

**APLICAÇÃO DE MODELAGEM
COMPUTACIONAL NA MELHORIA E
APERFEIÇOAMENTO DE PROCESSO
PRODUTIVO: CASE PRÁTICO NA INDÚSTRIA
TÊXTIL**

ANTONIO CARLOS BARBOSA BACELAR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SALVADOR - BAHIA

2024

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DA BAHIA
CAMPUS SALVADOR**

ANTONIO CARLOS BARBOSA BACELAR

**APLICAÇÃO DE MODELAGEM
COMPUTACIONAL NA MELHORIA E
APERFEIÇOAMENTO DE PROCESSO
PRODUTIVO: CASE PRÁTICO NA
INDÚSTRIA TÊXTIL**

SALVADOR - BAHIA

2024

ANTONIO CARLOS BARBOSA BACELAR

**APLICAÇÃO DE MODELAGEM COMPUTACIONAL NA MELHORIA
E APERFEIÇOAMENTO DE PROCESSO PRODUTIVO: CASE
PRÁTICO NA INDÚSTRIA TÊXTIL**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia-IFBA, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Produtos-PPGESP, área de concentração voltada para indústria, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Telmo Fonseca Santos

SALVADOR

2024

B116a Bacelar, Antonio Carlos Barbosa

Aplicação de modelagem computacional na melhoria e aperfeiçoamento de processo produtivo: case prático na indústria têxtil / Antonio Carlos Barbosa Bacelar; orientador Eduardo Telmo Fonseca Santos -- Salvador, 2024.

64 p.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Produtos) -- Instituto Federal da Bahia, 2024.

1. Engenharia de métodos e processos. 2. Modelagem computacional. 3. Indústria têxtil. 4. Cronoanálise e CEP. 5. Tempos e métodos. I. Santos, Eduardo Telmo Fonseca, orient. II. TÍTULO.

CDU 658.5

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **APLICAÇÃO DE MODELAGEM COMPUTACIONAL NA MELHORIA E APERFEIÇOAMENTO DE PROCESSO PRODUTIVO: CASE PRÁTICO NA INDÚSTRIA TÊXTIL**, de autoria de Antonio Carlos Barbosa Bacelar, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Examinador Interno: Prof. Dr. Eduardo Telmo Fonseca Santos
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Produtos (PPGESP-IFBA)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

Examinador Interno: Prof. Dr. Allan Edgard Silva Freitas
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Produtos (PPGESP-IFBA)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

Examinador Interno: Prof. Dr. Rafael Freitas Reale
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Produtos (PPGESP-IFBA)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

Examinador Externo: Prof. Dr. Jerisnaldo Matos Lopes
Universidade do Estado da Bahia (UNEB), SENAI CIMATEC - Centro Integrado de
Manufatura e Tecnologia, Centro Universitário Unihorizontes

Prof. Dr. Allan Edgard Silva Freitas
Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Produtos -
PPGESP/IFBA

Data de aprovação: Salvador, 05 de julho de 2024.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela banca examinadora em 05/07/2024.



Documento assinado eletronicamente por **JERISNALDO MATOS LOPES, Usuário Externo**, em 17/07/2024, às 09:45, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **ALLAN EDGARD SILVA FREITAS, Professor Titular**, em 30/10/2024, às 10:35, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **EDUARDO TELMO FONSECA SANTOS, Docente Permanente**, em 30/10/2024, às 11:07, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL FREITAS REALE, Docente Permanente**, em 03/11/2024, às 08:27, conforme decreto nº 8.539/2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **3575424** e o código CRC **0D7BBE86**.

