

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

ALCEDIR KADES DA ROCHA

**ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE MÁQUINAS EM AMBIENTE
EDUCACIONAL**

Caçador

Data 15 de dezembro de 2022

ALCEDIR KADES DA ROCHA

**ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE MÁQUINAS EM AMBIENTE
EDUCACIONAL**

Monografia apresentada ao
Curso de Engenharia da
Produção do Campus
Caçador do Instituto Federal
de Santa Catarina para a
obtenção do diploma de
Engenheiro de Produção

Orientador: Steffan Macali
Werner

Caçador

Data 15 de dezembro de 2022

R672a Rocha, Alcedir Kades da
Análise da disponibilidade de máquinas em ambiente educacional /
Alcedir Kades da Rocha ; orientador: Steffan Macali Werner. -- Caçador,
SC, 2022.
40 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Curso de
Engenharia de Produção.

Inclui bibliografias

1. Engenharia de produção. 2. Produção enxuta. 3. Educação. I.
Werner, Steffan Macali. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina. Curso de Engenharia de Produção. III.
Título.


CDD 658.5

ALCEDIR KADES DA ROCHA


**ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE MÁQUINAS EM AMBIENTE
EDUCACIONAL**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.


Caçador, 15 de dezembro de 2022

Documento assinado digitalmente
 STEFFAN MACALI WERNER
Data: 09/02/2023 13:53:33-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Steffan Macali Werner, Dr
Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 CARLOS HENRIQUE RADAVELLI
Data: 09/02/2023 18:27:28-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Carlos Henrique Radavelli, Dr
Instituto Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 YVES GARNARD IRIAN
Data: 09/02/2023 14:12:16-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Yves-Garnard Irian, Dr
Instituto Federal de Santa Catarina

RESUMO

As instituições de ensino profissionalizante têm como objetivo principal preparar as pessoas para atuação em empresas, formando colaboradores envolvidos com os processos, direcionando esforços aos objetivos da empresa, que sejam capazes de agregar valor ao cliente. O mercado atual é altamente competitivo, as organizações precisam estar preparadas para oferecer a seus clientes produtos que atendam as especificações, melhorando processos, que auxiliem na diminuição de desperdícios em toda cadeia produtiva, custos de produção, aumento da qualidade e atendimento aos prazos estipulados. O *Lean Manufacturing* pode auxiliar nesse processo, através das ferramentas e metodologias utilizadas, a filosofia *Lean*, que tem por objetivo minimizar os desperdícios, porém para que isso seja efetivo é necessário, além de ferramentas, preparar e desenvolver pessoas comprometidas e engajadas nesse objetivo. Esta pesquisa tem como objetivo analisar a disponibilidade de máquinas no laboratório de usinagem no curso técnico de Mecânica, em uma instituição de ensino profissionalizante. Assim busca-se oportunizar a melhoria dos processos através da utilização de ferramentas específicas ao *Lean*, buscando suprir as necessidades dos alunos da instituição e a preparação de profissionais para as empresas. Buscando, como resultado, visualizar aspectos relevantes ao desenvolvimento das atividades realizadas pelo aluno em laboratório, direcionando a compreensão do processo das aulas no contexto, oportunidades da aplicação de melhorias, agregação de valor ao fluxo produtivo e diminuição de desperdícios.

Ao realizar este trabalho, o tempo identificado durante a aula foi de 210 minutos com a distância percorrida de 120 metros, enquanto que durante o curso pudemos observar o tempo de 205 horas e 7 quilômetros de distância percorrida.

Palavras-chave: Produção Enxuta. *Lean* educacional. Educação.

ABSTRACT

Vocational education institutions have as their main objective to prepare people to work in companies, training employees involved in the processes, directing efforts to the company's goals, which are able to add value to the customer. The current market is highly competitive, organizations need to be prepared to offer their customers products that meet the specifications, improving processes, which help in reducing waste throughout the production chain, production costs, increasing quality and meeting deadlines. Lean manufacturing can assist in this process, through the tools and methodologies used, the Lean philosophy, which aims to minimize waste, but for this to be effective it is necessary, in addition to tools, to prepare and develop people committed and engaged in this objective. This research aims to collect information on the use of machine tools within the course of mechanics in the machining laboratory, with regard to improving the process of conducting classes and developing learning activities, aiming to provide opportunities for improving processes through use of specific tools to Lean Manufacturing seeking to meet the needs of students at the institution and the preparation of professionals for companies. Seeking, as a result, to visualize aspects relevant to the development of activities carried out by the student in the laboratory, directing the understanding of the classroom process in the context, opportunities for applying improvements, adding value to the production flow and reducing waste.

Keywords: Lean Manufacturing. Lean education. Education

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de atividades	23
Figura 2 – Peça realizada pelos alunos	26
Figura 3 - Layout do ambiente	26
Figura 4 - Macro Fluxo de Aprendizagem (MFA)	28
Figura 5 - Diagrama de Espaguete da movimentação do aluno	29
Figura 6 – Análise de valor agregado das atividades realizadas pelo aluno	30
Figura 7 - Mapa do estado futuro	32
Figura 8 - Layout antes das modificações	32
Figura 9 - Layout depois das modificações	33
Figura 10 - a) Diagrama de espaguete inicial; b) Diagrama de espaguete final	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulário de elementos de trabalho	17
Tabela 2 – Desperdícios no ambiente educacional	18
Tabela 3 - Distância entre os postos de trabalho	28
Tabela 4 – Cronometragem	28
Tabela 5 - Movimentação do aluno	29
Tabela 6 - Tempo e distância percorridos pelo aluno	30
Tabela 7 - Tabela tempo/ Distância percorrida no curso, situação atual/futura	33
Tabela 8 - 5W2H	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MFA Mapa de fluxo de aprendizagem

MFV Mapa de fluxo de valor

POP Procedimento operacional padrão

5W2H Ferramenta de plano de ação (o que, por que, como, onde, quando, quem, quanto)

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivo	11
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	11
1.1.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	<i>Lean Manufacturing</i>	13
2.2	<i>Lean Educacional</i>	14
2.3	Valor ao cliente.....	14
2.4	Macro fluxo de aprendizagem (MFA)	15
2.5	Diagrama de espaguete	16
2.6	Desperdícios	17
2.6.1	DESPERDÍCIOS RELACIONADOS À EDUCAÇÃO.....	17
2.7	<i>Kaizen</i>	18
2.8	Programa 5 S's.....	19
3	METODOLOGIA	21
3.1	Enquadramento metodológico.....	21
3.2	Coleta de dados	21
3.3	Etapas desenvolvidas	23
4	DIAGNÓSTICO DE SITUAÇÃO ATUAL	25
4.1	Análise da situação atual	28
4.2	Proposição do Mapa do estado Futuro	31
4.3	Plano de Implementação.....	33
5	RESULTADOS	35
5.1	Discussão.....	36
6	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A educação profissionalizante objetiva preparar profissionais para a indústria, neste contexto torna-se imprescindível a utilização de metodologias diferenciadas e a utilização de ferramentas atuais e inovadoras, que possam permitir que o aluno, ao chegar na empresa esteja preparado não somente para o trabalho, mas também esteja capacitado a utilizar conceitos e aplicações práticas que possam auxiliar na melhoria dos processos e obtenção de resultados eficazes.

O conceito de manufatura enxuta, concentra-se em estratégias de operações, processos, tecnologia, qualidade, capacidade, arranjo físico, cadeias de suprimento, estoque e planejamento de recursos nos mais variados segmentos. O setor de serviços pode ser melhorado com a aplicação da Filosofia *Lean*, dentre eles, o setor da Educação, que entre outros processos, necessita de avaliações de aprendizagem para que o docente possa acompanhar o desenvolvimento de seus alunos e otimizar as atividades realizadas durante as aulas práticas.

O mercado de trabalho competitivo da atualidade, exige metodologias que possam manter as organizações aptas à concorrência oferecida nos mais diversos ramos de atividade. Aquelas que conseguem agregar valor ao cliente na entrega do produto ou serviço se sobressaem perante as demais.

