

# APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DO LEAN SEIS SIGMA NA REDUÇÃO DO LEAD TIME DE UMA LAVANDERIA INDUSTRIAL HOSPITALAR

**Derek Gomes Leite (UFS)**

derekgomesleite@gmail.com

**PAULO SERGIO ALMEIDA DOS REIS (Estácio)**

projetistapaulo@gmail.com

**Antonio Karlos Araujo Valenca (FANESE)**

akavalenca@gmail.com



*Diversos problemas envolvendo sistemas produtivos acabam por trazer prejuízos e perdas significativas para as organizações gerando por consequência imprevisibilidade da quantidade produzida além do alto índice de variabilidade em todo o seu processo. A produção Enxuta e o Seis Sigma foram criados e introduzidos em empresas que queriam aumentar sua competitividade e a técnica que encontraram e bem-sucedida, foi o Lean Seis Sigma. A produção enxuta, termo em português para o original Lean Manufacturing surgiu na Toyota e até hoje é um modelo estudado por diversas empresas que querem tornar seus sistemas produtivos mais limpos, com pouco desperdício de produção; Já o seis Sigma, que é um índice que mede a variabilidade nos processos e quantos erros são gerados por milhão de oportunidades, surgiu na Motorola com excelentes resultados e foi disseminado no mundo pela General Eletrics que depois de ter adotado a metodologia, viu seu faturado triplicar em apenas três anos. O Lean Seis Sigma, que é a junção do pensamento enxuta aliado às técnicas estatísticas do Seis Sigma, usa a ferramenta DMAIC (que é o acrônimo em português para Definir, Medir, Analisar, Executar, Controlar) como guia de implantação da metodologia. Este trabalho consiste na identificação e mudança no nível sigma dos processos de lavagem de uma lavanderia industrial hospitalar sergipana com o objetivo de reduzir o Lead time em 50%. Para isso foram usadas diversas ferramentas do Lean Seis Sigma seguindo o DMAIC. Os ganhos obtidos foram além do esperado, reduzindo o tempo de processamento de 16 horas para 7,5 horas, o que gerou no total um ganho anual estimado em R\$ 399.000.*

*Palavras-chave: Lean Seis Sigma, DMAIC, Lavanderia Industrial Hospitalar*

## 1. Introdução

As organizações sempre buscam atender as necessidades seus clientes de maneira satisfatória, por isso precisam administrar sua produção e suas operações de modo que aperfeiçoem seus processos produtivos, obtendo assim um maior aproveitamento dos recursos e aumento da produtividade (VALENÇA, 2016).

A adoção de sistemas de gestão da produção decorreu do aumento da concorrência global no século XX. Nesse período, houve uma transição entre um mercado de competição local, com poucos fornecedores de produtos ou serviços, para um novo cenário no qual diversos produtores competem entre si de forma globalizada. Com isso, tornou-se necessário investir na eficiência e eficácia dos processos de modo a atingir a lucratividade (SOUZA et al., 2008)

O Lean Manufacturing, base do Sistema Toyota de Produção, e o Seis Sigma, desenvolvido pela Motorola, foram dois Sistemas de Produção que geraram resultados expressivos para essas empresas, consolidando seu uso mundialmente por diversas organizações até os dias atuais. Por apresentar sinergia entre seus princípios, especialmente no que se refere à qualidade e produtividade dos processos com foco no cliente, a união dos dois sistemas originou o Lean Seis Sigma (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005).

Servin; Santos; Gohr (2012) destacam a melhoria de processos como os maiores fatores que levam uma organização ao diferencial competitivo, que corresponde ao mecanismo de agregação de valor em um sistema de operações. Portanto, os investimentos em melhorias de processos devem ser realizados com planejamento e controle necessários para obter a sua máxima eficiência e atingir de forma satisfatória os requisitos dos seus clientes internos e externos (LEITE; MONTESCO, 2016).

Na realidade de lavanderias industriais, alguns fatores críticos para o sucesso precisam ser observados. São eles o prazo de atendimento à demanda do cliente, o uso racional de recursos como mão-de-obra, máquinas de lavagem e secagem, energia elétrica, gás ou outra fonte de energia para as máquinas e limpeza e conservação dos produtos entregues, especialmente quando se tratam de materiais delicados ou que exijam cuidados especiais, como roupas hospitalares, por exemplo. Assim, faz-se necessário alinhar os requisitos de qualidade do produto com os tempos de entrega, cenário no qual as ferramentas de melhoria de processo tornam-se fundamentais para a competitividade da empresa.

Este trabalho tem o objetivo de reduzir o *lead time* do processo de lavagem em uma lavanderia sergipana por meio da aplicação do Lean Seis Sigma. Para isso, foi identificado o problema, realizadas medições e análises das suas causas raízes, planejadas e implantadas ações de melhoria e, por fim, estabelecidos mecanismos de controle para a manutenção dos resultados alcançados.

## 2. Lean Seis Sigma

Werkema (2006) explica que a essência da filosofia *Lean* é a redução dos possíveis desperdícios como, os defeitos nos produtos, excesso de produção de mercadorias que podem gerar estoques de mercadorias à espera de processamento ou consumo, processamento desnecessário, bem como movimentação desnecessária de pessoas e de mercadorias e por fim, espera de equipamentos/processos para a finalização do trabalho.

O objetivo do Seis Sigma, por sua vez, é alinhar a organização com os requisitos e necessidades do mercado e alcançar melhorias na qualidade e a rentabilidade reduzindo a variação dos processos, por meio de dados e ferramentas estatísticas utilizadas para identificar as causas e efeitos responsáveis pelos problemas (ARIENTE et al., 2005)

O termo *Lean Seis Sigma* (LSS) é utilizado quando se deseja descrever a integração dessas duas metodologias visando executar melhorias operacionais em certas áreas, de modo que as empresas usufruam dos pontos fortes dessas estratégias (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005; WERKEMA, 2012; ENDLER et al., 2016).

Desta forma, como a filosofia *Lean* não conta com um método estruturado necessário para a resolução de problemas e ferramentas de estatística que auxiliam na redução da variabilidade do processo, assim como o Seis Sigma não enfatiza na velocidade do processo e redução do *Lead Time*, de forma que os dois métodos se complementam formando a o *Lean Seis Sigma* (WERKEMA, 2012; ENDLER et al., 2016).

Dentro do LSS, destaca-se o método conhecido como ciclo DMAIC, que é definido por cinco etapas derivadas das iniciais: Definir (*Define*), Medir (*Measure*), Analisar (*Analyze*), Melhorar (*Improve*) e Controlar (*Control*), como explicam Carvalho e Paladini (2013).