RESUMO

A proposta da Dissertação busca eliminar as falhas no planejamento, programação e controle da produção, bem como fortalecer e salientar a utilização e combinação de sistemas computacionais junto à cronoanálise para mitigar a redução de custos, otimização de processos e maximização de resultados lucrativos, além da aplicação do controle estatístico de processo (CEP). Portanto, a sinergia de métodos e ferramentas tecnológicas em função de modelar um mapeamento e um fluxo eficiente e eficaz, contribuirá na fluidez dos processos industriais e na comunicação dos setores e postos de trabalhos no intuito de identificar e padronizar KPIs (*Key Performance Indicators*) que forneçam parâmetro consistente para elevar a performance da empresa. Pois através das informações e análises de dados, serão analisados e tratados conforme técnica da estatística no intuito da redução do distanciamento de fluxo operacional e na economicidade de tempo, em busca da racionalização de perdas com aplicação de modelagem 2D e 3D. Sendo assim, com os resultados obtidos através das pesquisas de fontes primárias, secundárias, normas técnicas, sites e revistas especializadas, livros, artigos técnicos e científicos, foi possível identificar dados e informações de processos de fabricação e atribuir ferramentas tecnológicas para facilitar na análise visual dos valores e com a combinação de ferramentas computacionais, pode-se melhorar o desempenho do cenário manufatureiro e simular no *software* ProModel para certificar-se da evolução das informações e através da simulação dinâmica para modelar a variação de tempo ou comportamento de um sistema produtivo, antes mesmo, de tomar decisão de se colocar em prática as ações de mudança fabril, vetor de crescimento e redução de custos industriais e empresariais. Este estudo, será divisor de água no que tange a mudança cultural nas empresas em adotar *softwares* que possibilitem realizar e expressar modificações e melhorias nas plantas de processos de fabricação e montagem para se antecipar das possíveis variáveis e falhas que poderão ocorrerem *in loco*, tomando como base a viabilidade estratégica, econômica, legal e técnica. Para esse fim, será apresentado um produto em atendimento ao mestrado PPGESP e este podendo ser ofertado ao mercado, o qual se refere a ferramenta (POP) Procedimento Operacional e a integração dos sistemas computacionais e técnicas metodológicas.

Palavras-chave: Engenharia de Métodos e Processos. Modelagem Computacional. Indústria Têxtil. Cronoanálise e CEP. Tempos e métodos.

ABSTRACT

The Dissertation proposal seeks to eliminate flaws in planning, scheduling and production control, as well as strengthening and highlighting the use and combination of computer systems together with chronoanalysis to mitigate cost reduction, process optimization and maximization of profitable results, in addition to application of statistical process control (CEP). Therefore, the synergy of technological methods and tools in order to model an efficient and effective mapping and flow, will contribute to the fluidity of industrial processes and the communication of sectors and jobs in order to identify and standardize KPIs (Key Performance Indicators) that provide a consistent parameter to increase the company's performance. Because through information and data analysis, they will be analyzed and treated according to statistical techniques with the aim of reducing operational flow distance and saving time, in search of rationalizing losses with the application of 2D and 3D modeling. Therefore, with the results obtained through research into primary and secondary sources, technical standards, websites and specialized magazines, books, technical and scientific articles, it was possible to identify data and information from manufacturing processes and assign technological tools to facilitate visual analysis. of values and with the combination of computational tools, the performance of the manufacturing scenario can be improved and simulated in the ProModel software to ensure the evolution of information and through dynamic simulation to model the time variation or behavior of a production system, even before making a decision to put into practice factory change actions, a vector of growth and reduction of industrial and business costs. This study will be a watershed in terms of cultural change in companies in adopting software that makes it possible to carry out and express modifications and improvements in manufacturing and assembly process plants to anticipate possible variables and failures that may occur on site, taking as based on strategic, economic, legal and technical feasibility. To this end, a product will be presented in support of the PPGESP master's degree and can be offered to the market, which refers to the Operational Procedure tool (POP) and the integration of computational systems and methodological techniques.

Keywords: Methods and Processes Engineering. Computational Modeling. Textile Industry. Chronoanalysis and CEP. Times and Methods.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 PROBLEMA	11
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2.3 JUSTIFICATIVA	14
2.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 TEMPOS E MÉTODOS	20
4 METODOLOGIA	24
4.1 Metodologia da pesquisa versus desenvolvimento da Dissertação	25
5 DISCUSSÃO E RESULTADOS	26
5.1 Apresentação da breve história da fábrica têxtil FAGIP S/A	26
5.2 Definição e finalidades do estudo de tempos, movimentos e aplicação de softwares de modelagem computacional na indústria têxtil	28
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
7 REFERÊNCIAS	58
8 APÊNDICE (A) – Resgate de memória afetiva na relação entre a Indústria Têxtil FAGIP S/A e o Pesquisador	63

