



REVISTA Gestão & Produção

INCENTIVANDO SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS
DISSEMINANDO CONHECIMENTO



ISSN 2594-7281

Vol. 05 (Nº 01) Ano 2022. Págs. 02-13

PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT: ADAPTAÇÃO E BALANCEAMENTO EM CÉLULA DE MANUFATURA FLEXÍVEL

PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT: ADAPTAÇÃO E BALANCEAMENTO EM CÉLULA DE MANUFATURA FLEXÍVEL

Lucas de Ramos LIMA¹, Renan da SILVA¹, Telmo SIQUEIRA¹, Thiago FERNANDES¹, Ana Carolina Braga KODUM¹ e Sebastiam Johann Batista PERINI¹.

¹Faculdade de Tecnologia SENAI Joinville, Rua Arno Waldemar Döhler, 957 – Santo Antônio - 89219-510, Joinville

Recebido: xx/xx/xxxx – Aprovado: xx/xx/xxxx.

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar a análise de uma célula de manufatura flexível localizada na Faculdade Senai de Joinville, onde foram identificadas oportunidades de melhoria. Estas, quando aplicadas através da filosofia Kaizen, apresentaram resultados satisfatórios referente ao espaço da célula, refletindo na produtividade da linha de produção. Com tais aplicações de melhoria foi possível reduzir o layout da célula em 58% e o aumento da capacidade diária de produção em 53,1%.

Palavras-chave: Otimização, Manufatura Flexível, Automação, KAIZEN, Melhoria Contínua.

ABSTRACT

This article aims to present the analysis of a flexible manufacturing cell located at Faculdade Senai de Joinville, where opportunities for improvement were identified. These, when applied through the Kaizen philosophy, presented satisfactory results regarding the cell space, reflecting on the productivity of the production line. With such improvement applications, it was possible to reduce cell layout by 58% and increase daily production capacity by 53.1%.

Keywords: Optimization, Flexible Manufacturing, Automation, KAIZEN, Continuous Improvement.

1. INTRODUÇÃO

Este documento está escrito de acordo com o modelo indicado para os artigos, assim, serve de referência, ao mesmo tempo em que comenta os diversos aspectos da formatação. Houve pequenas modificações em seu formato, portanto sugere-se sua leitura atenta. O artigo deve ter, no mínimo 08 páginas e no máximo 15 páginas, incluindo tabelas, quadros e figuras.

Quando mencionada primordialmente, a automação era vista como algo difícil de se aplicar, onde dividia-se opiniões sobre o assunto, pois muitos consideravam algo negativo por conta da substituição de mão de obra e outros se dedicavam à evolução desta tecnologia. Independente da opinião quanto ao assunto, é fato que hoje ela está presente em basicamente todos os meios de produção industrial, mas tal tecnologia não se restringe apenas ao setor industrial, mas também nas áreas de programação e elétrica.

Dito isto, é perceptível como está avançando este conceito, onde é evidente a expansão de células de manufatura flexível (FMS) no mercado. Segundo Gevard et al. (2009), a indústria sempre visou o lucro como prioridade máxima, ou seja, a maior quantidade de peças produzidas e os menores tempos e custos de produção possíveis. Tais fatores, resultam em investimentos de grandes empresários nas áreas que englobam a automação, o que resulta em uma enorme evolução da mesma.

Relacionando a indústria e suas necessidades, conclui-se que através da afirmação de Borenstein e Becker (1992) que as células de FMS são uma ótima solução para tais problemas, pois, de acordo com eles, a FMS pode ser considerada como um sistema de produção automatizado em lotes. Isso resulta na substituição de tarefas manuais tradicionalmente executadas por humanos, por operações automatizadas executadas por robôs, o que significa não apenas uma maior velocidade de produção, mas uma enorme facilidade na padronização de fatores que estão diretamente ligados a produtividade da célula, lead-time, work-in-process, e afins.

Observa-se que tamanha relevância a indústria tem sob a ideia de evolução da automação de forma geral é justificável o estudo deste artigo, no qual buscou analisar de maneira íntegra a célula de manufatura flexível disponível no laboratório de automação da Faculdade Senai. As melhorias sugeridas têm como objetivo uma soma de resultados obtidos, pois, não apenas sugere-se uma alteração de layout, mas tendo a ideia de obter-se uma célula totalmente balanceada com o máximo de aproveitamento.