- Definir: consiste na seleção do projeto a ser desenvolvido, construção da problemática e definições importantes como objetivos e metas, escopo, premissas entre outros. São aspectos importantes dessa fase a identificação dos requisitos críticos do cliente

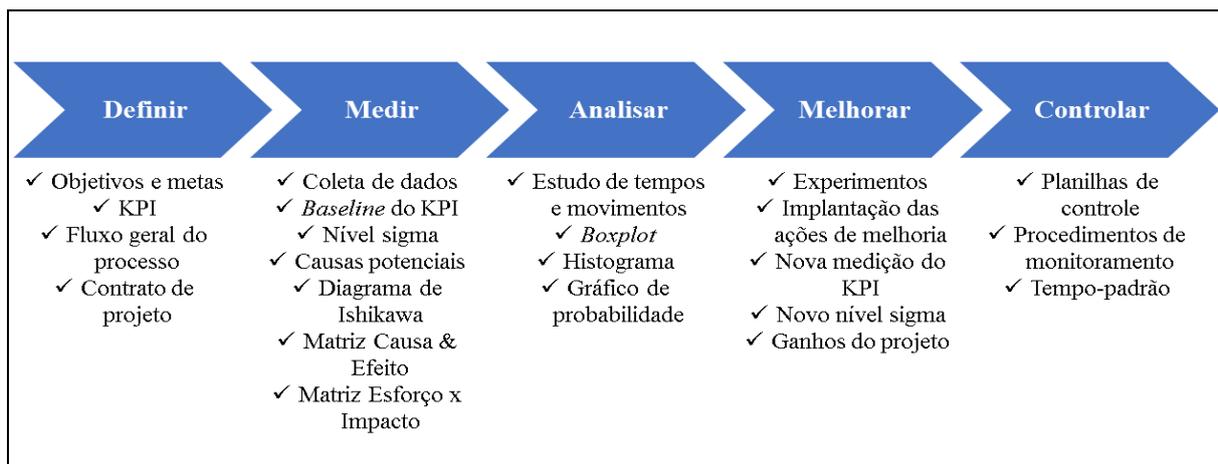
(CTQ), o mapeamento inicial do fluxo do processo e a elaboração do contrato de projeto;

- Medir: assim que são definidas as diretrizes do projeto, levanta-se o cenário atual dos indicadores chave de desempenho (KPI) e mede-se o nível sigma. Nesta etapa pode-se ainda levantar as causas potenciais do problema;
- Analisar: diante das causas levantadas, são realizadas análises a fim de determinar as raízes do problema, que serão fundamentais para elaborar ações efetivas de melhoria;
- Melhorar: é nessa fase em que serão planejadas e implementadas as ações de melhoria. Sempre que possível, recomenda-se testar as soluções propostas com experimentos ou pilotos, de modo a reduzir os custos das mudanças;
- Controlar: por fim, é importante manter os resultados alcançados. Para isso, define-se os mecanismos de controle, com foco na padronização e monitoramento do processo com indicadores (ATMACA; GIRENES, 2013).

### 3. Métodos adotados

O método deste estudo de caso consistiu na aplicação das técnicas e ferramentas do Lean Seis Sigma de acordo com o ciclo DMAIC, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Métodos adotados



Fonte: Autoria própria

Nas fases Definir, Medir e Analisar, foram realizados os levantamentos e análises de desempenho dos indicadores chave (KPI) e das causas dos problemas. Inicialmente identificando, em seguida medindo o estado atual e finalmente encontrando as causas raízes

dos problemas encontrados. Em posse dessas informações, foram realizadas ações de alavancagem na etapa Melhorar, para as quais se estabeleceu controles que permitam manter os resultados alcançados, na fase Controlar. Assim, encerrou-se formalmente o contrato com o fechamento do ciclo DMAIC nesse momento e padronização dos ganhos obtidos.

#### **4. Estudo de caso**

Esta seção detalha as análises e os resultados obtidos por meio da aplicação do Lean Seis Sigma segundo o método DMAIC.

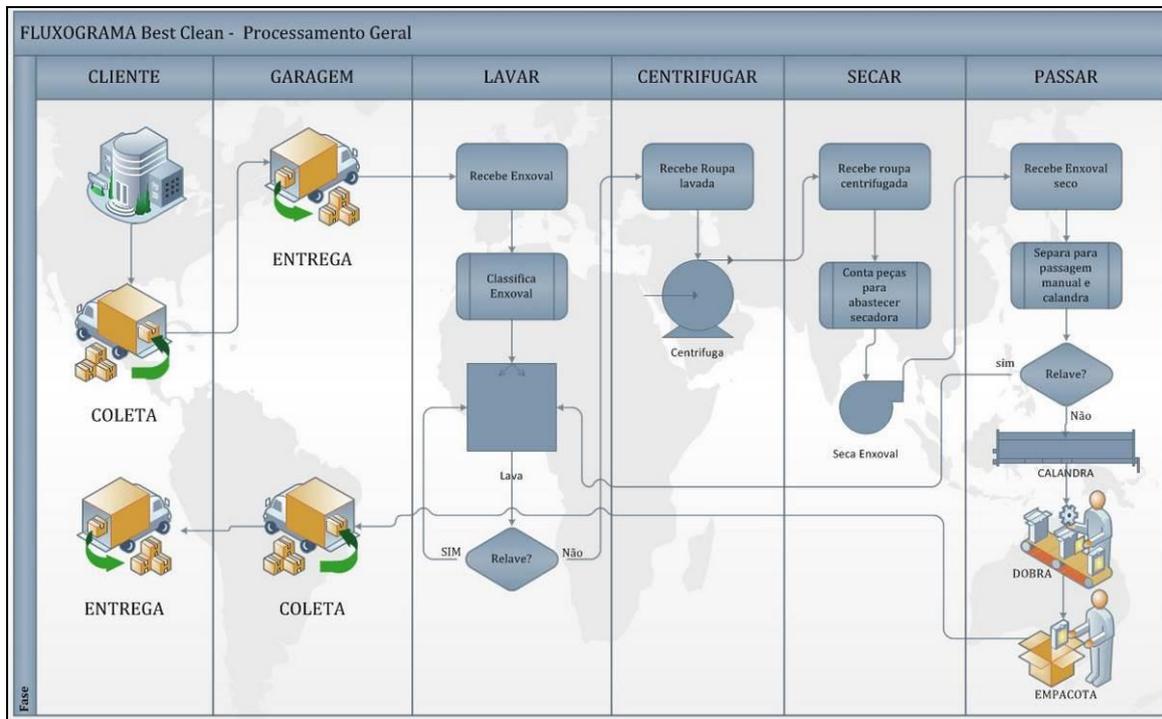
##### **4.1 Fase de Definição**

O processo sobre o qual se desenrola a problemática deste estudo se trata da prestação de serviços de lavagem de roupa hospitalar da lavanderia ao seu principal cliente. Após entrevistas iniciais com gestores e operadores, foi constatado que o item de maior queixa era a demora no processamento da roupa. Isto devido à incapacidade de se produzir 2 toneladas de roupas limpas em 24 horas de trabalho contínuo, que seria a demanda total diária entre a lavanderia e seu cliente. O mínimo que deveria ser produzido no tempo de 24 horas seria de 1 tonelada, sob pena de sanções para novas coletas no hospital.