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as indústrias passaram a utilizar métodos, técnicas e recursos tecnológicos inovadores em seus sistemas produtivos. Entretanto, passou-se a integrar sistemas computacionais, nas máquinas e equipamentos empregados para transformação dos insumos em produtos acabados, bem como no aperfeiçoamento e qualificação profissional que está envolvido nesse contexto. Para que esse cenário seja consolidado com eficácia, as empresas recorrem a Engenharia de Métodos e Processos, e a Modelagem Computacional, em função das necessidades de ajustes, reorganização e gestão nos seus processos manufatureiros, para tanto, a técnica de análise de tempos e métodos, também conhecida como cronoanálise, é uma ferramenta avançada de qualidade que consiste no estudo de tempos e movimentos em uma linha de produção, montagem ou atividade logística, com o objetivo de otimizar processos e eliminar desperdícios desnecessário na fabricação e operação em determinada atividade fabril.

Neste contexto, os métodos e os recursos tecnológicos que serão percorridos ao longo da dissertação, serão empregados na cadeia têxtil, este segmento é uma grande indústria de manufatura que consiste em transformar fibras naturais, sintéticas e artificiais em fios e na sequência em tecidos planos ou malhas, e por fim, no enobrecimento dos mesmos, como (alvejados, tintos, estampados, branqueados) preparados para o uso final. Portanto, a estrutura desse trabalho concentra-se no princípio da economicidade de tempo, em busca de minimizar perdas e maximizar resultados lucrativos na linha de fabricação e montagem, sem comprometer os padrões de qualidade, normativo, estatutários, interno e mercadológico, além de preservar a relação entre custo e benefício.

Segundo Toledo (2004, p. 54) desde a mais remota antiguidade o homem preocupava-se com o tempo de todas as maneiras, e, uma delas é como medi-lo. A evolução e progresso trouxeram várias formas de solução do problema e uma delas, mecanicamente, através dos relógios. Ao longo da história, devido às necessidades das civilizações de controlar os dias e as horas, a medida do tempo foi usada como auxílio nas tomadas de decisões na época, na identificação do melhor mês para cultivo, na medição das cheias do rio, entre outras atividades. Existem vários instrumentos que são utilizados para medir a grandeza do tempo, exemplo: controlar os dias em relação ao ano com base no calendário, as horas, os minutos e os segundos com base no relógio, e, para medir a variação de tempos mais curtos, utilizar cronômetros.

- Frederick W. Taylor: Conhecido como o pai da administração científica, focou na padronização do trabalho e na medição dos tempos de operação para aumentar a eficiência.

- Conforme Costa Junior (2008, p.73), Frederick W. Taylor foi pioneiro nos estudos sobre tempo no contexto organizacional, buscando padronizar o trabalho e definir os tempos de operação. Para essa medição, são utilizados cronômetros digitais ou analógicos, cuja incerteza de medição deve ser fornecida pelo fabricante. Na ausência dessa informação, considera-se a menor divisão do equipamento, geralmente 0,01 s. É recomendável contratar serviços de calibração para garantir a precisão, utilizando instrumentos certificados por órgãos competentes. A necessidade de cumprir prazos cada vez mais curtos leva as empresas a aperfeiçoar o controle de suas operações, exigindo processos padronizados e organizados que maximizem o uso de recursos e minimizem o esforço dos trabalhadores.

Entretanto, para a mensuração de um fenômeno é preciso, antes de tudo, que sejam determinados o marco inicial e final da medição do fenômeno observado. A partir dessas marcações, é possível correlacionar o evento fenomenológico com a contagem do tempo e daí determinar a sua duração. Para segurar essa correlação foi estabelecida, por convenção, a padronização de unidades de medidas específicas para essa finalidade. A unidade de medida mais conhecida e adotada para medir o tempo é o segundo, e sua definição pode ser encontrada no Sistema Internacional de Medidas (SI) que estabeleceu a unidade do Segundo como a referência básica para a medição do tempo.

- Werkema (1995): Destaca a importância do Controle Estatístico de Processos (CEP) para identificar e diferenciar causas comuns e especiais de variação nos processos.