O papel das instituições de ensino profissionalizante vem de encontro a essa necessidade, oferecendo subsídios aos clientes (alunos) de crescimento profissional e capacidade competitiva e as indústrias que buscam esses profissionais, atuando como fornecedor deste produto imprescindível, a profissionalização.

Porém, muitas são as ofertas de capacitação na área metalmeccânica gerando concorrência na disputa deste mercado. Neste enfoque, prioriza atender as necessidades de seus clientes, o desempenho de seus professores e instrutores, a capacitação dos futuros profissionais no que se refere a utilização de novas metodologias e conseqüentemente suprir as demandas da indústria que busca por esses profissionais e suas capacidades. Conseqüentemente, a adaptação do *Lean Manufacturing* para a educação deve desenvolver uma cultura de eliminação de desperdícios e otimização dos processos.

Ferramentas, métodos e novas técnicas foram desenvolvidos para melhorar e

potencializar resultados junto aos clientes, dentre esses métodos a filosofia *Lean* busca preparar colaboradores para a aplicação e utilização de conceitos relacionados a tal filosofia.

O *Lean Manufacturing*, traduzido do inglês para manufatura enxuta, inicialmente conhecido como Sistema Toyota de Produção, passa a ser conhecido mundialmente, atuando através da aplicação de ferramentas de qualidade e metodologias que visam a melhoria nos processos, a diminuição dos desperdícios, a agregação de valor ao cliente e na melhoria da qualidade.

Verificando as necessidades e expectativas dos clientes, visando garantir este propósito desde a solicitação do produto, durante o processo de fabricação, até a entrega ao cliente, sendo chamado este espaço de *Lead Time*. Segundo Kosaka (2010), o termo *Lead Time* é o intervalo de tempo compreendido entre o início e o término de uma atividade.

Neste contexto, uma instituição de ensino profissionalizante situada em Caçador-SC, vem apresentando um déficit na entrega relacionada à realização das aulas práticas, devido ao tempo de utilização dos equipamentos durante as aulas. Em função disto, busca-se identificar os desperdícios no decorrer de aulas práticas em laboratório. Devido a estes desperdícios não estarem formalizados e/ou quantificados, propõe-se o uso do *Lean*, para a análise e coleta de dados para verificação, identificando propostas de melhorias no processo. Propondo possíveis mudanças nos processos da instituição, o que ofereceria benefícios aos alunos (clientes), as empresas e a comunidade, na utilização de metodologia eficaz.

1.1 Objetivo

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo analisar a disponibilidade de máquinas no laboratório de usinagem no curso técnico de Mecânica, em uma instituição de ensino profissionalizante.

1.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos.

Levantar as informações do sistema.

Mensurar a ocupação das máquinas.

Propor um plano de ação para a implementação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Apesar dos conceitos da metodologia *Lean Manufacturing* serem abordados por diversos autores, já a certo tempo, sua aplicação ainda não é muito difundida. A partir da disseminação da metodologia *Lean*, surgem variações em sua aplicação, como é o caso do *Lean Educacional* esta metodologia baseia-se na adaptação do *Lean Manufacturing* para o ambiente educacional.

2.1 *Lean Manufacturing*

Segundo Ritzman e Krajewski (2007), os conceitos de *Lean Manufacturing* são bastante utilizados atualmente, principalmente por indústrias de transformação. *Lean Manufacturing* ou apenas “*lean*” objetiva a diminuição de custos e desperdícios dentro do processo também reduzindo o prazo de entrega em todas as fases do processo. Womak e Jones (1996), apresentam os princípios do pensamento da produção enxuta sendo eles:

- Identificar valor, a partir da perspectiva do cliente;
- Mapear o fluxo de valor, alinhando a melhor sequência de atividades que criam valor, evitando os desperdícios;
- Criar o fluxo contínuo;
- Trabalhar com sistema puxado e;
- Melhoria contínua.

A partir da necessidade de aplicação em ramos diversos, além da manufatura, ALVES et al. (2014) listam algumas aplicações *Lean* em áreas específicas como educação e construção civil, demonstrando sua multidisciplinaridade. Porém, para tanto, exige a mudança de pensamento, da cultura organizacional e as pessoas que fazem parte da organização

2.2 *Lean* Educacional

A qualidade deve ser buscada desde o projeto do produto ou serviço, observando as demandas e exigências do cliente.

Os primeiros autores a usar o termo *lean* em educação foram Dahlgaard e Ostergaard (2000), como uma ampliação da abordagem da gestão pela qualidade total (BALZER, 2016). Segundo Emiliani (2005, p. 37):

” sendo um dos pioneiros do termo, o professor oriundo de áreas de gestão e técnicas que levou os princípios *lean* usados na indústria para a sala de aula. Sua experiência pioneira em um curso de pós-graduação conseguiu elevar o nível de satisfação dos alunos”.

O objetivo da utilização do *lean* na sala de aula, segundo o autor, eliminar o desperdício, melhorar a qualidade e a pertinência dos materiais do curso e entregar maior valor percebido aos alunos, por meio de expectativas mais claras, menos ambiguidade nas palestras e trabalhos, formatos padrão para trabalhos, distribuição de tarefas individuais e de equipe ao longo do semestre, e melhor gerenciamento do tempo dos alunos dentro e fora de classe (EMILIANI, 2004).

Com essas melhorias temos o aumento de percepção de valor do cliente com relação a formação oferecida.

2.3 Valor ao cliente

De acordo com Liker (2005, p. 27), a Toyota entende que “pelos olhos do cliente, você pode observar um processo e separar os passos que agregam valor dos que não o fazem. Você pode aplicar isso a qualquer processo – produção, informação ou serviço”. Assim as atividades devem ser divididas da seguinte forma:

- **Atividades que agregam valor:** Tudo aquilo que seu cliente está disposto a pagar, que agrega valor a suas necessidades.
- **incidentais:** Atividades que não agregam valor ao cliente, porém são necessárias.
- **Atividades que Não Agregam Valor:** também denominadas **desperdícios**,

são atividades que não são necessárias para as atividades que transformem o produto. A determinação deve partir do cliente observando a argumentação de Druker (2000 p. 76), quando diz que “é o cliente que determina o que será a empresa. Só o cliente, munido da disposição de pagar por determinado bem ou serviço, transforma os recursos econômicos em riqueza, coisas em bens”.

2.4 Macro fluxo de aprendizagem (MFA)

De acordo com Mendes et al. (2018), o Macro Fluxo de Aprendizagem (MFA) é uma representação gráfica quantitativa da sequência de uso dos recursos (máquinas, equipamentos, ferramentas, etc) empregados no processo de aprendizado. Essa ferramenta é uma adaptação do Mapa de Fluxo de Valor (MFV) Ferramenta usada para mapear visualmente o fluxo de materiais e/ou informações que circulam no processo. Tem como objetivo mapear desperdícios nos processos e verificar a possibilidade de melhoria de uma situação futura empregado no *Lean Manufacturing*, que é uma ferramenta que facilita a implementação dos princípios enxutos no chão-de-fábrica. Além de representar uma técnica alternativa para o mapeamento de processos, descrito por Rother e Shook (2003). Também do esforço de redução de perdas preconizado pela produção enxuta, surge o conceito de agregação de valor e, conseqüentemente, a necessidade de separar as atividades que agregam valor das atividades que não agregam valor. Com base na premissa de que o fluxo de valor é representado pelo conjunto de ações existentes no processo produtivo que (agregando valor ou não) são responsáveis por levar o produto até o cliente (ROTHER; SHOOK, 2003). Levando em consideração os mesmos componentes para confecção, tanto para MFV e MFA, como: cliente, fornecedor, fluxo de informações, fluxo de processos, dados e linha do tempo.

Sendo que ambas utilizam os mesmos elementos em sua composição, que agregam valor e as que não agregam (desperdícios), e as incidentais, tratadas no MFA que são as atividades que apesar de não agregarem valor ao cliente são necessárias. Tendo como principal diferença entre elas, que os tempos do MFV são cronometrados no chão de fábrica, já o MFA é levantado tomando por base a experiência do corpo docente que compõe a equipe *Lean*, com o mínimo de coleta de dados no ambiente educacional. A partir da utilização do MFA, podemos:

- Estimar os recursos que estão alocados além de sua capacidade;
- Determinar recursos que estão ociosos;
- Realizar balanceamento de recursos;
- Verificar tempos de preparação de máquina excessivos;
- Evidenciar carga horária prática do curso que está sendo desperdiçada.