Outrossim, sentia-se na lavanderia a necessidade de expandir a capacidade de atendimento à demanda, já que o alto volume do hospital gerava uma situação de risco para a empresa, já que a mesma não conseguia diversificar sua carteira de clientes. Outra possibilidade seria ainda reduzir o expediente a partir da maior agilidade da lavagem, o que representaria uma redução de custos.

Diante dessas informações, foi realizado o mapeamento do fluxo de trabalho a fim de entender melhor o problema de projeto. Foram então apurados os passos executados desde a coleta do material no hospital, o processamento (lavagem) da roupa suja e a entrega da roupa limpa ao cliente, conforme Figura 2.

Figura 2 - Fluxo geral do processo



Fonte: Autoria Própria

Em relação às máquinas utilizadas, a lavanderia industrial operava com quatro lavadoras do tipo extratora com capacidades de 140 kg, 100 kg, 50 kg e 30 kg. Na chamada “área limpa” da lavanderia, ficavam uma centrifuga de 30kg e outra de 50 kg, duas secadoras de 30 kg e uma de 50 kg, uma calandra de 2,5 metros e uma empacotadora, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Relação de maquinário

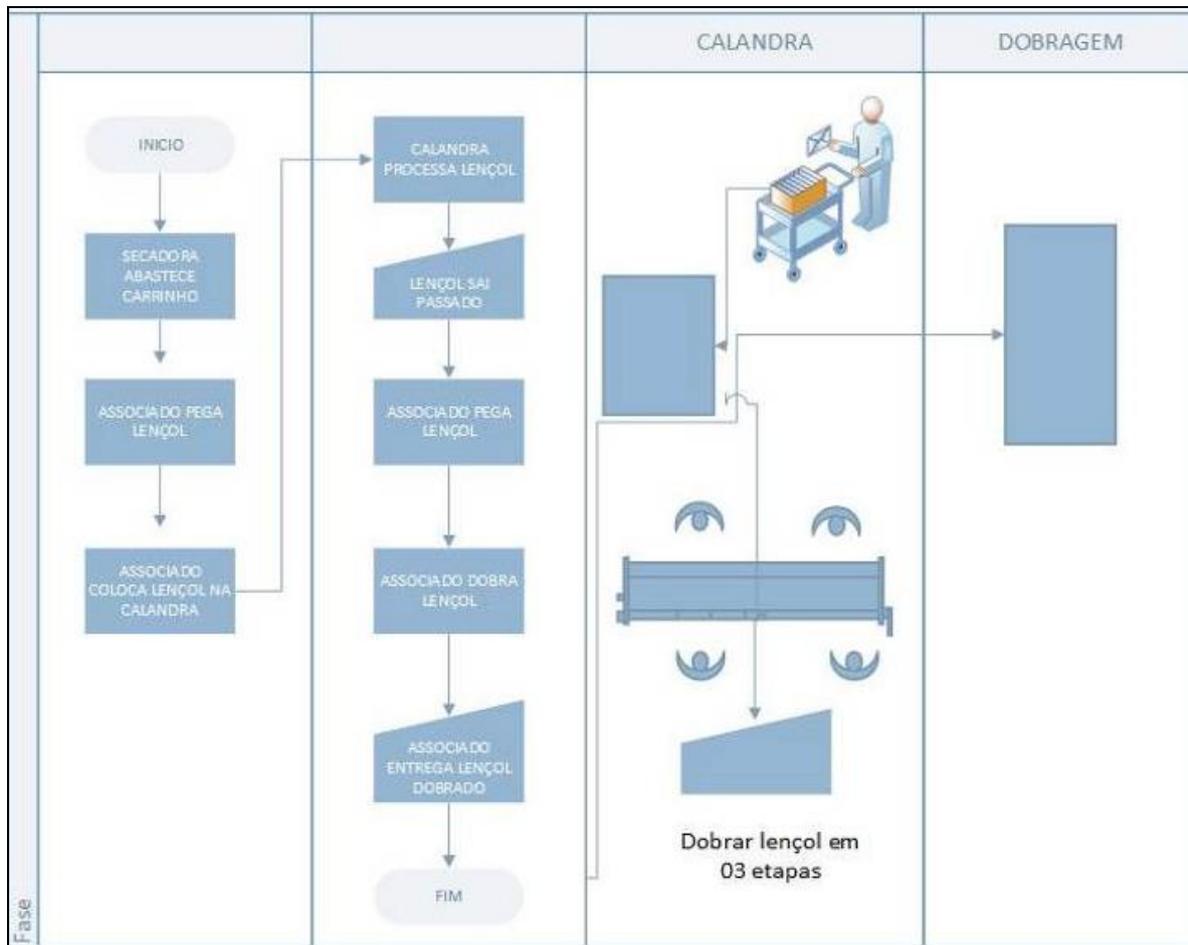
QUANTIDADE	EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO
1	Máquina Lavadora extratora	140kg – lava e centrifuga
1	Máquina Lavadora extratora	100kg – Lava
1	Máquina Lavadora extratora	50kg – Lava
1	Máquina Lavadora extratora	30kg – Lava
1	Centrifugadora	50 kg
1	Centrifugadora	30 kg
2	Secadoras	30 kg
1	Secadora	50 kg
1	Calandra	2,5 metros
1	Ensacadora	-

Fonte: Autoria Própria

Além do fluxo geral, foi realizado um mapeamento mais detalhado a fim de prover informações para as análises mais detalhadas acerca dos tempos e das causas potenciais e raízes dos problemas.

A Figura 3 ilustra uma parte desse mapeamento, desde o momento em que o enxoval sai da secadora e é transportado por carrinho até a calandra, onde ocorre o aquecimento para retirar amassos antes de ser dobrado e embalado para entrega.

Figura 3 - Fluxo Secadora, calandra e dobragem



Fonte: Autoria própria

O passo seguinte foi realizar medições dos tempos gastos em cada atividade a fim de avaliar o desempenho encontrado e definir a meta para esse indicador. Para tal, registros de tempos de processamento individuais e coletivos foram realizados em diversos momentos distintos e com associados diferentes. Inicialmente nenhuma ferramenta ou instrumento de medição era utilizado pela empresa, o que dificultou a coleta de dados. Assim, o processo foi acompanhado presencialmente desde a coleta nos hospitais até entrega da roupa limpa ao cliente, passando pelos tempos de processamento, espera e transporte decorridos ao longo do processo.

Ao final desse processo, foi registrado o *lead time* de 16 horas entre coleta e entrega do enxoval padrão diário de 1 tonelada. Esse padrão foi definido com base na coleta diária do enxoval, que era feita em três horários: às 06:00h, às 11:00h e às 18:00h. Como o processo é

iniciado com a coleta do enxoval, já que não é realizado pedido pelo cliente, esse foi o ponto de partida da medição do *lead time*, enquanto o final foi a entrega do produto no hospital.

As análises e medições iniciais demonstraram que o *lead time* realmente se tratava de um item crítico, com alta variabilidade e consequentes oportunidades de melhoria. Por ser um item importante tanto para os processos da empresa como para a satisfação do cliente, esse item foi definido como o requisito crítico para o cliente (CTQ) a ser trabalhado nesse projeto.