- No entendimento sobre a medição cronológica do tempo para o Controle Estatístico de Processos (CEP) no ambiente fabril, faz-se necessário avaliar e adotar o uso racional e customizado do tempo como um fator estratégico para aumentar os resultados ao longo de uma campanha produtiva e como um fator tático para melhorar o desempenho em cada etapa de produção, gerando mais valor agregado. Werkema (1995) salienta que todo problema pode possuir dois tipos de causas: comuns ou especiais. A variação provocada por causas comuns, também conhecidas como variabilidade natural do processo, estará presente mesmo que executem todas as operações de forma padronizada. Quando apenas as causas comuns atuam em um processo, a quantidade de variabilidade se mantém em uma faixa estável. Já as causas especiais de variação surgem esporadicamente devido a uma situação pontual que faz com que o processo se comporte de modo completamente diferente do habitual. No entanto, quando o processo opera sob a atuação de causas especiais de variação, a variabilidade é bem maior do que a variabilidade de causa comum (WERKEMA, 1995, p.198).

Hopp e Spearman (2013): Enfatizam a importância de controlar variabilidades previsíveis e aleatórias na produção para garantir o sucesso. Pois os mesmos relacionaram o termo variabilidade com aleatoriedade, algo não uniforme, como os períodos para realização de um processo ou os reparos e paradas de máquinas, por exemplo. Os mesmos autores também enfatizam que o sucesso de uma produção é consequência do controle das variabilidades previsíveis e aleatórias, ou seja, alterações por consequência direta de uma ação e as imprevisíveis. Pois os parâmetros (medidas) são descritores numéricos de processos de produção que variam entre diferentes sistemas produtivos (HOPP; SPEARMAN, 2013).

O planejamento estratégico visa maximizar os resultados das operações e minimizar os riscos nas decisões das organizações empresariais e industriais. As decisões tomadas no âmbito do planejamento estratégico têm impactos de longo prazo e influenciam a natureza e as características das empresas, garantindo o cumprimento de sua missão, visão e valores. Para realizar um planejamento estratégico eficaz, a empresa deve compreender os limites de suas forças e habilidades em relação ao ambiente externo, criando vantagens competitivas em relação à concorrência e aproveitando todas as oportunidades que gerem benefícios (TUBINO, 2007).

Um processo é uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço com um início e fim (*inputs e outputs*) claramente identificados, definindo assim, uma estrutura em prol das demandas internas e externas. O processo é visto como um grupo de tarefas interligadas logicamente, que utiliza os recursos da organização para gerar os resultados pré-estabelecidos, de forma a apoiar os seus objetivos (HARRINGTON, 1997, apud CORRÊA et. al. 2005). Com base no pensamento de Campos (2004) gerenciar é o ato de buscar as causas (meios) da impossibilidade de atingir uma meta (fim), estabelecer contramedidas, montar um plano de ação, executar e padronizar em caso de sucesso (CAMPOS, 2004).

2 PROBLEMA

No que se refere aos principais problemas na gestão da empresa em relação às ferramentas utilizadas, é possível analisar um comportamento padrão do uso de modelos nas fábricas que impactam na saúde financeira da organização e promove o declínio nos principais setores, como: suprimento, armazenagem, produção, distribuição física, qualidade e custos. Por isso, o primeiro passo para resolver o problema, é conhecer quais os erros cometidos nas plantas operacionais (PEDERNEIRAS, 2022). Neste sentido, o foco da pesquisa é buscar eliminar ou reduzir os erros

e falhas na programação, controle e gerenciamento dos processos táticos e operacionais para evitar ou reduzir as incertezas em virtude de:

- *Layout* fragmentado;
- Fluxo e sequência operacional não compatível com a demanda.

Além dos impactos expostos por *layouts* obsoletos, pois Toledo (2004) contextualiza sobre as instalações existentes que se tornam ineficientes devidos, as seguintes situações: novos produtos a serem fabricados; aquisição de máquinas exigindo ampliação geoespacial; avanço da tecnologia, implicando em novos processos de fabricação; necessidade de maior espaço para estocagem; instalações de novas seções; e, melhoria dos métodos de trabalho (TOLEDO, 2004).