Buscando definir as etapas de trabalho para descrição no MFV, a cada procedimento que compõem um processo é atribuído o termo Elemento de Trabalho, conforme Tabela 1:

Tabela 1 – Formulário de elementos de trabalho

Elementos de trabalho		Tempo	Valor agregado		
011	Prender peça no torno	00:00:39	A - IIII	I - IIIII	N - IIII
012	Prender ferramentas e configurar torno	00:00:53	A - IIII	I - IIIII	N - IIII
013	Facear a peça	00:02:29	A - IIIII	I - IIII	N - IIII
014	Facear segundo lado da peça	00:01:33	A - IIIII	I - IIII	N - IIII
015	Buscar ferramenta (broca de centrar)	00:01:26	A - IIII	I - IIII	N - IIIII
016	Conversa com os colegas	00:01:33	A - IIII	I - IIII	N - IIIII

Fonte: Adaptado de Mendes et al. (2018)

O elemento de trabalho é, de acordo com Silva e Coimbra (1980), a subdivisão de um ciclo ou operação de trabalho que tenha início e fim definidos, permitindo descrevê-lo e medi-lo com precisão.

2.5 Diagrama de espaguete

O Diagrama de Espaguete, de acordo com Tapping e Shuker (2010), trata-se de um diagrama de fluxo de método que utiliza diferentes linhas contínuas, delineando o caminho de um determinado processo, sendo ideal para estudar a melhor forma possível para tornar a operação mais eficiente e simplificada. Os principais objetivos da aplicação do Diagrama de Espaguete no ambiente educacional são:

- Reconhecer trajetórias percorridas pelo aluno e suas respectivas frequências;
- Estimar a distância percorrida pelo aluno num dado período de aula prática;
- Presumir tempo gasto com movimentação pelo aluno num dado período de aula prática.

2.6 Desperdícios

Ohno (1997) e Womack e Jones (1998) ressaltam que os sete tipos de desperdícios identificados no Sistema Toyota de Produção, correspondendo à: superprodução, transporte, estoque, espera, excesso de processamento, retrabalho e movimentação.

O *Lean Manufacturing* aborda os 7 desperdícios clássicos como citado acima, o desperdício de potencial intelectual é considerado um 8º desperdício, tendo como princípios norteadores a melhoria contínua e o respeito às pessoas (EMILIANI, 2005).

Estes desperdícios podem ser relacionados ao processo de educação, conforme destacado a seguir.

2.6.1 DESPERDÍCIOS RELACIONADOS À EDUCAÇÃO

Para que a aplicação do *Lean* seja eficaz em cada área de atuação é necessário a adaptação de alguns componentes, ferramentas e técnicas, desta forma no contexto do trabalho devemos delimitar que os desperdícios de superprodução e estoque não serão levados em consideração, já que não influenciam de forma direta durante o processo de ensino e aprendizagem na instituição. Segundo Mendes et al. (2018), os desperdícios podem ser observados dentro do ambiente educacional, conforme Tabela 2:

Tabela 2 – Desperdícios no ambiente educacional

Desperdício	Descrição
Espera	Dúvidas surgem durante a execução de atividades e é necessário aguardar o professor, também pausas relativas à espera de máquinas, equipamentos ou compartilhamento de ferramentas.
Excesso de processamento	Normalmente acontece por falta de experiência onde o aluno, por insegurança, executa mais processos do que necessário, em consequência aumentando o tempo de execução.
Movimentação	Arranjos físicos que dificultam o acesso a materiais entre

	outros, sendo um dos desperdícios de maior incidência.
Transporte	É a movimentação do produto, peça ou componente conforme o processo.
Retrabalho	Quando existe a necessidade de refazer determinada tarefa, porém no ambiente educacional pode acontecer pelo processo de aprendizagem, caso contrário é um desperdício.
Intelectual	Pode ser comum quando se atenta ao fato de que o aluno pode contribuir com sugestões para melhoria nos ambientes.

Fonte: Adaptado de Mendes et al. (2018)

O desperdício intelectual acontece quando a gestão não aproveita o potencial dos funcionários e setoriza rigidamente as tarefas, não permitindo que os funcionários operem em mais de uma função, por exemplo.

A capacitação do Discente relacionado ao entendimento dos desperdícios proporcionara além do ganho educacional, a capacidade de aplicar esses conceitos na sua atividade profissional futuramente.

2.7 Kaizen

O termo *kaizen* em japonês tem o significado de melhoria contínua, têm por objetivo atingir a meta de eliminar desperdício a palavra *kaizen* significa: *kai* = Mudança; e *zen* = Bom (para melhor), de melhoria contínua.

O propósito é ensinar às pessoas habilidades para trabalhar de maneira eficiente, análise e coleta de dados, resolver problemas, apresentar as melhorias e tomadas de decisões até a sua implementação.

Pensando dentro da *filosofia Lean*, é a busca pela melhoria dentro dos processos, agregando valor e diminuindo desperdícios sequencialmente. Segundo Imai (1986), uma abordagem de melhoria do desempenho, não importa se o melhoramento é pequeno ou grande, o importante é que o melhoramento de fato aconteça em períodos regulares e adequados.

Para operacionalizar o Kaizen pode-se empregar o 5W2H, ferramenta de gestão que foi desenvolvida para sanar problemas que ocorrem nos processos metodológicos das empresas. De acordo com Lucinda (2016), ela funciona como um checklist de atividades claras e definidas que devem ser realizadas em um projeto.

2.8 Programa 5 S's

O "Programa 5S" foi criado por Kaoru Ishikawa na década de 50, e tinha como objetivo estabelecer a ordem na situação gerada pela guerra após sua derrota. O Programa demonstrou ser tão eficaz quanto reorganizador das empresas e da própria economia japonesa que até hoje, é considerado o principal instrumento de gestão da qualidade e da produtividade naquele país. O "5S" é um conjunto de cinco atividades que iniciam pela letra "S", quando pronunciadas em japonês. São elas:

- SEIRI - Senso de Utilização, separar o necessário do que é desnecessário.
- SEITON - Senso de Arrumação, identificar e arrumar tudo, para que outras pessoas também possam localizar objetos, documentos etc facilmente.
- SEISO - Senso de Limpeza; manter um ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira, e aprendendo a não sujar.
- SEIKETSU - Senso de Saúde e Higiene; manter um ambiente de trabalho sempre favorável à saúde e higiene.
- SHITSUKE - Senso de Autodisciplina, criar condições favoráveis à saúde física e mental, manter boas condições sanitárias nas áreas comuns, zelar pela higiene pessoal e cuidar para que as informações e comunicados sejam claros, de fácil leitura e compreensão.

RIBEIRO (1997) afirma que o Programa pode ser implantando em qualquer instituição, ou seja, em empresas de pequeno, médio e grande porte, em escolas, em estatais e em serviços públicos. Ainda afirma que é aconselhável a prática imediata dos 5S, devido à sua simplicidade, custo baixo e de resultados imediatos.

"É aconselhável a prática imediata dos 5S devido à sua simplicidade; à capacidade de atingir rapidamente todos os níveis da organização; de produzir resultados de curto, médio e longos prazos; de independer do grau de instrução das pessoas e formar uma base comportamental para a implantação de outros programas." (RIBEIRO,1997, p.32)

Maximiano (2000) cita o Sistema Toyota de Produção, conhecido no mundo inteiro, que vem evoluindo desde os anos de 1950, sendo usado como modelo de organização e limpeza por inúmeras empresas e é a semente do modelo japonês de

administração, baseia-se não somente nos especialistas da qualidade, mas principalmente nas técnicas de Henry Ford e Frederick Taylor.