Adiante algumas melhorias: alterar o espaço geográfico considerando uma redução física da célula, posicionando o robô que abastece a célula FMS próximo ao centro de usinagem; reduzir os movimentos desnecessários da fresadora e robô; substituir a esteira por uma bancada automatizada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo serão mencionados os resultados das buscas referente aos temas: Lean Manufacturing (LM) e Kaizen.

2.1. Lean Manufacturing

Na década de 1950 nasce um sistema de produção que foi desenvolvido e aprimorado pela empresa Toyota, pelos engenheiros Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, com os efeitos relacionados ao pós-guerra, foi criado um sistema que tomou como alicerce o Just in Time e o Jidoka (LIKER; ROSS, 2018). Através do objetivo de atender as exigências e necessidade do cliente e fazer mais com menos, buscando a redução do tempo de execução, espaço, força humana, máquinas e material (DENNIS, 2008).

Nesta nova temática os autores J. Womack e D. Jones descreve o LM em cinco tópicos: valor, cadeia de valor, fluxo da cadeia de valor, produção puxada e busca da perfeição (RODRIGUES, 2016).

Abordando o tema que relaciona perdas ou desperdícios, Pansonato (2020) diz que as atividades que não agregam ao resultado que o cliente busca, são classificadas como perdas ou desperdícios e com tratativas necessitam de redução imediata e/ou eliminação do processo. Inicialmente apontado pela Toyota são sete os desperdícios que impactam, e Liker (2005 apud SARTORI et al, 2021) apresentou um oitavo desperdício, que se baseia na não utilização da criatividade dos membros da equipe, pois eles são parte fundamental para o desenvolvimento da organização. A figura 1 apresenta os desperdícios e uma breve descrição sobre eles.

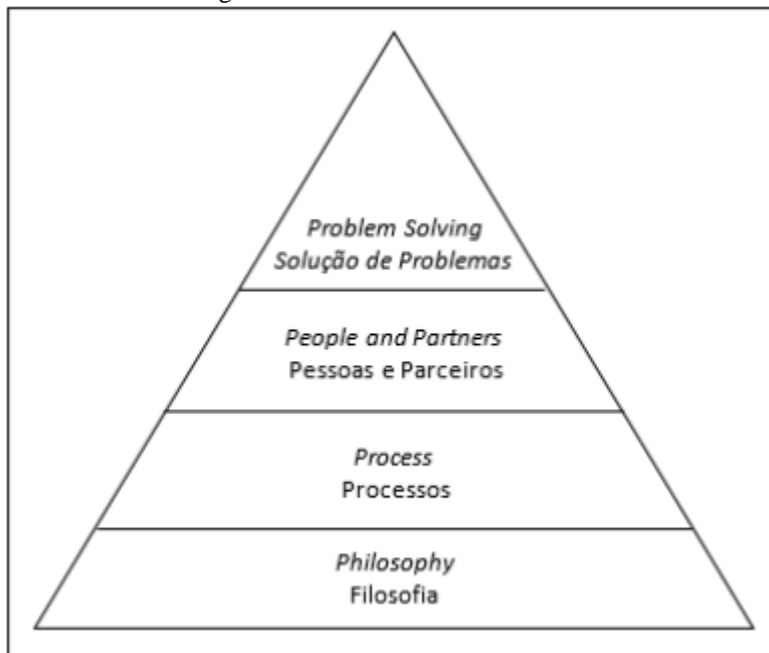
Figura 1 – Desperdícios do Lean

Desperdícios	Descrição
Superprodução	Produzir itens a mais ou sem demanda
Espera	Colaboradores ociosos, sem atividade definida antecipadamente
Transporte	Layout mal planejado ocasionando movimentação desnecessária
Processamento Incorreto	Execução de tarefas que não agregam valor
Estoque	Produção mal planejada, gerando alto volume de estoque
Movimentação	Fluxo inadequado dos colaboradores na fábrica
Defeitos	Peças não-conformes e/ou refugos gerados na produção
Desperdício de criatividade	Não aproveitamento da criatividade de cada indivíduo

Fonte: Adaptado de Pansonato (2020)

Inicialmente a Toyota a se baseava em 14 princípios, porém Liker analisou estes princípios e os redefiniu como modelo dos 4Ps. Onde é representado por uma pirâmide onde sua base é o pensamento da filosofia, e segue nas decisões gerenciais voltadas para o longo prazo, seguido da eliminação de desperdícios em toda cadeia de processo, buscando o incentivo necessário para a operação e parceiros que atuem junto na solução de problemas desenvolvendo a melhoria contínua. (LIKER; FRANZ, 2013). A figura 2 ilustra o modelo dos 4Ps.