Após o estudo de tempos e métodos baseado nas medições das atividades realizadas por cada colaborador, analisou-se o *gap* existente entre o tempo médio total praticado e o ideal, a partir do qual foi definida a meta de reduzir o *lead time* de 16 horas para 8 horas. Ou seja, pretendeu-se com este projeto Lean Seis Sigma reduzir o *lead time* em 50% para que fosse possível atender à demanda do hospital e possuir capacidade de produção suficiente para atender a outros clientes.

As principais informações da fase definir foram formalizadas no contrato de projeto, como meta, escopo, premissas e restrições, entre outros fatores importantes para a gestão de informações ao longo do desenvolvimento das atividades.

#### 4.2 Fase de Medição

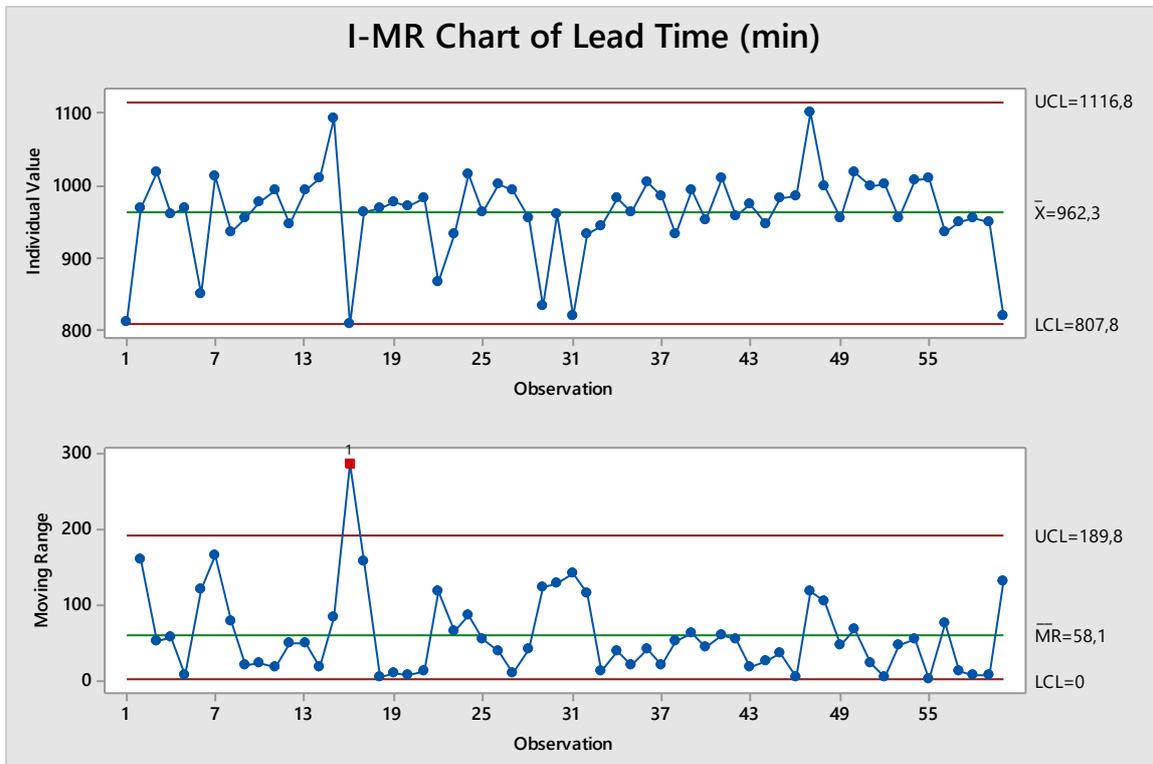
Como não havia um controle pelo uso de indicadores na empresa, uma das primeiras ações do projeto foi realizar um plano de coleta de dados. Enquanto o planejamento do projeto avançava em outras frentes, os colaboradores registravam os tempos envolvidos em suas atividades. Para tal, foram definidos procedimentos de medição dos tempos de cada etapa do processo. Essas medições permitiram construir uma base de resultados históricos (*baseline*) para as análises da fase de planejamento do projeto, bem como estabelecer tempos padrão na etapa Controlar.

Após o período inicial de medições, notou-se que o processo em momento algum era capaz de atender à especificação de 8 horas para o *lead time*. Dessa maneira, considerou-se um nível sigma de zero, com defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) de 1 milhão.

A fim de verificar o nível de variabilidade do processo, foram plotadas as cartas de controle apresentadas na Figura 4. A partir das mesmas percebeu-se que, além da alta média de aproximadamente 16 horas (960 minutos), o processo também apresentou alta variabilidade,

com amplitude média móvel de 58 minutos, o que equivale a aproximadamente 1 hora de variação média.

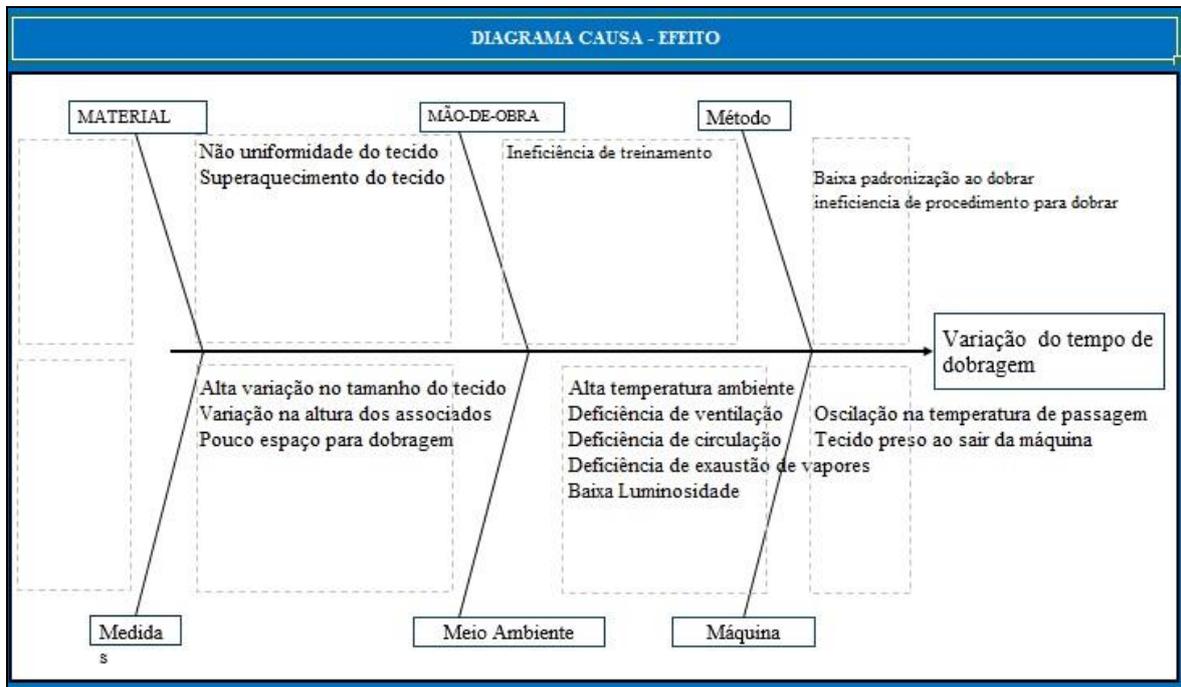
Figura 4 - Análise de Capabilidade



Fonte: Autoria Própria

Diante desse cenário, foram realizadas diversas entrevistas com os diretores e com a equipe da lavanderia a fim de levantar possíveis problemas de demora em cada atividade e para isto recorreu-se ao Diagrama de Causa e Efeito. Foi realizado um levantamento geral para o alto *lead time*, no qual ficou evidenciado que um problema crítico era a alta variabilidade do tempo de dobragem. Assim, foi plotado também um Diagrama de Ishikawa específico para essa atividade, como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: autoria própria, adaptado Voitto (2014)

