta etapa é detalhar as atividades, acompanhar os processos no *gemba*, levantar mais

dados estatísticos e detectar problemas que não puderam ser observados durante o diagnóstico.

- 6) *Desenhar e validar situação futura*: a partir do entendimento minucioso das atividades do fluxo, esta etapa tem como objetivo analisar o mapa de situação atual e propor uma situação futura com base nos conceitos *Lean*, como por exemplo fluxo contínuo, layout celular, balanceamento de operações etc. Esta etapa de elaboração de situação futura é realizada em conjunto com os principais players envolvidos no fluxo, como por exemplo patrocinadores, *stakeholders* e gestores.
- 7) *Implantar situação futura*: a partir das melhorias propostas na situação futura, é elaborado nesta etapa o plano de implantação das soluções. Com as prioridades colocadas, nesta etapa são desenvolvidas e projetadas as melhorias a serem implantadas. A implantação normalmente ocorre através de Eventos *Kaizen*, que são eventos com duração de aproximadamente 5 dias onde todas as mudanças e treinamentos necessários são realizados.
- 8) *Controlar o processo*: após a implantação das melhorias, inicia-se os esforços de controle e sustentabilidade das melhorias implantadas, que são feitos normalmente através de rondas periódicas e auditorias de sustentabilidade.

Para esta melhoria de Padronização de Operação, considera-se principalmente o fluxo do Laboratório, já considerando as mudanças futuras previstas no Layout. Em seguida, fazer o mesmo para os fluxos no Recebimento e PDD.

### 3.3.3 OUTRAS MELHORIAS

Outras melhorias como de acordo com a tabela abaixo apresentam sugestões de problemas e soluções para futuros *Kaizen*. Os ganhos destes são marginais se comparados com os propostos anteriormente, e portanto são foco secundário. Recomenda-se implementar os de menor esforço que não comprometeriam o foco nos pontos anteriormente comentados nesta seção.

A seguir a Figura 21 apresenta tabela com sugestões de melhorias. A Figura 22 apresenta exemplo de rotina *Gemba Walk* para planejamento de implementação de



melhorias. A Figura 23 apresenta um exemplo de quadro A3 para ajudar na estratégia de implementação que deve ser preenchido pela equipe para a fase de implantação.

ÁREA	PROBLEMA	SUGESTÃO	RESPONSÁVEL / A3	DATA
Planejamento coletas	Desbalanceamento da demanda	Apresentação Clínica do Leite + Brainstorming		
Laboratório	Atividades dos operadores desbalanceadas	Balanceamento de operação com demanda nivelada		
Recebimento	É necessário registrar uma foto a cada ocorrência	Única foto por ocorrência global		
Recebimento	100% de tempo a mais é necessário quando há ocorrências (como minimizá-las?)	Muitas das ocorrências ocorrem porque não tem código de barra		
Recebimento	Caixas são pesadas e layout não favorece fluxo bem definido	Revisão do layout e carrinhos de transporte		
Recebimento	É necessário cadastrar OS que poderiam ter sido cadastradas pelo clientes	Clientes poderiam indicar no portal quantidade de amostras e análises requisitadas e caixas poderiam ter um QR <u>code</u>		
Recebimento	É necessário realizar a triagem do que é mais antigo e mais novo	Separação poderia ser realizada dentro do próprio caminhão		

ÁREA	PROBLEMA	SUGESTÃO	RESPONSÁVEL / A3	DATA
Laboratório	Retrabalhos são aparentemente maiores que na concorrência	Rever parâmetros do sistema?		
Laboratório	Layout não favorece fluxo contínuo e estimula a movimentação dos operadores	Revisão do layout		
Laboratório	É necessário inserir no sistema os resultados da máquina (copiar e colar)	Sistema ler automaticamente		
Laboratório/ PDD	É necessário fazer 1 OS de cada vez (implica em setups e paradas da máquina)	Fazer várias amostras independente da OS e adequar o sistema		