Com base na contextualização em relação aos espaços para a elaboração das atividades administrativas e operacionais, vale ressaltar que o mesmo, deve salvaguardar e manter em segurança os colaboradores, de modo satisfatório ao seu bem-estar, com ambiente de trabalho apropriado em função de menores riscos para a saúde. Além de promover maior produção em menor tempo, redução dos manuseios e itinerário percorrido, economicidade de espaço, menores atrasos na produção, facilidade na supervisão, menores danos aos recursos e na sua qualidade apresentável, flexibilidade e rapidez no ajuste de mudança repentina no decorrer das atividades.

Na construção ou adequação desses espaços operacionais, vale também o bom senso, lógica, criatividade, identificar tipos e combinação de *layouts* e ter visão sistêmica para a devida demanda, evitando assim, conflito de máquinas, pessoas e materiais, promovendo uma estrutura orgânica e comunicativa com todos os postos e setores de trabalho, predizendo as possíveis variáveis, acontecimentos e eventos no local proposto.

2.1 OBJETIVO GERAL

Aplicar modelagem computacional para melhorar e aperfeiçoar os processos produtivos na indústria têxtil, visando otimizar a eficiência operacional, reduzir custos, aumentar a qualidade dos produtos e obter vantagens competitivas no mercado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I. Analisar o processo produtivo atual na indústria têxtil:

- Detalhar as etapas do processo, identificando gargalos, desperdícios e pontos de otimização.

- Quantificar os indicadores de desempenho (KPIs) do processo, como tempo de ciclo, taxa de defeitos e produtividade.
- Mapear os fluxos de materiais e informações ao longo da cadeia produtiva.

II. Desenvolver modelos computacionais para simular o processo produtivo:

- Criar modelos que representem as diferentes etapas do processo, considerando variáveis como tempo de ciclo, taxa de defeitos e qualidade do produto.
- Validar os modelos com dados reais do processo produtivo.
- Utilizar os modelos para simular diferentes cenários de operação, como alterações no *layout* da fábrica, na mão de obra ou nos equipamentos.

III. Identificar oportunidades de melhoria e aperfeiçoamento do processo:

- Analisar os resultados das simulações para identificar gargalos e pontos de otimização no processo produtivo.
- Propor soluções para os problemas identificados, utilizando técnicas de modelagem computacional e outras ferramentas de engenharia industrial.
- Avaliar o impacto das soluções propostas nos indicadores de desempenho do processo.

IV. Implementar as soluções de melhoria no processo produtivo:

- Desenvolver um plano de implementação das soluções propostas, incluindo cronograma, recursos e responsabilidades.
- Monitorar e avaliar os resultados da implementação das soluções, ajustando-as conforme necessário.
- Documentar as lições aprendidas e boas práticas para futuras aplicações.

V. Analisar e validar os resultados da aplicação da modelagem computacional:

- Comparar os indicadores de desempenho do processo antes e depois da implementação das soluções de melhoria.
- Quantificar os benefícios econômicos da aplicação da modelagem computacional, como redução de custos e aumento da produtividade.

- Demonstrar a efetividade da modelagem computacional como ferramenta para a melhoria e o aperfeiçoamento de processos produtivos na indústria têxtil.

2.3 JUSTIFICATIVA

O enfoque desse trabalho busca identificar e aplicar ferramentas de modelagem computacional, a exemplo do ProModel, integrado com o *software AutoCAD 2D* na construção eficiente de um fluxo de processos que promova a economicidade e fluidez na movimentação de recursos (matéria-prima e produto), além de fortalecer a sinergia na comunicação entre os postos de trabalhos e setores. Como também a integração e utilização do sistema Excel para tratamento, leitura, análise e interpretação de dados para tomada de decisão operacional e estratégica. Pois existem outros tipos de sistemas, a exemplo do ERP (*Enterprise Resource Planning*), mas o mesmo não tem disponibilidade de versão gratuita, neste sentido, será utilizada e aplicada a ferramenta Excel e a mesma atenderá plenamente a proposta da pesquisa.

Segundo Baird e Leavy (1994), o ProModel é uma poderosa ferramenta de simulação para modelar todos os tipos de sistemas de manufatura, abrangendo desde pequenos *job shops* (oficinas de trabalho) e células de manufatura, até produção em grande escala e sistemas de manufatura flexível.