Diante das causas potenciais que foram levantadas, avaliou-se o impacto de cada causa sobre a variação no tempo de dobragem e sobre o tempo total do processo por meio da Matriz de Causa e Efeito, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Matriz Causa e Efeito

10 - 9 - 8: Forte Correlação		7 - 6 - 5 - 4: Média Correlação			3 - 2 - 1: Baixa Correlação			0: Não há correlação		
Índice de Importância	5	3								
X's do Processo	Varição na dobragem	Atraso no processo	0	0	0	0	0	0	TOTAL	Esforo de Eliminação da Variável de Entrada
X <sub>1</sub> Não uniformidade do tecido	8	9							67	alto
X <sub>2</sub> Superaquecimento do tecido	10	10							80	baixo
X <sub>3</sub> Ineficiência de treinamento	7	7							56	baixo
X <sub>4</sub> Baixa padronização ao dobrar	7	7							56	baixo
X <sub>5</sub> Ineficiência de procedimento para dobrar	9	9							72	baixo
X <sub>6</sub> Alta variação no tamanho do tecido	8	9							67	alto
X <sub>7</sub> Variação na altura dos associados	3	1							18	alto
X <sub>8</sub> Pouco espaço para dobragem	6	6							48	baixo
X <sub>9</sub> Alta temperatura ambiente	10	10							80	alto
X <sub>10</sub> Deficiência de ventilação	10	10							80	alto
X <sub>11</sub> Deficiência de circulação	9	8							69	alto
X <sub>12</sub> Deficiência de exaustão de vapores	10	10							80	alto
X <sub>13</sub> Baixa Luminosidade	9	9							72	baixo
X <sub>14</sub> Oscilação na temperatura de passagem	8	8							64	baixo
X <sub>15</sub> Tecido preso ao sair da máquina	5	5							40	alto

Fonte: autoria própria, adaptado Voitto (2014)

Com base nessas avaliações, foi possível plotar a Matriz de Esforço x Impacto trazida na Figura 7.

Figura 7 - Matriz Esforço Impacto

<b>ESFORÇO</b> (para atuar sobre os "X's")	<b>ALTO</b>	1. Alta temperatura ambiente 2. Deficiência de ventilação 3. Deficiência de exaustão de vapores 4. Não uniformidade do tecido 5. Alta variação no tamanho do tecido 6. Deficiência de circulação	1. Variação na altura dos associados 2. Tecido preso ao sair da máquina
	<b>BAIXO</b>	1. Superaquecimento do tecido 2. Ineficiência de treinamento 3. Baixa padronização ao dobrar 4. Ineficiência de procedimento para dobrar 5. Pouco espaço para dobragem 6. Baixa Luminosidade 7. Oscilação na temperatura de passagem	
		<b>ALTO</b>	<b>BAIXO</b>
		<b>IMPACTO</b> (nos requisitos do clientes "Y's")	

Fonte: Autoria Própria

Dessa forma, a equipe de projeto definiu as 7 causas prioritárias do problema, com baixo esforço de eliminação e alto impacto nos resultados.

#### 4.3 Fase de Análise

Esta etapa foi iniciada com a análise detalhada dos tempos de cada atividade do processo, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Tempos médios das atividades

<i>ITEM</i>	<i>ETAPA</i>	<i>TEMPO DA ATIVIDADE(min)</i>
1	Coleta de enxoval	105
2	Espera para descarregar caminhão	130
3	Filtragem pré-lavagem	35
4	Espera lote para lavagem	30
5	Carregamento das máquinas	25
6	Lavagem (320 kg)	120
7	Lavagem de 1000kg	480
8	Descarregamento das máquinas	40
9	Centrifugação (80 kg)	20
10	Centrifugação (550 kg)	120
	* Roupas que não eram centrifugadas na máquina de 140kg	
11	Abastecimento Secadora	15
12	Secagem (aprox. 110kg)	30
13	Secagem (aprox. 1000kg)	330
14	Calandragem	380
15	Dobragem/ensacamento Enxoval	380
16	Carregamento do Caminhão	15
17	Entrega no hospital	5
<b>TEMPO TOTAL DE PROCESSAMENTO</b>		<b>960 min</b> <b>(16 HORAS)</b>

Fonte: Autoria Própria

Ao analisar os itens medidos, foram observadas algumas inconsistências no material coletado. Muitos itens demonstravam espera de lote acima do que realmente necessitavam, como o item 02 da Tabela 2, onde se esperava por mais de duas horas para descarregar o caminhão. O mesmo podemos dizer do item 07 – Lavagem de roupas, onde se gastava 8 horas. Analisando detalhadamente, o tempo da lavagem propriamente dita era de apenas 55 minutos. Todo o restante do tempo correspondia ao enchimento e desague de águas, que eram necessários a cada banho químico, além de enxáguas da roupa dentro da máquina. No processo mais sujo de lavagem, eram dados cinco enxáguas na roupa com nível máximo de água. Cada um deles requeria em torno de 5 minutos para encher um tanque de 140 kg, totalizando 25 minutos apenas para encher o tanque da máquina. Somente após o enchimento total, a máquina contabilizava o tempo de cada enxague, de 2 minutos.