Figura 2 - Pirâmide dos 4Ps de Liker



Fonte: Adaptado de LIKER; FRANZ (2013)

Para Ballé et al. (2019), as organizações necessitam entender qual é a ideia do LM, uma ferramenta estratégica de negócio, onde as alterações irão impactar positivamente nos processos de todo o ciclo produtivo. O pensamento LM traduz-se em elaborar de forma otimizada os processos da melhor maneira possível, fortalecendo uma cultura para resolução de problemas.

2.2. Kaizen

A palavra Kaizen quando traduzida, refere-se à melhoria contínua, que é caracterizada em uma série de práticas executadas em meio ao processo, que tem como fim a promoção de desenvolvimento, que tem como objetivo elencar um conjunto de práticas realizadas nos processos, a fim de desenvolver uma cultura de melhoria contínua, engajando assim todos os funcionários da empresa (ORTIZ, 2010).

Borges também afirma que a ferramenta Kaizen se baseia em três grandes conceitos, sendo eles, o Just-In-Time, o Jidoka e o Nivelamento de Produção. A figura 3 ilustra as etapas do Kaizen.

Figura 3 – Etapas do Kaizen



Fonte: EPR consultoria (2016)

Um exemplo prático da eficácia deste processo, está comprovado na publicação de Ferreira (2009), que detalha a aplicação da técnica japonesa no controle do fluxo de produção da internacionalmente conhecida Mercedes. A mesma afirma que o aperfeiçoamento da técnica realizado na corporação, resultou em diversos aspectos positivos, como a redução no tempo de execução de diversos processos, a redução de custo dos mesmos, e consequentemente o melhor ambiente de trabalho constatado pelos colaboradores que ali trabalham.

3. PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT – SLP

Com o objetivo principal, o SLP busca dispor os recursos responsáveis pela transformação no espaço físico da melhor forma, considerando pessoas, maquinários e equipamentos no geral (TOMPKINS et al., 2010). Determinando assim o fluxo do processo, desta forma, o enquadrando em uma das quatro categorias já existentes na literatura (GARCIA-DIAZ; SMITH, 2008; VILLAR; NÓBREGA JÚNIOR, 2004; GAITHER; FRAZIER, 2001): layout posicional, funcional, linear e celular. O funcional é considerado mais complexo, pois atrela fluxos multidirecionais e recursos de transformação onde são alocados conforme sua função, por conta da sua complexidade, o mesmo pode não ser realizado de forma sistemática, sendo necessário o uso da intuição para resolução de problemas (LEE, 1998). Mesmo tendo sido citado por Muther (1973) há muito tempo, o sistema SLP tem uma grande aplicabilidade nos modelos atuais de sistemas de produção e tem uma grande aplicabilidade para projetos e pesquisas na área. Como citado por Muther (1973), a composição do SLP é composta por fases, que seriam:

- a) Localização, determinar a área que deve ser utilizada no planejamento das instalações do layout em desenvolvimento;

b) Arranjo físico geral, representa a organização de maneira ampla as diversas áreas, nesta fase são os fluxos e as inter-relações são definidos, refletindo nos chamados arranjos de blocos;