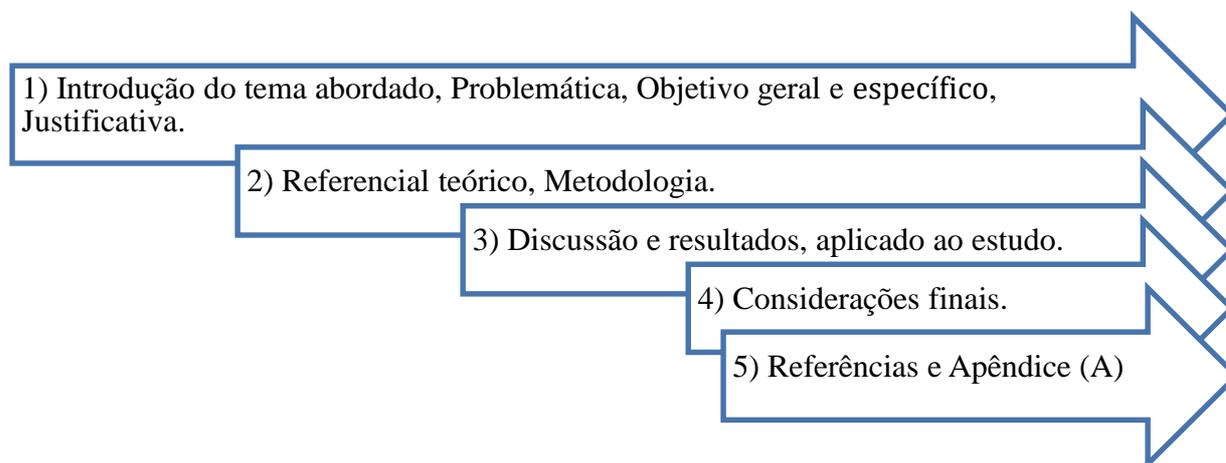
Entretanto, o *software CAD/CAM* (Desenho assistido por computador/Manufatura assistida por computador) facilita na construção de *layout*, contribuindo para a redução do tempo investido na exploração das possibilidades de movimentação de máquinas e equipamentos, principalmente, quando os mesmos são complexos, pesados e de grandes proporções dimensionais e suas instalações de alta complexidade, como: sistemas pneumáticos, sistemas hidráulicos, sistema de vapor e de fixação estatística.

Neste sentido, o *software* ajuda no *Gestalt* do processo em função de apresentar, sistemas gráficos interativos que permitem realizar as modificações no modelo e observar imediatamente as mudanças refletidas na demanda (SPECK, 2005; SILVESTRI, 2021).

2.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo será dividido em cinco capítulos, cujo conteúdo pode ser visto a seguir:

Diagrama 01. Estrutura do Trabalho



Fonte: Própria autoria (2024).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O Controle Estatístico de Processos (CEP) é considerado uma das sete ferramentas da qualidade, e, é um método de coleta e verificação de amostras de dados de um processo, a fim de controlar as variáveis e diminuir as falhas decorrentes da sua execução operacional em sistemas produtivos. Na visão de Shewhart (1933), um fenômeno (processo) será controlado quando, através de experiências passadas pode-se prever, dentro dos limites, como o processo pode variar ao longo do tempo.

Pode-se afirmar, pelo menos aproximadamente, que a probabilidade do fenômeno observado permaneça dentro dos limites de dados (faixa de controle). Ideias gerais de Rodrigues e Iemma (2005) embora sobre formas rudimentares, a estatística tem sido utilizada pelo homem desde os primórdios de sua existência. No início ela estava ligada tão somente aos problemas de contagens, assim, quando nosso ancestral contava ovelhas ou os indivíduos de sua tribo, o número de lanceiros, de pagadores de impostos, de súditos de um reino, e, assim por diante. Uma pesquisa com bases científicas, faz-se necessário ter o respaldo fornecido pela metodologia estatística (RODRIGUES; IEMMA, 2005).

Portanto, é uma área que apresenta estudo analítico e sofisticado face as predições, grau de confiabilidade em relação às incertezas apresentadas no processo, em busca de medidas preventivas, preditivas, corretivas, personalizadas e otimizadas na dedução de dados dimensionais, adimensionais e atributos *quali* e *quanti*.