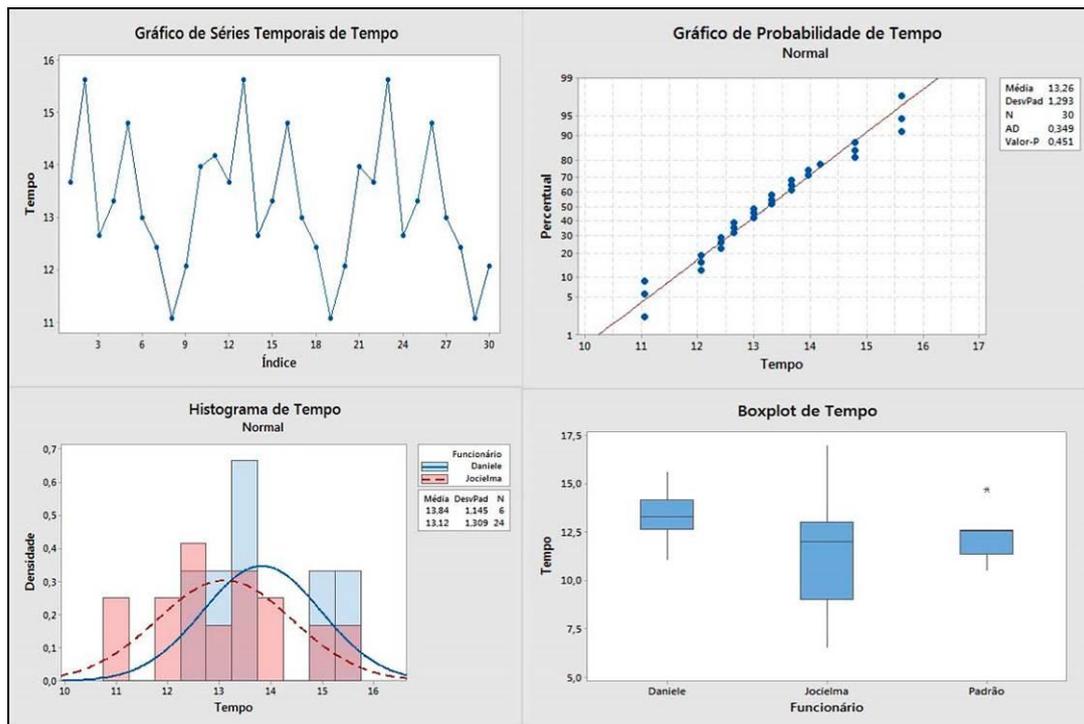
Outro tempo analisado foi o item 13 – Secagem. Eram necessários 330 minutos para secar 1000 kg de roupa. Houve então o questionamento sobre a necessidade desse tempo de

secagem, visto que a etapa seguinte seria a calandragem, na qual o mesmo lençol passaria por um rolo aquecido à 105° C, que certamente secaria o enxoval. Outro ponto levantado foi que não havia nenhum critério de enchimento da secadora (peso, contagem de peças), tudo era feito intuitivamente, colocando quantidades que “enchiam” o cesto da secadora. O último ponto analisado foi que, para saber se tinha secado ou não a roupa, de tempos em tempos os funcionários abriam a secadora e tocavam a roupa para sentir se estavam secas ou não. Percebeu-se ainda que, por diversas vezes, os funcionários esqueciam de desligar a secadora, deixando o enxoval seco demais ou queimando o tecido.

Já na etapa 14 – Calandragem, foi observado que a empresa adotava o formato 2x2: dois funcionários colocavam os lençóis para passar no rolo da calandra e dois funcionários do outro lado da calandra pegavam e dobravam os lençóis. O fato percebido empiricamente era que o ato de colocar os lençóis era muito mais rápido que o de tirar e dobrar os lençóis, o que regularmente acumulava lençóis do outro lado, levando à uma espera obrigatória na colocação de novos lençóis até que tudo fosse dobrado e enfim o ciclo reiniciasse.

Ao analisar o tempo individual de cada funcionário e cruzá-los, percebeu-se desvios muitos grandes nos tempos de dobragem do lençol por diferentes colaboradores. Isto impactava negativamente no processo e no tempo de processamento da etapa, que por tabela impactava no tempo total, visto que a troca do funcionário incorria em atividades mais rápidas ou mais lentas, dificultando as análises para melhoria e padronização do processo. Observando o tempo de dobragem, por exemplo, havia funcionários que faziam em 6 segundos e outros que faziam em 19 segundos, ou seja, mais que o triplo do tempo gasto na mesma atividade.

Figura 8 - Análise dos tempos de dobragem



Fonte: autoria própria

#### 4.4 Fase de Melhoria

A partir de todas essas constatações da fase de análise, foi iniciado então o planejamento das melhorias com o objetivo de reduzir ao máximo os desperdícios de tempo por meio da eliminação de etapas desnecessárias e padronização dos tempos e métodos de execução segundo as melhores práticas dentro da empresa.

A primeira ação foi mudar o processo de enchimento das máquinas de lavar. Solicitou-se ao setor de manutenção a instalação de uma bomba de vazão de água com fluxostato para acionar a quantidade pedida e desligar quando necessário. Tal medida impactou diretamente no tempo de lavagem das roupas, reduzindo o tempo de enchimento de um tanque de 140 kg de 5 minutos para 1,5 minutos e o tempo total de lavagem superpesada – lavagem com alta sujidade de fluidos corporais, como sangue, urina e fezes - de 100 minutos para 55 minutos.

Essa mudança refletiu em outros processos. Visto que lavar agora era mais rápido, foi necessário adaptar e treinar outros setores para nova demanda. Na etapa de secagem, por exemplo, depois de alguns testes e novas medições, decidiu-se realizar as seguintes mudanças:

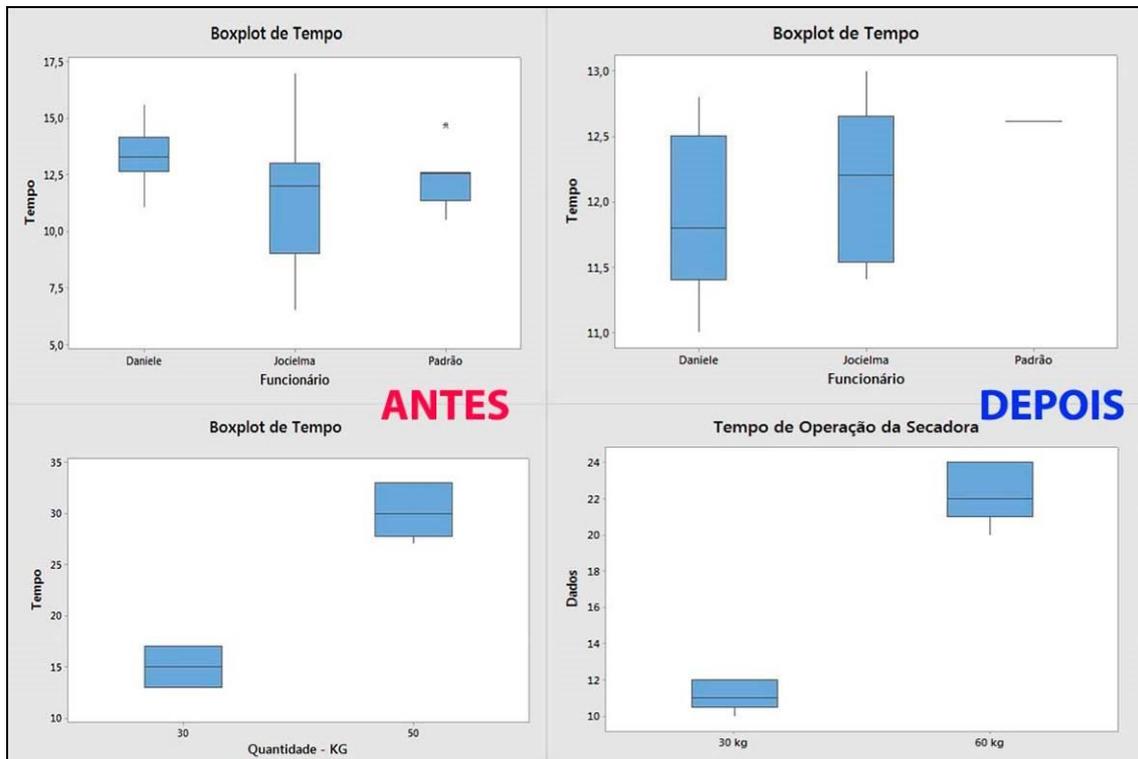
- a) Pesagem da roupa para se colocar na secadora, adotando uma balança para tal tarefa;