O Programa “5S”, concentra-se na organização do local e a padronização dos processos de trabalho, de maneira mais eficaz, resultando em uma grande mudança na organização, concentra-se também em promover disciplina nas empresas por meio da conscientização das pessoas que interagem com ela, tanto internamente quanto externamente, fazendo com que se comprometam e se conscientizem, evitando desperdício, reduzindo custos e aumentando a produtividade. O “5S” tem como objetivo a valorização do indivíduo; promover a alteração no comportamento de cada pessoa, ou seja, fazer com que tenha consciência do que é certo e errado para o seu ambiente de trabalho, reduzir custos, melhorar as relações humanas eliminando atividades que não agreguem valores pessoais e profissionais, trabalhar com mais segurança fazendo com que se obtenha maior eficiência da qualidade.

3 METODOLOGIA

Este trabalho tem como objeto de estudo a disponibilidade de máquinas, utilizando o *Lean Manufacturing* em Instituição de ensino, que atua em cursos de aprendizagem industrial, cursos técnicos, cursos de aperfeiçoamento e qualificação profissional. Analisando como referência o de curso técnico em mecânica.

Através das ferramentas de manufatura enxuta, adaptadas ao ambiente de educação, coletar informações através de formulário individual do aluno, determinando tempo e período de observação, bem como as atividades que irão compor o formulário para preenchimento. A partir da coleta destas informações ocorre a análise.

3.1 Enquadramento metodológico

A pesquisa é abordada de forma quantitativa, através da observação dos processos e do preenchimento de formulários de coleta de dados. Sendo o ambiente natural utilizado como fonte direta para coleta de dados e o pesquisador como instrumento chave (SILVA; MENEZES, 2001). A pesquisa a ser realizada é aplicada, que busca criar conhecimentos para aplicação prática a fim de solucionar problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2001). Os objetivos são predominantemente exploratórios mostrando em detalhes estrutura metodológica e aplicação da mesma.

3.2 Coleta de dados

A coleta acontecerá por meio do acompanhamento em aulas práticas no laboratório de usinagem, com discentes do curso técnico em mecânica, para levantamento preliminar dos desperdícios. A análise estatística é aplicada por meio da aplicação de formulário em etapas:

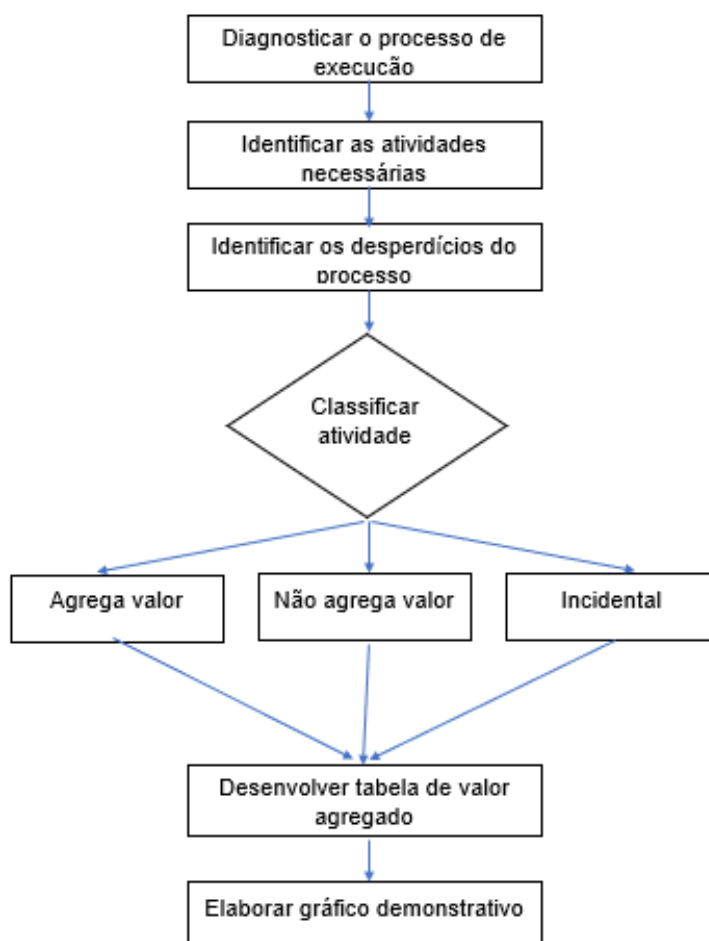
- **Seleção da amostra a ser analisada:** Identificar a turma e alunos para acompanhamento;
- **Definição de frequência e período:** A frequência define a quantidade de observações em determinado tempo e o período delimita-se normalmente ao tempo da aula.

- **Definição de atividades para compor o formulário:** Composto pelas atividades básicas executadas: Atividades realizadas pelos alunos como o trabalho, busca de material ou ferramenta, movimentação de peças entre bancada e máquina, espera por máquina, equipamento ou instrutor, limpeza e retrabalho.
- **Preenchimento do formulário:** O preenchimento das informações constantes no formulário de identificação.
- **Análise a coleta de dados:** Na sequência realizar a análise dos resultados, identificando os dados e informações obtidas.
- **Elaboração do mapa do estado atual:** A partir das informações obtidas, gerar um mapa das condições atuais.
- **Analisar os problemas:** Após geração de mapa de estado atual, analisar problemas identificados.
- **Propor um mapa do estado futuro:** Gerar mapa de proposição de estado futuro.
- **Propor um plano de implementação:** Proposição de plano de ação para implementação de melhorias.

3.3 Etapas desenvolvidas

Para desenvolver este trabalho, as etapas necessárias foram estruturadas em um fluxograma com a sequência das atividades, conforme figura 1:

Figura 1- Fluxograma de atividades.



Fonte: O autor (2022)

Para alcançar o objetivo de pesquisa, inicialmente buscou-se diagnosticar o processo em execução. Identificando as atividades necessárias para o ensino dos alunos.

A partir disso, o cotidiano das atividades realizadas pelos alunos do curso técnico de mecânica no laboratório de usinagem será observado, buscando-se identificar os desperdícios que acontecem durante o processo de atividades práticas, caracterizando o que agrega, não agrega e as incidentais”.

Na sequência, o *layout* da oficina mecânica será analisado, e as movimentações registradas para a elaboração de um Diagrama de Espaguete.

Desta forma é relevante o levantamento dos tempos e distâncias percorridas pelos alunos, devendo ser realizadas as medições em metros e minutos, descritas através de elaboração de tabela para essa finalidade, por meio de cronoanálise.

Assim, elabora-se a tabela que demonstra a análise do valor agregado realizado pelo aluno, com posterior construção de gráfico para demonstração.

Com a elaboração de tabelas comparativas e gráficos, pode-se elaborar o macro fluxo de aprendizagem (MFA).