ÁREA	PROBLEMA	SUGESTÃO	RESPONSÁVEL / A3	DATA
Laboratório	Retrabalhos são aparentemente maiores que na concorrência	Rever parâmetros do sistema?		
Laboratório	Layout não favorece fluxo contínuo e estimula a movimentação dos operadores	Revisão do layout		
Laboratório	É necessário inserir no sistema os resultados da máquina (copiar e colar)	Sistema ler automaticamente		
Laboratório/ PDD	É necessário fazer 1 OS de cada vez (implica em setups e paradas da máquina)	Fazer várias amostras independente da OS e adequar o sistema		

Figura 21 – Sugestões de melhorias

**Objetivo C1: avaliar e fazer correções no planejamento do projeto (Requisitos, Situação Atual e Futura)**

1. Lembrar objetivo do projeto, causas raízes e principais mudanças a serem realizadas;

**Objetivo C2: acompanhar a evolução do projeto (Plano de Ação e Medidas de Controle)**

2. Checar evolução dos indicadores do projeto;
3. Avaliar o cronograma e ações da área;
4. Avaliar sustentabilidade das melhorias;

**Objetivo C3: acompanhar o desempenho operacional**

5. Identificar e avaliar os principais gaps nos indicadores;
6. Avaliar o andamento das ações de contingência;

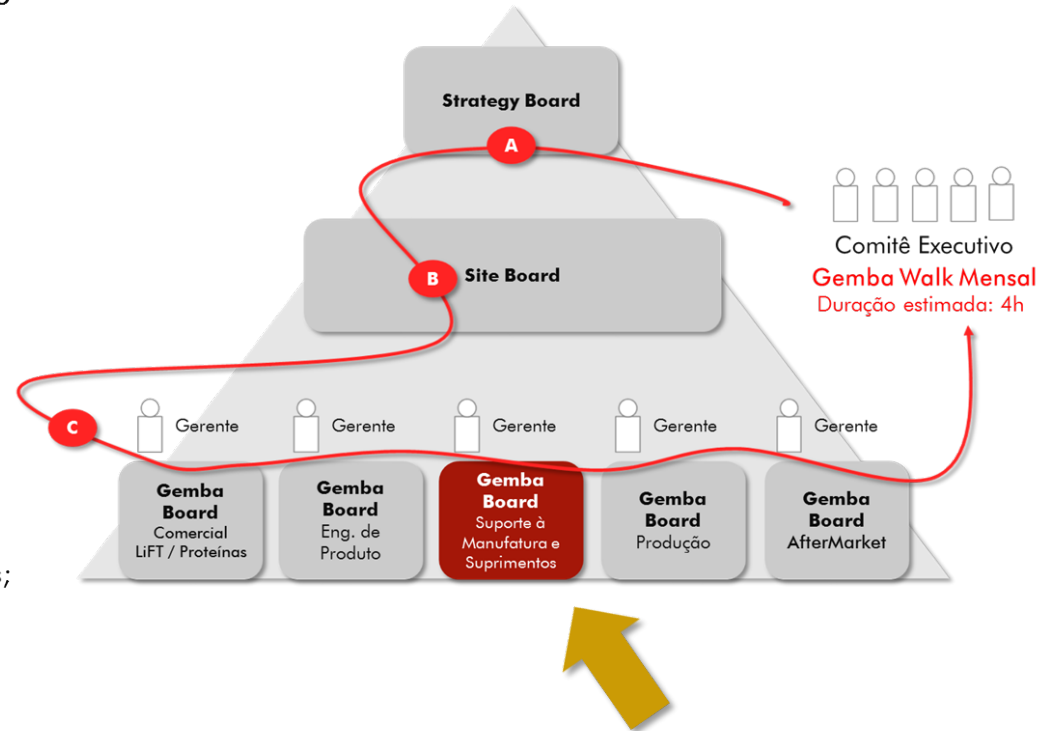


Figura 22 – Exemplo de rotinas de *gemba walk*

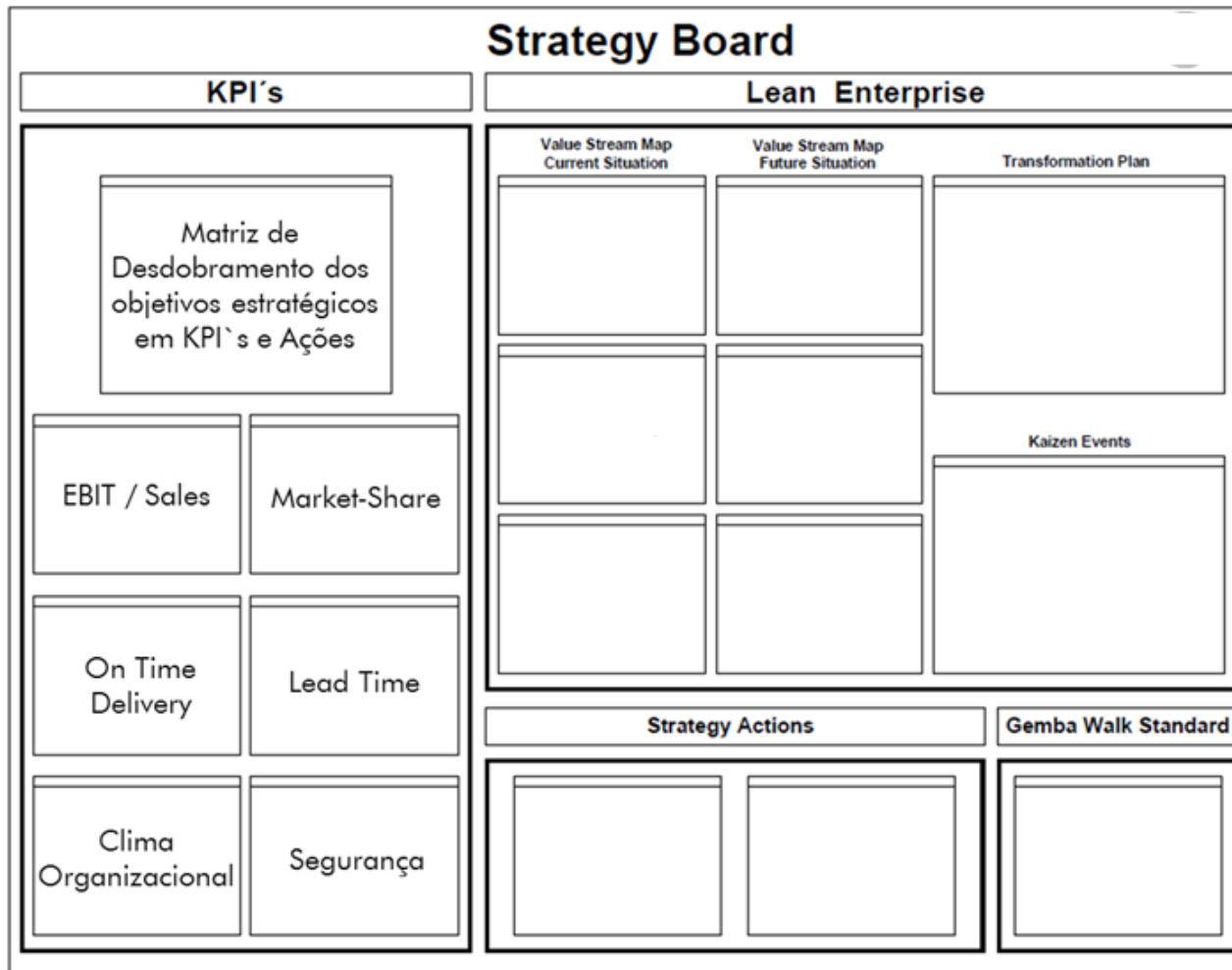


Figura 23 – Exemplo de quadro A3 – nível estratégico.

### 3.4 PLANO DE IMPLANTAÇÃO

O plano de implantação foi um dos resultados entregues ao Laboratório com as sugestões levantadas durante o estudo.