Segundo Filho e Drumond, o grande objetivo de gerenciamento é a delegação, isto é, a rotina diária da empresa deve ser desenvolvida pelos operários e supervisores, cabem aos demais níveis hierárquicos, cuidar das melhorias desta rotina. Portanto, a manutenção da qualidade é feita pelos que estão bem próximos da tecnologia da empresa, enquanto os demais cuidam das melhorias factíveis (FILHO; DRUMOND, 1994).

É de fundamental, definir atribuições e responsabilidades para todos os envolvidos que estão vinculados, diretamente com a movimentação de materiais e a fabricação de item, além de manter uma comunicação qualificada e a consonância das informações em prol de alimentar a estrutura operacional do negócio, pois os clientes internos e externos necessitam de respostas rápidas e fazer valer a eficiência e eficácia, todavia o mundo está se recriando na “velocidade da luz” e as organizações empresariais, precisam acompanhar a todo vapor a este processo mutante.

De acordo Tubino (2000), o kanban também é responsável pela agilidade na entrega e na fabricação de produtos, desde que esse método e prática não seja um gargalo, pois é necessário que haja uma média de produção que possibilite uma padronização no abastecimento de materiais, quando é encontrado um processo que não tenha um padrão regular, faz-se necessário o controle desta variação. Se tratando de um kanban tangível, seja um cartão, bandeja, painel eletrônico ou analógico e/ou um *post its*, podem substituir inúmeros formulários facilitando e agilizando todo o fornecimento em geral. Também é responsável por diminuir o fluxo desnecessário de material, garantindo suprimento de todas as linhas de produção de forma eficiente, diminuindo a mão de obra empregada, requisições desnecessárias e espaço (TUBINO, 2000).

Para Ohno (1997), o principal objetivo do Sistema Toyota de Produção (STP) é produzir um *mix* de variedades de produtos em pequenas quantidades. Pois este sistema se baseia na eliminação das atividades que geram custo e não agregam valor ao produto, processo ou sistema organizacional (OHNO, 1997). De acordo com Kourti e Macgregor (1995), o controle estatístico de processos tem como objetivo principal realizar o monitoramento do desempenho de um processo ao longo de um horizonte de tempo e verificar sua performance quanto a seu estado de controle. Para existir o estado de controle, uma determinada variável do processo deve permanecer próxima de seu valor esperado.

Na visão de Benneyan (2010), em seu nível mais básico, o controle da qualidade é fundamentado na análise gráfica e estatística do processo para possibilitar a compreensão, o monitoramento e a evolução do desempenho do processo em seu objetivo principal. A utilização de cartas de controle tem como principais vantagens a fácil elaboração, interpretação e a possibilidade de observar os dados em forma gráfica simples para monitorar o comportamento dos dados ao longo do tempo. Entretanto, os gráficos representam o mapeamento visual da análise fiel do processo produtivo, possibilitando tomadas de decisões rápidas e precisas.

Para Macgregor e Kourti (1995), a CEP tornou-se uma importante ferramenta para as indústrias e fábricas, pois com sua utilização é possível realizar o monitoramento das atividades, verificar o seu desempenho ao longo do tempo e se o mesmo permanece em estado de controle. Entretanto, Ohno (1997) salienta que é crucial para a planta de produção, projetar um leiaute no qual as atividades dos trabalhadores se harmonizem ao invés de impedir o fluxo de produção. Para alcançar a esse recorte, quando possível remodelar a sequência do trabalho de várias formas. Mas, se apressadamente comprarmos a máquina de alto desempenho e avanço tecnológico, o resultado será a superprodução e o desperdício elevado (OHNO, 1997).

Neste sentido, o mesmo esclarece que a engenharia de produção, é responsável para aplicar os fundamentos técnicos para o estudo, aperfeiçoamento, planejamento e a seguinte implementação: método e sistema; planejamento qualitativo e quantitativo, e, vários padrões incluindo os diversos procedimentos na organização do trabalho; mensuração de resultados reais sob os padrões e desempenho de ações adequadas (OHNO, 1997). Por conseguinte, este setor é a função central que rege e aplica conhecimentos de natureza especializadas na empresa.