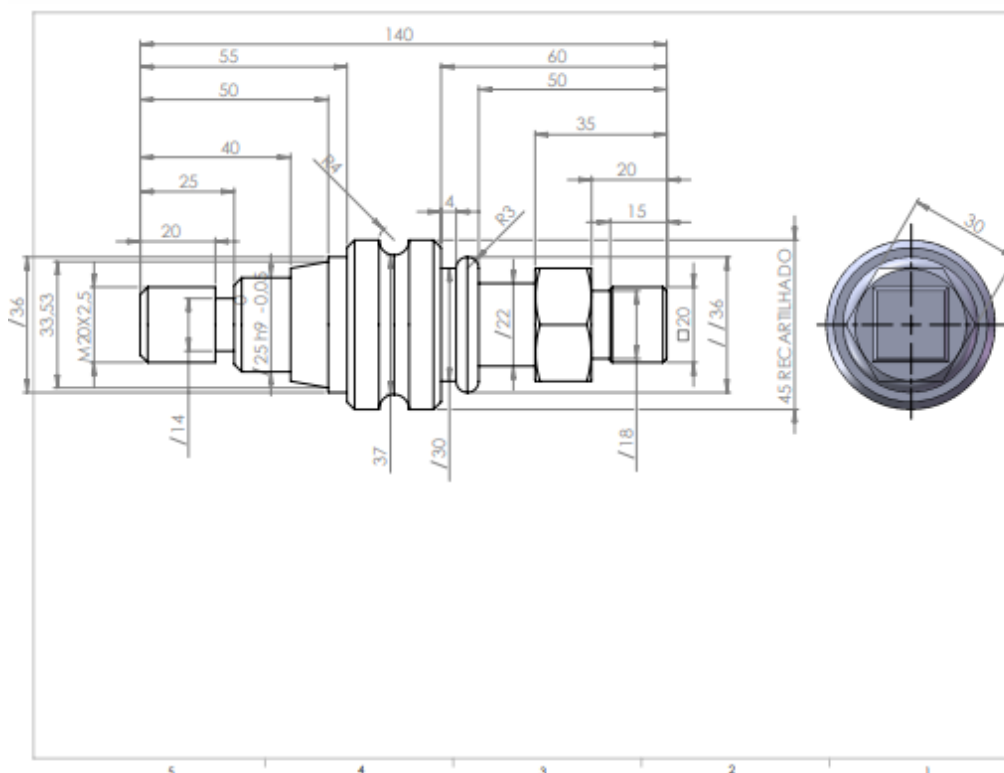
4 DIAGNÓSTICO DE SITUAÇÃO ATUAL

Antes de propor soluções para uma determinada situação, necessitamos diagnosticar como ela realmente está ocorrendo para compreendermos seus problemas e suas interações. Desta forma, para a compreensão do ambiente de ensino, inicialmente elaborou-se um mapa do estado atual.

Para tanto, inicialmente, buscou-se observar o cotidiano das atividades realizadas pelos alunos do curso técnico de mecânica no laboratório de usinagem. Para assim, identificar os desperdícios que acontecem durante o processo de usinagem nas atividades práticas, classificando os processos em agrega, não agrega e incidentais”.

Desta forma, o processo selecionado corresponde às etapas de usinagem de uma peça. Este processo ocorre na disciplina Fundamentos da Usinagem, em um curso profissionalizante com carga horária de 205 horas. A peça desenvolvida pelos alunos contempla diferentes atividades de ajustagem, torneamento e fresagem, conforme figura 2:

Figura 2 - Peça realizada pelos alunos



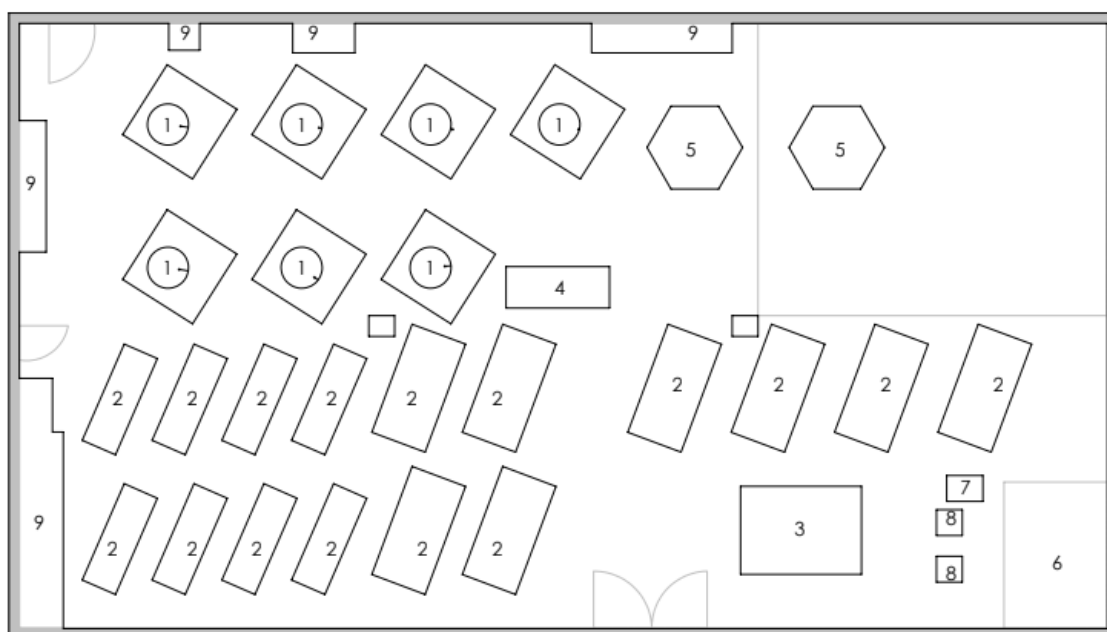
Fonte: O autor (2022)

Para a realização da peça, inicialmente realiza-se o processo de preparação

na bancada, na sequência a peça passa pelo torno, furadeira, fresa e é finalizado na retífica, estas etapas são previamente definidas e apresentadas aos discentes.

Após a identificação da sequência de atividades, o *layout* da oficina mecânica foi analisado. Para tanto, inicialmente foi identificado o layout, conforme figura 3:

Figura 3 - Layout do ambiente



- 1 - Fresadoras
- 2 - Tornos
- 3 - Eletro-erosão
- 4 - Retífica
- 5 - Mesa Sextavada
- 6 - Almoarifado
- 7 - Furadeira
- 8 - Moto Esmeril
- 9 - Armários

Fonte: O autor (2022)

Na sequência, as distâncias entre os postos de trabalho são demonstradas por meio da Tabela 3:

Tabela 3 - Distância entre os postos de trabalho

Postos de trabalho	Distância
Fresadora – Torno	11 m
Torno – Armário de ferramentas (6)	15 m
Fresadora – Bancada	16 m
Bancada – Esmeril	17 m
Torno – Bancada	16 m
Bancada – Armário de ferramentas (6)	13 m
Torno (1) – Torno (2)	6 m

Fonte: O autor (2022)

Adicionalmente, foram levantados os tempos necessários para percorrer a distância pelos alunos, sendo descritas através da elaboração de tabela para essa finalidade, através de cronoanálise utilizando a cronometragem com técnica de avaliação de ritmo de trabalho, a coleta foi realizada com dois alunos, onde cada um usinou uma peça conforme projeto determinado.

As demonstrações dos dados levantados com a cronometragem podem ser verificadas conforme informações da Tabela 4:

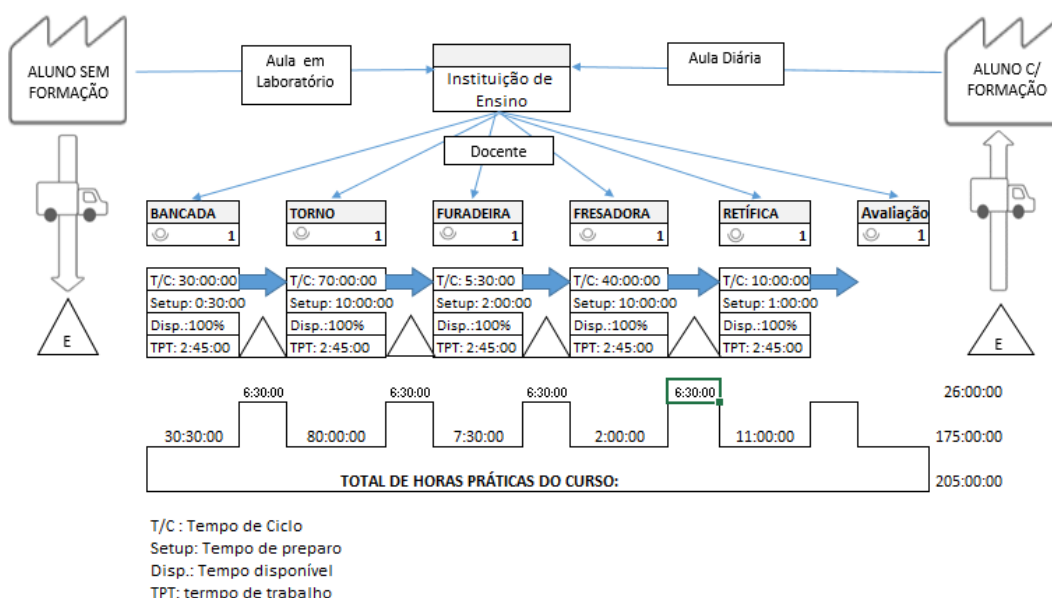
Tabela 4 - Cronometragem

Aluno	Deslocamento	Tempo
Aluno 1	600 m	203 min
Aluno 2	620 m	210 min
Média	610 m	207 min

Fonte: O autor (2022)

Com base nas informações levantadas elaborou-se o mapeamento de fluxo de valor referente as atividades realizadas ao longo do ensino, denominado macro fluxo de aprendizagem (MFA), conforme Figura 4:

Figura 4 - Macro Fluxo de Aprendizagem (MFA)



Fonte: O autor (2022)

Quanto à classificação das atividades, executadas pelo aluno nas aulas práticas, uma vez formalizadas estas atividades, pode-se definir as tarefas que agregam, não agregam valor e as incidentais, devendo todas serem identificadas

quantitativamente.