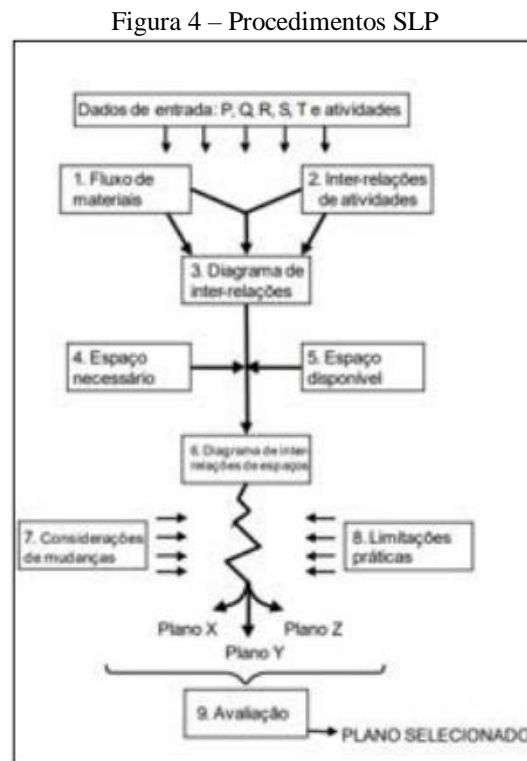
c) Arranjo físico detalhado, é determinado previamente a posição das máquinas e equipamentos, considerando todos os aspectos necessários para a produção;

d)) Implantação, se baseia na execução planejada anteriormente. Todas estas se interligam, onde o fim da fase anterior serve de início para a seguinte.

Considerando as fases citadas é detectável que tal método é abrangente, que quando aplicado corretamente pode atender completamente às necessidades, considerando análises similares aplicadas por outros procedimentos, pode ser observado que as fases descritas são igualmente compatíveis equivalem aos níveis necessários para execução de projetos de layout (KERNS, 1999; LEE, 1998). Observando um arranjo físico e levando em consideração os procedimentos do SLP observa-se que este deve se basear em três conceitos fundamentais (MUTHER, 1973; MUTHER; WHEELER, 2000):

- a) Inter-relações – grau de dependência ou proximidade das atividades relevantes.
- b) Espaço – quantidade, dimensionamento e/ou disposição dos elementos que compõem o layout.
- c) Ajuste – readequação otimizada das áreas e equipamentos.

Tendo como base estes, o modelo de procedimentos do SLP é ilustrado na figura 4.



Fonte: Muther (1973)

a) Os dados de entrada representam informações que precisam ser observadas antes que a análise do arranjo físico seja iniciada. Onde estes são representados pelas seguintes letras PQRST, que representam as seguintes palavras no âmbito produtivo; produto (P), quantidade (Q), roteiro (R), serviços de suporte (S) e tempo (T);

b) O fluxo de materiais quando colocado em pauta em um projeto, sempre tem um peso relevante nas tomadas de decisões. Considerando a utilização de ferramentas que permitem uma análise de processo, pode-se determinar de maneira clara o deslocamento do material, considerando sua sequência e repetitividade;

c) Inter-relações de atividades, considerando resultados qualitativos, o objetivo desta é verificar a relevância que há entre as distâncias percorridas entre as áreas, utilizando como meio a carta de interligações preferenciais;

d) O diagrama de inter-relações procura unir o mapeamento do fluxo de materiais com a avaliação das interligações preferenciais;

e) Espaço necessário. É a área necessária para a colocação de máquina e equipamentos;

f) Espaço disponível. É o espaço real que há para instalação pertinentes ao novo layout

g) Diagrama de inter-relações de espaços, levando em consideração que a área requerida está de acordo com a área disponível, a ferramenta tem o foco em gerar um arranjo físico;

h) Considerações de mudanças, nesta é avaliado a necessidade de correções no projeto, considerando que podem ser: a tipos de processos; métodos de movimentação de materiais; necessidades de pessoal, entre outros;

i) Limitações práticas, considerando as possíveis mudanças que surjam no decorrer do projeto fatores que possam impactar como custo e/ou segurança devem ser levados em consideração antes de qualquer intervenção;

j) Avaliação de alternativas. Ao fim do projeto, as diferentes soluções que surgiram durante o mesmo devem ser ponderadas considerando seus cada um dos pontos sejam eles positivos ou negativos.

De acordo com Muther (1973), o modelo de procedimentos do SLP pode ser aplicado tanto na elaboração do arranjo físico geral quanto na elaboração do arranjo físico detalhado (fases II e III da estrutura do SLP). Por sua abrangência, o modelo de procedimentos representa um roteiro completo de aplicação do SLP no projeto e na análise de layouts. Devido à sua popularidade e relevância, o sistema SLP tem sido alvo de diversas pesquisas que procuram adaptar a metodologia a contextos específicos ou sofisticar a aplicação de suas etapas.