- b) Redução do peso que entraria na máquina para 50% da capacidade nominal da máquina. Exemplo: a máquina de 50 kg era carregada com 25 kg de roupa molhada;
- c) Redução do tempo de secagem de 30 minutos para 15 minutos;
- d) Instalação de um *TIMER* para desligar a secadora após o tempo determinado

Outra grande mudança ocorreu na etapa de calandragem. Devido à constatação empírica do atraso na espera de processamento do lote, assim como analisando os desvios, decidiu-se pelas seguintes mudanças:

- a. Mudança para o formato 1x3 (um funcionário coloca o lençol na calandra e três tiram e dobram);
- b. O treinamento de todos os associados da etapa de calandragem para o novo formato e o novo tempo pré-fixado de 12,61 segundos para tirar e dobrar o lençol, que traria ganhos significativos no tempo de processamento e não sobrecarregaria nenhum funcionário;
- c. O primeiro lençol só deveria ser posto na calandra após o carregamento prévio de 4 araras encomendadas, para reduzir o tempo de espera entre a secagem e a calandragem.
- d. Outra mudança importante deu-se no tempo de dobragem do lençol pós calandra. Os tempos foram otimizados e, depois do treinamento, houve uma estabilização entre o tempo gasto pelos colaboradores e a secadora de 30kg, por volta de 12 segundos, conforme mostrado na Figura 9. Tal fato foi determinante para a redução do *lead time* e deslocamento do gargalo identificado nas análises do processo.

Figura 9 – *Boxplot* dobragem e secadora antes e depois das melhorias



Fonte: Autoria Própria

Após a implantação de todas as melhorias, notou-se uma redução considerável no *lead time*, de 16 horas para 7,5 horas, ou seja, aproximadamente 53% de redução do tempo total do processo. Além disso, foram eliminadas duas etapas de espera e uma de secagem. A Tabela 3 mostra a nova configuração dos tempos e atividades do processo.

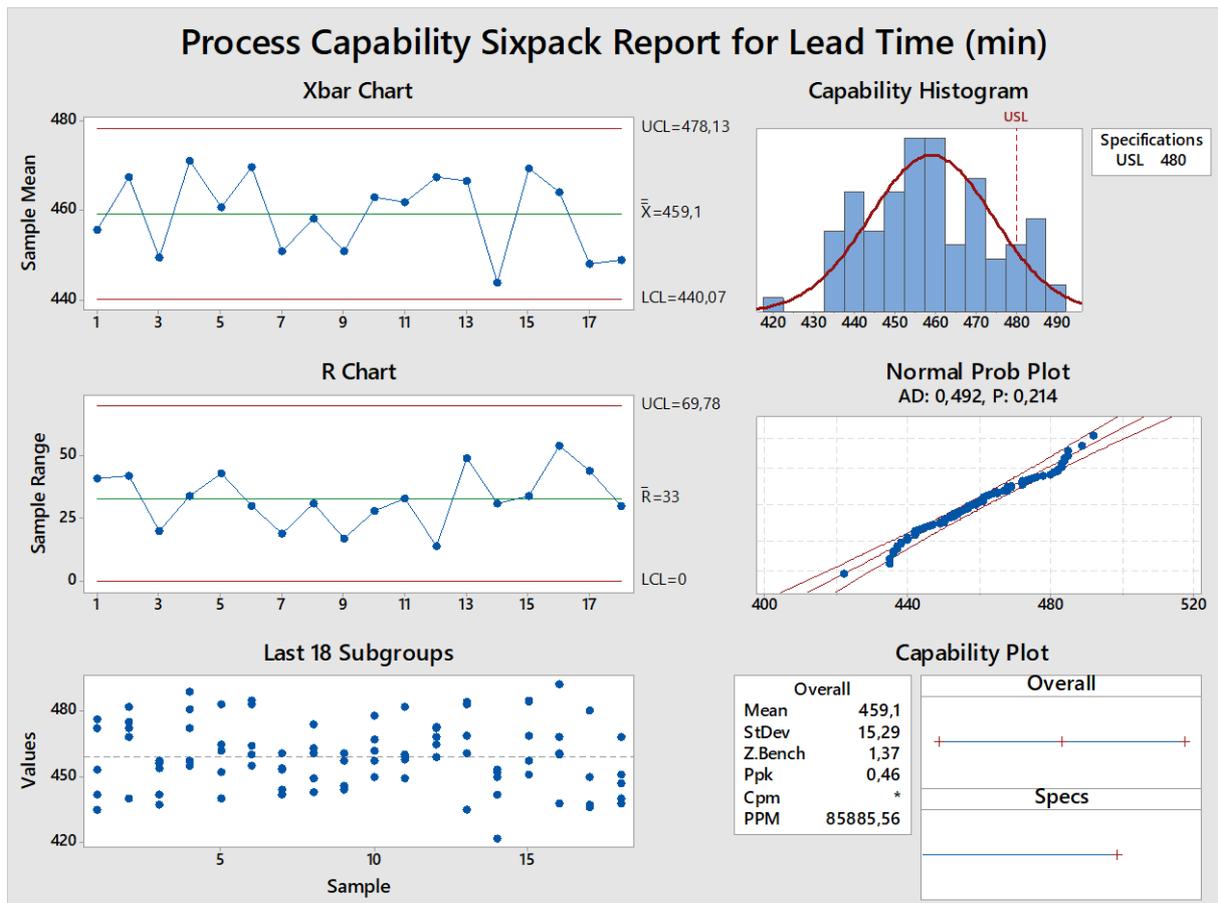
Tabela 3 – Tempos das atividades após melhorias

<i>ITEM</i>	<i>ETAPA</i>	<i>TEMPO DA ATIVIDADE (min)</i>
1	Coleta de enxoval	105
2	Filtragem pré-lavagem	35
3	Carregamento das máquinas	25
4	Lavagem (320 kg)	75
5	Lavagem de 1000kg	200
6	Descarregamento das máquinas	145
7	Centrifugação (80 kg)	20
8	Centrifugação (550 kg)	75
	* Roupas que não eram centrifugadas na máquina de 140kg	
9	Abastecimento Secadora	15
10	Secagem (aprox. 550kg)	90
11	Calandragem	155
12	Dobragem/ensacamento Enxoval	150
13	Carregamento do Caminhão	20
14	Entrega no hospital	15
<b>15 TEMPO TOTAL DE PROCESSAMENTO</b>		<b>455 min</b> <b>(~7,5 HORAS)</b>

Fonte: Aatoria Própria

Além da redução do tempo total, observa-se ainda, pela Figura 10, uma redução da amplitude média móvel de 58 minutos para 33 minutos e avanço do nível sigma para 2,87. Tais ganhos possibilitaram um DPMO de 85.885 ppm, que significa um aumento de zero para 91,5% da probabilidade de atendimento à meta de *lead time* inferior a 8 horas.