Para a execução das melhorias apresentadas neste estudo, foi proposto que fosse elaborado um cronograma pelos agentes do laboratório junto à consultoria para cada uma das frentes de melhoria, conforme apresentado na Figura 24. Percebe-se que lacunas foram deixadas em branco para que sejam definidos os responsáveis por cada melhoria, assim como também o prazo definido para cada uma.

Ressalta-se a importância de se ter um cronograma com objetivo, responsável, prazo e métrica para que possa ser feito o acompanhamento e as melhorias realizadas.

Melhorias	Principais atividades / entregas	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
<b>Sistemas Puxados de Compras Zein</b>	Levantar situação atual e validar cadastro	■	■										
	Sistemática otimizada de reposição para As e Bs		■	■									
	Implantação				■	■							
	Padrão de trabalho para operações de compras						■						
	Lean Management		■	■	■	■	■						
	Definir indicadores												
	Boards de Gestão Visual												
	Rotinas de gestão - gemba walk												
Avaliação e premiação - incluindo fornecedores													
<b>Sistemas Puxados de Compras Issam</b>	Levantar situação atual e validar cadastro							■	■				
	Sistemática otimizada de reposição para As e Bs								■	■			
	Implantação										■	■	
	Padrão de trabalho para operações de compras												■
	Lean Management									■	■	■	■
	Definir indicadores												
	Boards de Gestão Visual												
	Rotinas de gestão - gemba walk												
Avaliação e premiação - incluindo fornecedores													
<b>Padronização de operação</b>	Vendas Lojas (checkouts até expedição)	■	■	■									
	Depósito 163 (recebimento até expedição)			■	■	■							
	CD Zein (recebimento até expedição)			■	■	■							
	Vendas Showroom + Vendas Externas (representantes) + Análise de Crédito					■	■	■					
	Vendas Telemarketing							■	■	■			
	Feiras e Eventos									■	■	■	
	Lean Management		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Definir indicadores												
	Boards de Gestão Visual												
	Rotinas de gestão - gemba walk												
	Avaliação e premiação												

Figura 24 – Cronograma de implantação proposto.

#### 4 DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES

O diagnóstico identificou pontos de melhoria no que tange os processos de compras, vendas e logística. Como principais problemas, foram identificados a ausência de padrões e indicadores nos processos, o alto grau de centralização, tanto da diretoria quanto da parte dos gestores, o elevado lead time para processamento das informações e um grande volume de estoque, conforme demonstrado anteriormente.

Como mostrado anteriormente, a implantação das melhorias sugeridas seria capaz de eliminar a necessidade de terceiro turno noturno, assim como a necessidade de horas extras, reduzindo custos operacionais com recursos humanos no setor laboratorial em ao menos 30%.

Foi mostrado também que no laboratório, no fluxo de análise CCS, que há um total máquina X horas equivalente a 24 horas, das quais 12 horas e 56 minutos são desperdiçados por falta de amostras (ociosidade), por manutenção de equipamentos, e por indisponibilidade de operador. Assim, as melhorias propostas seriam capazes de reduzir esses desperdícios, até o máximo teórico, e assim obter grandes ganhos operacionais sem aumento de custos, podendo assim aumentar o *market share*.

Como recomendação de implantação de melhorias, caso o foco principal esteja relacionado à perspectiva financeira, a frente de “Sistemas Puxados de compras” e “*Lean Management*” deve ser priorizada considerando um retorno financeiro mais provável e em menor prazo. Entretanto, se o foco estiver em descentralização de decisões, redução de lead time, atendimento aos clientes (externos e interno) e padronização de processos, recomendamos que a frente de “Padronização de operações” e “*Lean Management*” seja priorizada.

Como mostrado na Figura 21, deve ser dada prioridade as atividades em negrito por apresentarem maior retorno em relação ao esforço necessário para implantação, ou seja, o desbalanceamento da demanda, e da carga em cada operador, e a partir desse realizar as próximas melhorias, sempre levando em consideração o esforço investido e o retorno esperado como forma de priorização.

Esse estudo de caso mostrou que métodos de aumento de eficiência conhecidos do setor automobilístico possuem grande potencial de ganhos para outros setores.