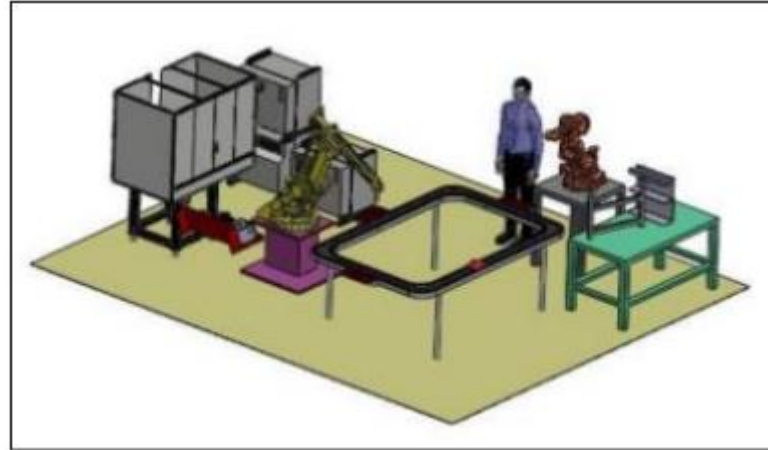
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Na análise preliminar, foram observadas oportunidades de melhoria que poderiam ser implementadas na célula FMS em questão. Após um brainstorming, optou-se por realizar as seguintes melhorias:

- a) Alteração de layout da célula.
- b) Alteração do programa de usinagem.

A figura 5, ilustra como é o modelo FMS atual.

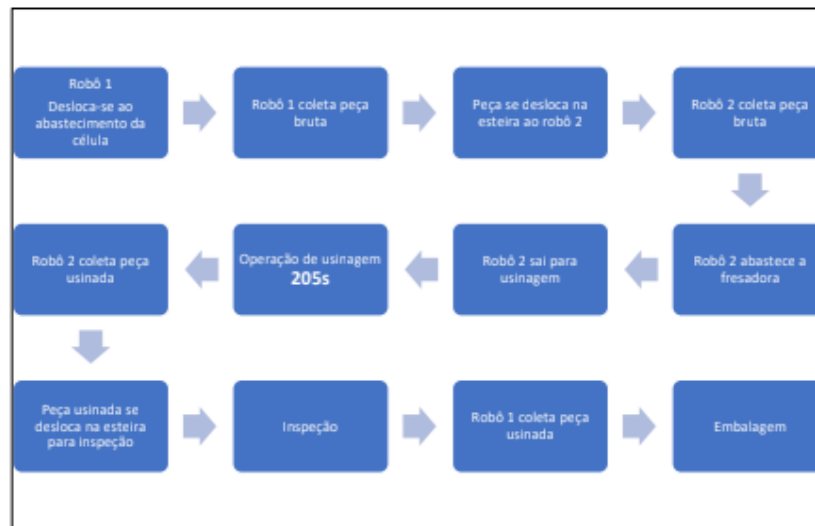
Figura 5 – Modelo 3D FMS atual



Fonte: Os autores (2022)

Pode-se observar, que neste formato de célula o operador fica exposto aos riscos, pois não existem grades que o separam do robô, também é possível identificar que existem dois robôs, e a máquina está distante do operador. O fluxo do processo da célula em questão está descrito na figura 6.