Figura 10 - Análise de capacidade após melhorias



Fonte: autoria própria

Tais medidas também tiveram impactos positivos como aumento da capacidade produtiva e reduções do tempo total de secagem, da perda de tecido por queima e do consumo do gás liquefeito de petróleo (GLP), que resultaram em um ganho financeiro anual de aproximadamente R\$ 399.000,00. Foram identificadas reduções de desperdícios como espera, retrabalho e tempos de processamento.

## 5.5 Fase de controle

A fim de garantir a eficácia das mudanças e regular possíveis desvios, foi implementado na lavanderia um sistema de controle automatizado em planilha eletrônica, com armazenamento em nuvem (*cloud computing*) e acompanhadas pela diretoria da empresa. O funcionamento geral passou a ocorrer da seguinte maneira:

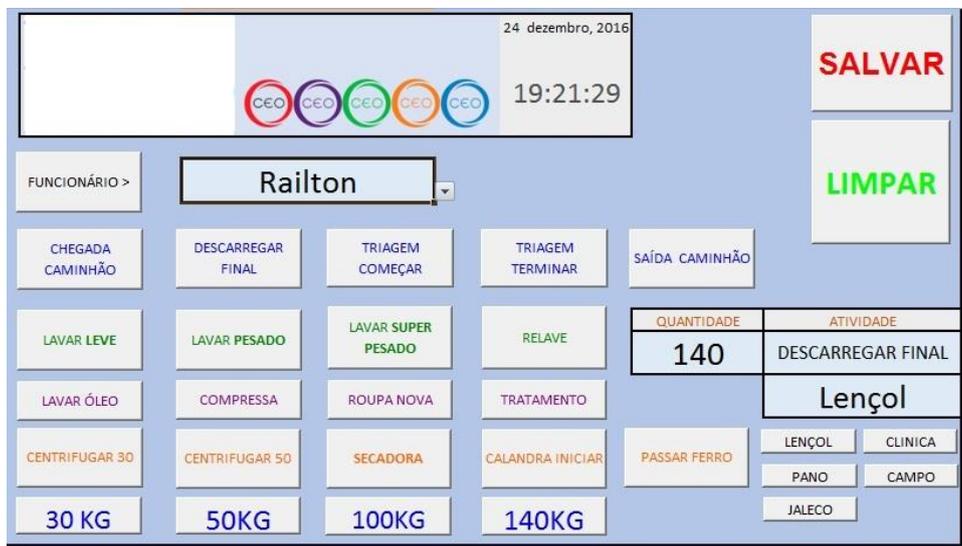
- a) O associado responsável pela atividade registrava em tempo real o início e término de cada tarefa. Por exemplo: “Caminhão com roupa suja na empresa”. O próximo associado era o responsável por registrar o início da sua tarefa. Tal medida visou

garantir que, caso houvesse algum desvio no tempo de processo, o mesmo pudesse ser analisado mais precisamente, visto que ficavam registrados o dia, a hora, a tarefa e o nome do associado responsável;

- b) A planilha ia para uma pasta compartilhada entre os gerentes, diretores e consultor. Ficou combinado que, duas vezes por dia, em horários distintos, todos deveriam analisar a planilha, entrando em contato imediatamente com o responsável da atividade caso fosse observada alguma anomalia. Essa medida teve duração de 45 dias a fim de garantir a eficácia das mudanças;
- c) Todos os associados foram treinados no novo sistema e a empresa assumiu o compromisso de acrescentar como critério de contratação conhecimento no pacote Office;
- d) Esses dados geraram gráficos no *dashboard*, que servirão para análises futuras da diretoria da empresa, de modo que se mantenha o tempo padrão requerido.

A Figura 11 mostra a capa da planilha de controle da produção, que contém a estrutura geral e dá acesso às abas onde devem ser registrados os tempos de cada atividade.

Figura 11 - Planilha de Controle da Produção



QUANTIDADE	ATIVIDADE
140	DESCARREGAR FINAL

Lençol

LENÇOL	CLINICA
PANO	CAMPO
JALECO	

Fonte: Autoria Própria

## 6. Considerações finais

Este trabalho demonstrou a aplicação de um projeto Lean Seis Sigma à produção de uma lavanderia. Foi possível evidenciar a utilização bem-sucedida do ciclo DMAIC e das

ferramentas da metodologia, com ganho financeiro de aproximadamente 399 mil reais por ano e redução do *lead time* do processo de 16 horas para 7,5 horas.

Após as melhorias implantadas, a lavanderia obteve um ganho de capacidade produtiva, além da economia de tempos de processamento, menor consumo de GLP e outros desperdícios como perda de tecido devido a queima, esperas por lotes e retrabalho.

## REFERÊNCIAS

ARIENTE, M. et al. **Marketing de convergência**: mudanças no transporte aéreo brasileiro. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO DE NEGÓCIOS, Curitiba, 2005.

ARNHEITER, E.D.; MALEYEFF, J. The integration of lean management and Six Sigma. **The TQM Magazine**, vol. 17, n. 1, p. 5 – 18, 2005.

ATMACA, E.; GIRENES, S.S. Lean Six Sigma methodology and application. **Quality and Quantity**. Vol. 47, n. 4, p. 2107-2127, 2013.

ENDLER, Kellen Dayelle et al. Lean seis sigma: uma contribuição bibliométrica dos últimos 15 anos. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 2, p. 575-605, 2016.

LEITE, D. G.; MONTESCO, R. A. E. **Aplicação do Lean Seis Sigma na melhoria de processo de uma distribuidora de GLP em Aracaju/SE**. In: Encontro Nacional de Engenharia De Produção, 36. Anais... João Pessoa, PB: outubro de 2016.

SERVIN, C. A. L.; SANTOS, L. C.; GOHR, C. F. **Aplicação da metodologia DMAIC para a redução de perdas por paradas não programadas em uma indústria moageira de trigo**. Anais...Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves-RS, 2012.

SOUZA, L. M., et al. Eficiência dos gráficos de controle xbarra, ewma e cusum. **Rev. Eletrônica Produção & Engenharia**, v. 1, n. 1, p. 81-94, 2008.

VALENÇA, Antonio Karlos Araújo. **Análise e Melhoria de Processos**: estudo de caso em uma linha de pintura eletrostática na Artline Móveis Ltda. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, SE, Aracaju, 2016.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma**: introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.

WERKEMA, C. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.