4.1 Análise da situação atual

Por meio da observação da movimentação do aluno foi possível a elaboração de tabela de movimentação do aluno e posteriormente um diagrama de espaguete foi desenhado, demonstrando a movimentação em relação as máquinas utilizadas pelo aluno e células de trabalho.

Coleta dos dados de movimentação e utilização das máquinas, demonstrando a movimentação do aluno, conforme Tabela 5:

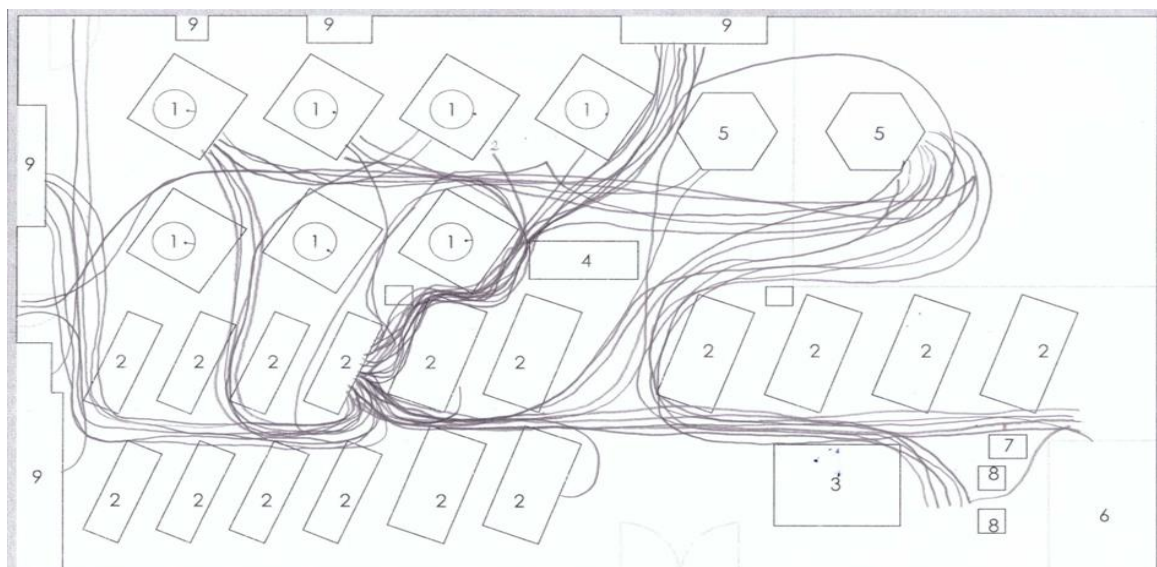
Tabela 5 - Movimentação do aluno

Número	Equipamento	01	02	03	04	05	06	07	08	09
		Fresadora	Torno	CNC	Armário	Bancada	Depósito de ferramentas	Furadeira	Esmeril	Armário ferramenta
01	Fresadora	-	11	18	-	16	-	-	-	-
02	Torno	8	6	12	-	16	16	14	-	15
03	CNC	18	12	-	-	-	-	-	-	-
04	Armário	-	10	-	-	-	-	-	-	-
05	Bancada	-	15	-	-	-	-	-	17	13
06	Armário de ferramentas	-	16	-	-	-	-	-	-	-
07	Furadeira	-	14	-	-	-	-	-	-	-
08	Esmeril	-	-	-	-	17	-	-	-	-
09	Armário de ferramentas	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: O autor (2022)

Buscando a sequência de movimentação conforme numeração descritiva representado na Figura 5:

Figura 5 - Diagrama de Espaguete da movimentação do aluno



Fonte: O autor (2022)

Os resultados referem-se as atividades de um aluno ao utilizar um torno e o deslocamento necessário para buscar as ferramentas e suprimentos (almotolia) para realizar a usinagem nas peças.

Desta forma é importante o levantamento dos tempos e distâncias percorridas pelo aluno conforme descrito na Tabela 6:

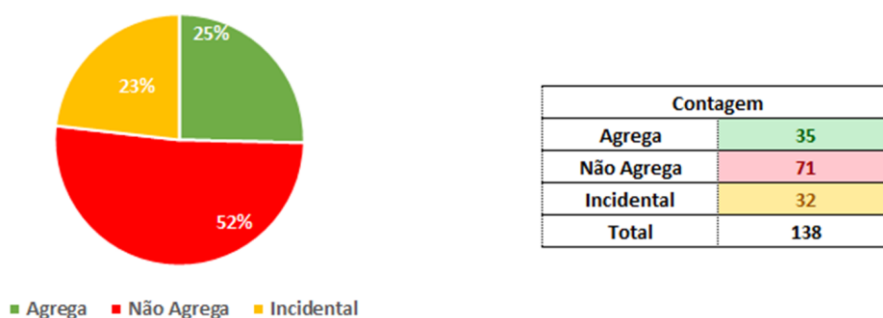
Tabela 6 - Tempo e distância percorridos pelo aluno

	Durante a aula	Durante o curso
Distância	610 m	244.000 m
Tempo	207 min	84.000 min

Fonte: O autor (2022)

Quanto à classificação das atividades executadas pelo aluno nas aulas práticas refere-se à movimentação, após a observação da tabela que demonstra a análise do valor agregado realizado pelo aluno e posterior elaboração de gráfico, conforme demonstração na figura 6:

Figura 6 – Análise de valor agregado das atividades realizadas pelo aluno



Fonte: O autor (2022)

Após análise da figura 6, os efeitos foram elencados sendo:

- Durante as atividades práticas o aluno perde tempo para encontrar instrumentos, ferramentas e materiais, devido à distância dos armários do posto de trabalho.
- Foi identificado 28:42 minutos de desperdício, equivalente a 28,5% de atividades que não agregam, como meta, a diminuição para 8 minutos, tornando o valor como incidental.

As identificações desses efeitos surgem a partir de possíveis causas:

- Procedimento operacional padrão (POP) inexistente;
- Layout inadequado, os processos de usinagem (Fresamento e torneamento) estão separados, para usinar as peças, faz-se necessário a utilização de torno (peças cilíndricas) e fresa (peças planas), ocasionando deslocamento do aluno;
- Quantidade de ferramentas e equipamentos insuficiente;
- Falta de organização e padronização de material nos armários;
- Indisponibilidade de ferramentas de medição (paquímetro);
- Indisponibilidade de insumos utilizados durante as operações (Almotolia);
- Falta de conscientização e cultura *Lean* (Professores e alunos);
- Falta de organização: Layout e organização de armários inadequados.

4.2 Proposição do Mapa do estado Futuro

Uma vez identificados os problemas no sistema atual, um mapa do estado futuro é proposto considerando os conceitos da abordagem *Lean Manufacturing* com foco na melhoria dos processos.