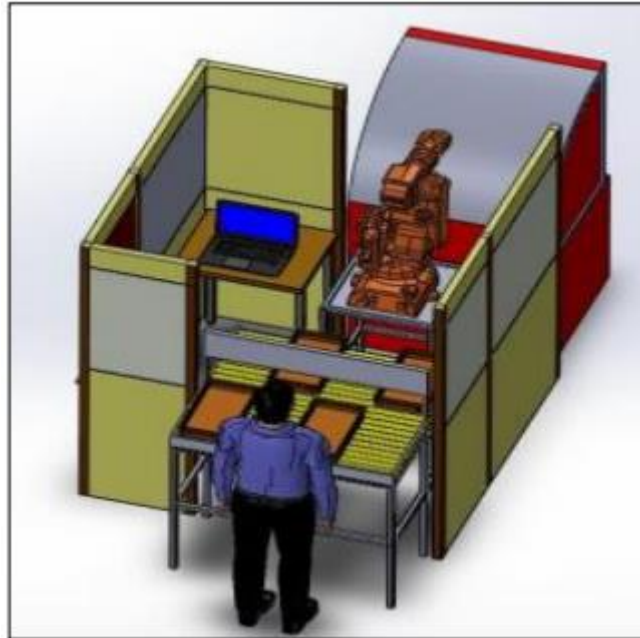
Figura 6 – Fluxo da FMS atual



Fonte: Os autores (2022)

Observa-se que existe um superprocessamento na célula em questão, são vários passos que ocorrem no processo. A partir disso, modelou-se um 3D de layout de célula, para apresentar a proposta de melhoria, a figura 7 mostra como essa proposta ficaria.

Figura 7 – Modelo proposto 3D



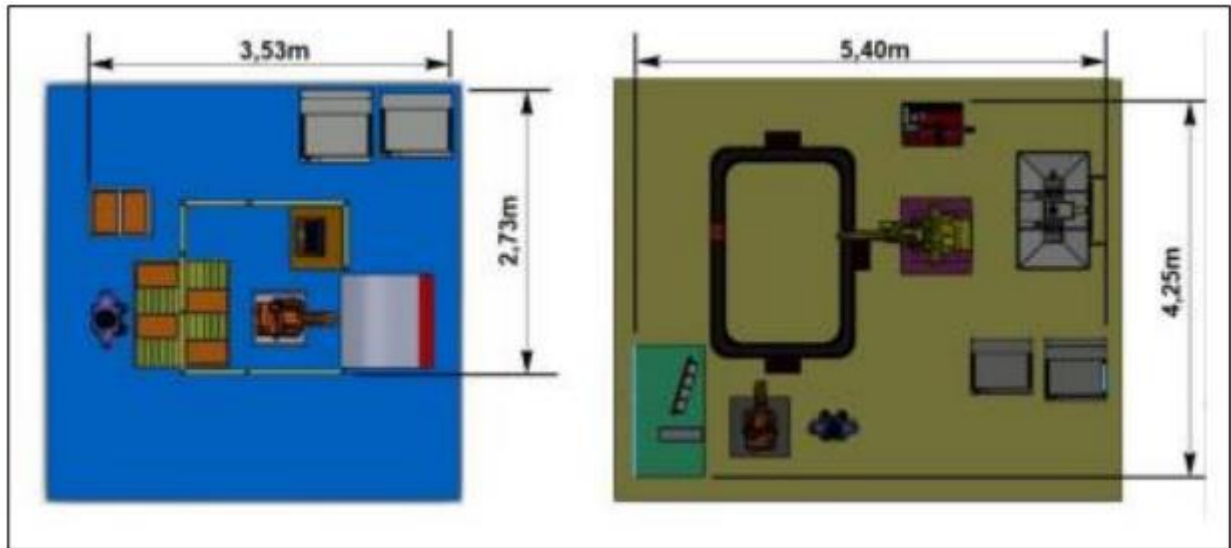
Fonte: Os autores (2022)

Observa-se que as principais mudanças aplicadas seriam:

- a) Eliminação de um dos robôs.
- b) Eliminação da esteira.
- c) O desenvolvimento de uma bancada automatizada.
- d) O enclausuramento da célula.

Neste modelo proposto a célula FMS teve uma redução de espaço em 58%, quando comparado ao modelo antigo, tal comparação pode ser ilustrada na figura 8.