## Referências

---

Fazendo análises internas, compreendendo o processo, enxergando como cada processo ocorre, por quê e as consequências de cada etapa do processo produtivo, é possível levantar pontos de melhorias transversalmente dentro da organização, ou seja ter o foco de por qual melhoria começar, e da relação esforço X retorno que definem a prioridade.

Além disso, como mostrado na Figura 16, há hoje uma demanda superior a capacidade produtiva em uma semana ao mês. O laboratório considerava cenários de expansão da capacidade produtiva com investimentos milionários. Com a implementação das melhorias será possível postergar tais investimentos, sendo que a nova capacidade produtiva será suficiente para acomodar toda a demanda atual, e ainda o suficiente para expandir o *market share*, oferecendo possíveis incentivos aos consumidores como melhores preços, ou serviço mais flexível, rápido, e também com maior confiabilidade.

É razoável considerar que este laboratório não é o único que poderia se beneficiar dessas técnicas de melhorias, assim como também é possível considerar que outras áreas além da automobilística e da indústria leiteira poderiam também se beneficiar, convidando assim, novos estudos nos mais diversos setores e áreas de atuação.

O trabalho alcançou seu objetivo de evidenciar de maneira clara o processo produtivo de um laboratório de análise de leite, assim como demonstrar a versatilidade das metodologias de aumento de produtividade e seu potencial para resultados, tanto no curto prazo quanto longo prazos previstos nas mais diversas áreas, como por exemplo na indústria do leite brasileira.



## 5 REFERÊNCIAS

ANTONY, J.; BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. **Measuring Business Excellence**, v. 6, n. 4, p. 20–27, 2002.

GRUENBERG, G. **The Plan-Do-Check-Act Cycle**. p. 2013–2015, 2013.

GOLDRATT, E. M. **The haystack syndrome**. [s.l.] Croton-on-Hudson: North River, 1990.

GOLDRATT, E. M. **It's not luck**. [s.l.] Routledge, 2017a.

GOLDRATT, E. M. **Critical chain: A business novel**. [s.l.] Routledge, 2017b.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **The goal: a process of ongoing improvement**. [s.l.] Routledge, 2016.

GOLDRATT, E. M.; ESHKOLI, I.; BROWNLEER, J. **Isn't it Obvious?** [s.l.] North River Press, 2009.

GOLDRATT, E. M.; FOX, R. E. **The Race for a Competitive Edge**. [s.l.] Milford, Conn.: Creative Output, 1986.

JAYARAO, B. M. et al. Guidelines for Monitoring Bulk Tank Milk Somatic Cell and Bacterial Counts. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 10, p. 3561–3573, 2004.

LIKER, J. K. **The toyota way**. [s.l.] Esensi, 2005.

MAYLOR, H. Beyond the Gantt chart: **European Management Journal**, v. 19, n. 1, p. 92–100, 2001.

## Referências

---

MICHAEL, G. L. et al. *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity*. [s.l.] McGraw-Hill Education, 2004.

MICHAEL, G.; ROWLANDS, D.; KASTLE, B. **What is Lean Six Sigma?** [s.l.] McGraw-Hill, 2004.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Complexo Leite*. 2018.

MURPHY, S. C. et al. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 12, p. 10128–10149, 2016.

NELSON, B.; SPROULL, B. *Epiphanized: A Novel on Unifying Theory of Constraints, Lean, and Six Sigma*. [s.l.] Productivity Press, 2015.

PACHECO, D. A. DE J. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. **Production**, v. 24, n. 4, p. 940–956, 2014.

PMBOK, G. *Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos*. [s.l.] In: Project Management Institute, 2004.

ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta*. [s.l.] Lean Institute Brasil, 2007.

SANTANA, E. H. W. DE; FAGNANI, R. **Legislação Brasileira de Leite e**. [s.l.: s.n.].

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 1, p. 43–56, 2008.

TAVARES, M.; GODOY, D.; CHICAGLIONE, P. *Análise econômica em propriedades leiteiras com diferentes níveis de produtividade*. 2017.