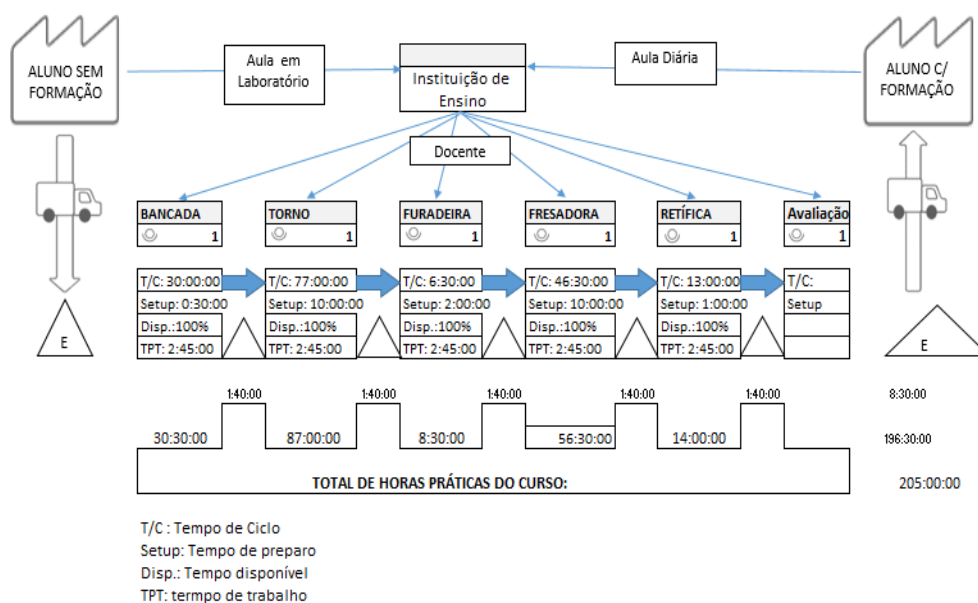
Desta forma, as soluções propostas foram direcionadas para sanar os problemas identificados durante o processo. A reorganização do ambiente por meio do sistema de célula de manufatura, reduzindo assim o desperdício com movimentação excessiva e facilitar o acesso a ferramentas, suportes e cabeçotes recambiáveis.

Através da implantação do Programa 5's espera - se melhorar a organização e agilidade nos processos.

Para continuidade do processo de melhoria, sugere-se acompanhamento com *feedbacks* com alunos e Docentes para avaliar a efetividade do planejamento com o realizado.

Condensando essas propostas, elaborou-se o Mapa do Estado Futuro, conforme figura 7:

Figura 7 - Mapa do estado futuro



Fonte: O autor (2022)

Com as melhorias implantadas, podemos ter como benefício os tempos e deslocamento minimizados.

Desta forma, as soluções propostas foram direcionadas para sanar os problemas identificados, através da alteração do *layout* atual para um *layout* celular, espera-se a redução do deslocamento, desta forma concentrando as máquinas operatrizes necessárias para execução das operações, a busca de ferramental pode-se ser reduzida com a confecção de painéis dispostos em cada máquina com as ferramentas necessárias para cada processo (alinhamento, aferição e medição), conforme figuras 8 e 9 que demonstram antes e depois das modificações:

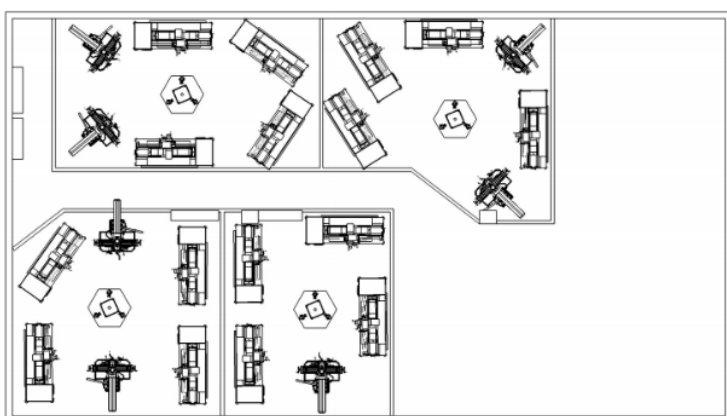
Figura 8 - Layout antes das modificações



Fonte: O autor (2022)

Com a realização de modificações em busca de melhorias, apresenta-se proposta de alterações conforme tabela 8:

Figura 9 - Layout depois das modificações



Fonte: O autor (2022)

Pode-se observar a diminuição de deslocamento e movimentação dos alunos, desta forma a elaboração de tabela complementar para representação, com as

modificações propostas espera-se a redução da movimentação dos alunos, conseqüentemente o tempo gasto para movimentação será reduzido ampliando o tempo de operação de máquinas conforme tabela 7:

Tabela 7 - Tabela tempo/ Distância percorrida no curso, situação atual/futura

Todo o curso	Atual	Futura
Distância	36 Km	7 Km
Tempo	205 h	205 h
Durante aula	Atual	Futura
Distância	610 m	120m
Tempo	210 min	210 min

Fonte: O autor (2022)

Pode-se observar o aumento da produtividade durante as aulas. Buscando identificar resultados a partir do mapa de estado futuro percebe-se a diminuição do deslocamento. Para alcançar estes resultados esperados, um plano de implementação é proposto.

4.3 Plano de Implementação

Para alcançar o Mapa do Estado Futuro, um plano de ação e implementação foi elaborado baseado na estrutura de um 5W2H. Assim, buscando direcionar as ações de forma estruturada e organizada definindo as ações que serão realizadas com descritivo detalhado, através do questionamento sobre o que deve ser feito, por que deve ser feito, como deve ser feito, onde deve ser feito, quem são os responsáveis, quando será feito e quanto custa. Conforme Tabela 8:

Tabela 8 - 5W2H

O QUE	POR QUE	COMO	QUANDO	QUEM	ONDE	QUANTO
Revisão de layout	Diminuir movimentação	Implantação Sistema de célula de manufatura	01/01/2022	Docentes e discentes	Laboratório de eletromecânica	
Reposicionamento de ferramentas	Agilizar a utilização e manejo	Adquirir suportes e cabeçotes recambiáveis	02/01/2022	Docentes e discentes	Laboratório de eletromecânica	R\$ 10.000,00
Implantação de Programa 5 S's	Melhorar o ambiente de trabalho	Implantação de metodologia do programa	15/01/2022	Docentes e discentes	Laboratório de eletromecânica	
Planejamento e padronização	Organização do material utilizado	Através de <i>Check list</i> de material de aula	20/01/2022	Docentes e discentes	Laboratório de eletromecânica	
Kaizen	Continuidade na melhoria dos processos	Desenvolvimento de melhoria contínua nos processos	28/01/2022	Docentes e discentes	Laboratório de eletromecânica	

Fonte: O autor (2022)

Algumas ações não representam valor pelo fato de serem atividades realizadas pelo desenvolvedor do projeto, não gerando custos para esta implantação.

5 RESULTADOS

A primeira atividade realizada corresponde à ação de revisão de novo *layout*, aproximando os processos produtivos de forma análoga à uma célula de manufatura, tendo como resultado a diminuição da movimentação. Na sequência um reposicionamento de ferramentas através da obtenção de suportes e cabeçotes recambiáveis, apresentando como resultado agilização a utilização e manejo das ferramentas.

Posteriormente acontece a implantação do programa 5 S's, adquirindo melhoria no ambiente de trabalho.

A próxima atividade é o planejamento e padronização através de *check list* de material de aula, buscando a organização do material utilizado.

Próximo passo a ser realizado é o Kaizen, em busca da melhoria contínua dos processos. Sendo todas as atividades realizadas pelos docentes e discentes, durante o mês de janeiro de 2022 conforme descrição no plano de ação 5W2H.