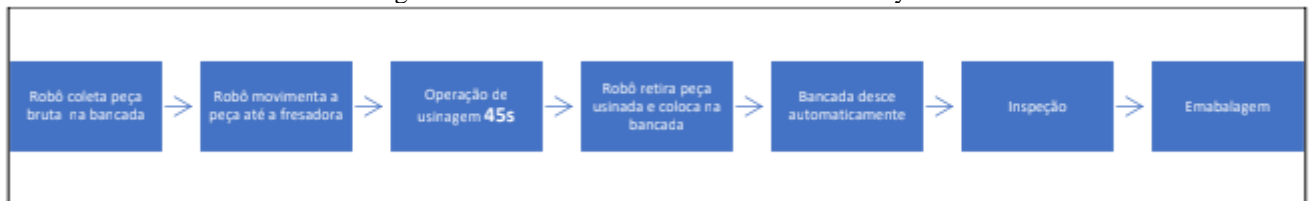
Figura 8 – Comparação FMS: modelo atual x modelo proposto



Fonte: Os autores (2022)

A figura 9 ilustra como o processo sucede com tais alterações.

Figura 9 – Processo atualizado conforme novo layout



Fonte: Os autores (2022)

Conforme observado, a operação de usinagem teve o tempo reduzido de 205s para 45s, isso se dá pelo fato que o programa foi otimizado, eliminando movimentos desnecessários que a ferramenta realizava, o novo tempo de operação indica um aumento de 52,10% de capacidade de produção diária. Vale ressaltar, que tais alterações não impactaram nas características de qualidade da peça.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como principal objetivo, aplicar na prática os conhecimentos obtidos através das pesquisas ao longo do semestre, e expressar os mesmos por meio de mudanças que resultem em significativos aumentos de produtividade na célula de manufatura flexível da Faculdade Senai.

Além disso, adotar a filosofia Kaizen para o desenvolvimento das respectivas melhorias citadas ao longo do artigo, ou seja, não se confortar com os primeiros resultados obtidos por conta das melhorias, mas sim, procurar por novas ideias ou aperfeiçoar as já desenvolvidas, para obter aumentos ainda mais significativos de

produtividade e a segurança do processo como um todo, considerando tanto os operadores quanto para os equipamentos envolvidos no processo. Quanto aos resultados obtidos em relação às mudanças aplicadas na célula, a equipe julga ter atingido dados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

BORESTEIN, D.; BECKER, J.L. Simflex: um avaliador de sistemas flexíveis de manufatura. São Paulo: Revista Administração, 1994.

CHIEN, T. An empirical study of facility layout using a modified SLP procedure. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 15, n. 6, p. 455-465, 2004.

DJASSEMI, M. Improving factory layout under a mixed floor and overhead material handling condition. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 18, n. 3, p. 281-291, 2007.

GARCIA-DIAZ, A.; SMITH, J. M. Facilities planning and design. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2008.

GEVARD, B.; RONSONI, C.L.; SOUZA, F.J.; SANTOS, D.; SCHMITT, E.R.; BIDESE, E.P.; BELOTTO, T.L. Pesquisa e desenvolvimento de uma célula de manufatura (FMS) didática. Florianópolis.

LEE, Q. Projeto de instalações e do local de trabalho. São Paulo: IMAM, 1998.

KERNS, F. Strategic facility planning (SFP). *Work Study*, v. 48, n. 5, p. 176-181, 1999.

KRAJEWSKY, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. Administração de produção e operações. 8.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

MARUJO, L. G.; CARVALHO, D.; LEITÃO, M. N. Otimização de layout utilizando-se o SLP combinado com teoria das filas: um estudo de caso em uma oficina de rodas e freios de aeronaves. *Revista Gestão Industrial*, v. 06, n. 04, p. 93-109, 2010.

MUTHER, R. Systematic Layout Planning. 2.ed. Boston: Cahnerns Books, 1973

MUTHER, R.; WHEELER, J. D. Planejamento simplificado de layout: sistema SLP. São Paulo: IMAM, 2000.

PAGELL, M.; MELNYK, S. A. Assessing the impact of alternative manufacturing layouts in a service setting.

Journal of Operations Management, v. 22, n. 4, p. 413-429, 2004.

SAMPSON, Scott E.; FROEHLE, Craig M. Foundations and implications of a proposed unified services theory. Production and Operations Management, v. 15, n. 2, p. 329-343, 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002. TOMPKINS, J. A. et al. Facilities planning. 4.ed. New York: John Wiley & Sons, 2010.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério. Produção, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008.

YANG, T.; SU, C.; HSU, Y. Systematic layout planning: a study on semiconductor wafer fabrication facilities. International Journal of Operations & Production Management, v. 20, n. 11, p. 1359-1371, 2000