Em relação à implantação do novo layout do planejamento conforme 5W2H, foi realizada a reorganização em 01/2022, contando com revisão do layout visando a diminuição da movimentação dos alunos com a implementação de sistema de célula de manufatura, conforme figura 10:

Figura 10 - a) Antes da implementação; b) Após a implementação

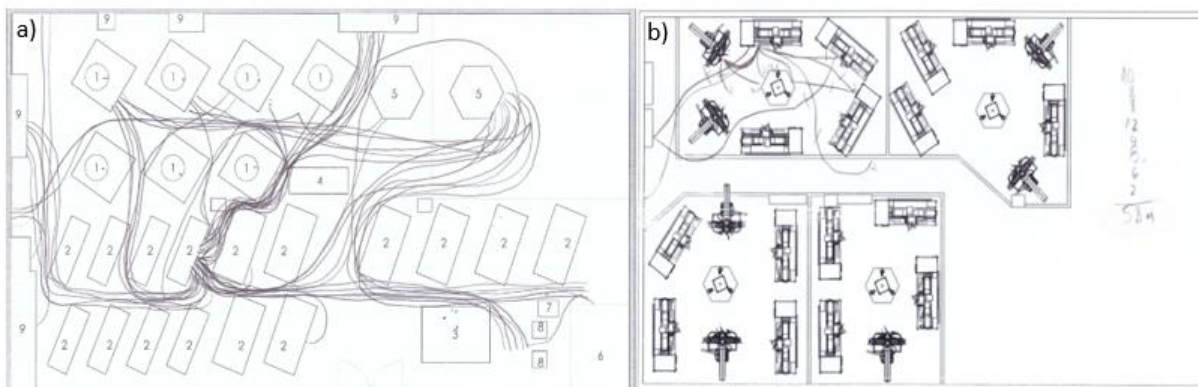


Fonte: O autor (2022)

Após alteração do layout, realizou-se novamente as medições utilizando os formulários para verificação da efetividade das alterações e procedimentos adotados, constatou-se uma melhoria significativa no tempo de utilização dos equipamentos.

No diagrama de espaguete é possível verificar a redução na movimentação do aluno, gerando assim maior utilização do equipamento, conforme figura 10:

Figura 10 - a) Diagrama de espaguete inicial; b) Diagrama de espaguete final



Fonte: O autor (2022)

5.1 Discussão

Os resultados foram alcançados conforme planejamento, a partir do desenvolvimento das ações, desde a identificação das necessidades, levantamento e coleta de dados até a implementação das ações.

Observando as necessidades de implantação de melhoria no processo de ensino durante as aulas, partimos da análise do desempenho dos alunos verificando formas de desperdícios ocorridos durante as aulas.

A coleta e análise de dados demonstrou resultados claros da necessidade de melhoria e com isso o desenvolvimento de plano de ação determinando os pontos a serem trabalhados e os valores identificados confirmam a necessidade.

O plano de ação de melhoria consistiu em estratégias que possibilitam a melhor utilização do tempo de aula a partir da diminuição do desperdício de movimentação com a implementação de ação de revisão e alteração de layout no ambiente através de sistema de células de manufatura, o reposicionamento das ferramentas contribuiu para a agilizar a utilização e manejo, a implantação de programa 5 S's possibilitou a melhoria do ambiente de trabalho, o planejamento e padronização disponibilizou a organização de materiais e o kaizen foi aplicado estabelecendo a melhoria contínua.

A aplicação dessas práticas apresentou-se eficaz na melhoria do processo e diminuição de desperdícios identificados, sua aplicação foi vista pelos docentes e discentes como importante para identificação e melhoria nos processos de ensino aprendizagem.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar a disponibilidade de máquinas no laboratório de usinagem no curso técnico de Mecânica, em uma instituição de ensino profissionalizante, onde constatou-se uma melhoria significativa no tempo de utilização após as alterações realizadas no laboratório.

A análise do contexto surgiu através de coletas de dados e *feedback* dos Docentes e Discentes envolvidos no processo.

Após a análise, foi proposto um Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro, buscando apresentar as melhorias com as proposições sugeridas.

Com base no plano de implementação, organizou-se os equipamentos em célula, e esta alteração do *layout*, proporcionou a diminuição do deslocamento e tempo de setup.

Este trabalho contribuiu para ampliar o conhecimento sobre gestão de processos, bem como a importância da análise de *layout* em um sistema produtivo.

A Instituição de ensino obteve ganhos com relação a percepção de valor do cliente, que com mais horas de aula prática em seu currículo, possibilita o maior preparo para o mercado de trabalho.

Observa-se como limitação, apenas a mudança de layout interna do laboratório, não sendo possível ampliar para demais áreas da instituição neste momento.

Com os ganhos alcançados, recomenda-se a análise e implantação destas técnicas em outras entidades de formação, levando-se em conta que o maior custo poderá ser o ajuste da parte elétrica para o novo layout, que deverá ser verificado caso a caso.

REFERÊNCIAS

ALVES, Anabela Carvalho et al. **The Lean Production multidisciplinary: from operations to education**. In: 7th International Conference on Production Research/ Americas. 2014.

AKAO, Y.; **Introdução ao desdobramento da qualidade**, Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, MG. 1996.

ARAUJO, Juliano Bezerra de. **Desenvolvimento de método de avaliação de desempenho de processos de manufatura considerando parâmetros de sustentabilidade**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2006.

BALZER, W. K.; FRANCIS, D. E.; KREHBIEL, T. C; and SHEA, N. **A review and perspective on Lean in higher education"**, Quality Assurance in Education, Vol. 24 Issue: 4, pg.442-462, 2016.

CAVICCHIOLI, G. de Programa 5S e Excelência em Atendimento. São Paulo: Associação dos Registradores de Pessoas Naturais do Estado de São Paulo, 2010.

DAHLGAARD, J.J. and OSTERGAARD, P. **"TQM and lean thinking in higher education"**, in China, M. (Ed.), The best of quality, vol. 11, Milwaukee, WI, Quality Press, American Society for Quality, pg. 203 - 226, 2000.

DRUCKER, Peter F. Administrando em Tempos de Grandes Mudanças. São Paulo. Pioneira, 2000.

EMILIANI, M.L. **Improving business school courses by applying lean principles and practices**, Quality Assurance in Education, Vol. 12 Issue: 4, pp.175-187, 2004.

EMILIANI, M.L. **Using kaizen to improve graduate business school degree programs"**, Quality Assurance in Education, Vol. 13 Issue: 1, pp.37-52, 2005.

IMAI, Masaaki. Kaizen: **A Chave para o Sucesso Competitivo do Japão**.

1986.

KOSAKA, Gilberto. **Lead Time**. 2010. Disponível em:
<https://www.lean.org.br/artigos/384/lead-time.aspx>. Acesso em: 25 abr. 2021.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman Editora, p.p.27-36, 2005.

Lean Institute Brasil, **O que é o 5S?** Disponível em:
<https://www.lean.org.br/conceitos/21/o-que-e-o-cincoss.aspx>. Acesso em 22/11/2022

MAXIMIANO, A.C A. de Teoria Geral da Administração. 2ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

MENDES, MARCOS N. J. M.; SANTOS, Ricardo A.; QUERINO, Thiago F. Q. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional. **Guia para implantação da metodologia lean educacional nas Escolas SENAI / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial**. Departamento Nacional, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de Minas Gerais. – Brasília: SENAI/DN, 2018.

OHNO, Taiichi **O Sistema Toyota de Produção**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, pg.149, 1997.

RITZMAN, Larry P. e KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da Produção e Operações**. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2004.

RIBEIRO, H. de. **5S Barreiras e Soluções**. Salvador: Casa da Qualidade, pg.32, 1997.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SILVASILVA, L. S.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração**

de dissertação. Manual de orientação. Florianópolis, 2001. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/2367267/DA-SILVA-MENEZES-2001-Metodologia-da-pesquisa-e-elaboracao-de-dissertacao>> Acesso em: 14 de out. 2020.

SILVA, A.V.; COIMBRA, R.R.C. Manual de Tempos e Métodos: Princípios e técnicas do estudo de tempos. Editora Hemus, 1980.

SHOOK, John; MARCHWINSKI, Chet. **Léxico Lean – Glossário Ilustrado para Praticantes do Pensamento Lean.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009.

SOBEK II, D.K.; JIMMERSON C. **Relatório A3: ferramenta para melhorias de processos.** 2006. Acesso em 03/01/19.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Lean Office: Gerenciamento do Fluxo de Valor para Áreas Administrativas - 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas.** São Paulo: Leopardo Editora, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.
WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. A Mentalidade enxuta nas empresas. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean thinking: danish waste and create wealth in your corporation, **New York, Simon & Schuster, 1996.**