Para Topalidou e Psarakis (2009), em muitas indústrias as técnicas de controle estatístico de processos são utilizadas para a melhoria da qualidade, no intuito de reduzir as variações dos processos e dos produtos. Os gráficos de controle fornecem informações sobre as disfunções que ocorrem nos processos produtivos, onde as amostras são coletadas, tratadas estatisticamente e depois plotadas no gráfico. Se alguma causa de variação tiver ocorrida, o gráfico vai sinalizar que o processo está fora de controle estatístico e terá a possibilidade de corrigir o problema com a retirada das causas atribuíveis.

No entendimento de Camargos (2021), a análise de tempos e movimentos, também conhecida como cronoanálise, é uma importante ferramenta de gestão para analisar o tempo em que determinadas atividades são realizadas durante o processo produtivo em uma indústria, dentre outros ambientes empresariais que necessitam controlar e definir métricas. Essa metodologia foi criada no início do século XX pelos engenheiros americanos Frank Gilbreth e Frederick Taylor,

que perceberam que o tempo era o principal fator na busca por mais produtividade e eficiência na linha de produção no que competem as etapas de determinada atividade. Ao analisar o tempo gasto no processo produtivo, é imprescindível entender melhor a linha de produção e identificar quanto tempo cada etapa leva para ser concluída.

Pois sem mensurar a periodicidade de cada atividade, não será possível determinar com precisão os recursos que serão incorporados no atendimento da demanda, bem como quantificar e prever a produção diária, semanal, mensal, semestral, anual e no encadeamento observar os pontos de melhoria e caso necessário, aperfeiçoar os processos. No Sistema Toyota de Produção a lógica é que tudo o que gerar custo e não agregar valor deve ser eliminado, ou seja, qualquer desperdício é igual à perda de esforços, de materiais e de tempo. Outrossim, este modelo é conhecido por produção enxuta, como também (*Lean Manufacturing*) este método, visa identificar, reduzir ou eliminar os desperdícios na linha de produção. Os desperdícios proeminentes pelo (STP) estão divididos em grupos: desperdício de superprodução; de tempo disponível (espera); em transporte; no processamento em si; de estoque disponível; de movimento; e, na fabricação de produtos defeituosos (OHNO, 1988, p. 39).

A base na construção e fundamentação em atendimento ao Mestrado, foi intensificado o “movimento”, Ohno (1988, p. 132) afirma que, independentemente do quanto os operários se movimentem, não significa que o trabalho tenha sido realizado, trabalho eficiente significa que foram feitos progressos, com pouco desperdício e grande eficácia. No caso das indústrias manufatureiras, Goldratt (2002) explica que se deve procurar balancear o fluxo de produto pela fábrica com a demanda do mercado, o que não significa necessariamente a exigência de aumento na capacidade instalada do setor, isso significa a busca pela máxima utilização dos fatores envolvidos no processo de produção, entre eles, matérias-primas, componentes, mão de obra, máquinas e equipamentos (GOLDRATT, 2002). Em seguida, será apresentado no Quadro 01 o comparativo em relação a visão de cada autor citado.

Quadro 01. Contextualização e visão geral dos autores

Autor	Visão geral
Shewhart (1933)	Ele foi o precursor na aplicação da estatística em processos e gerenciamento da qualidade, além de considerar a importância dos dados numéricos nesta avaliação.
Rodrigues e Jemma (2005)	Segundo os autores, buscaram os fundamentos estatísticos para serem aplicados em seus experimentos e atribuíram como uma ferramenta poderosa para se chegar às condições otimizadas de um processo em função de formulação de produtos dentro das especificações desejadas.
Delaretti Filho e Drumond (1994)	Focam nas medidas que tem como objetivo principal mensurar o atendimento dos desejos dos clientes internos e externos
Tubino (2000)	O autor foca na atribuição de ferramenta, como o Kanban, para substituir inúmeros formulários e facilitar o suprimento geral dos recursos, e assim, diminuir o fluxo desnecessário de material e garantir a eficiência e eficácia na linha de produção.
Ohno (1997)	Na perspectiva do <i>lean</i> nos processos industriais, faz-se necessário compreender o que agrega valor aos clientes internos, externos, produtos e serviços. Pois existem inúmeros desafios, mas o maior deles é na movimentação de materiais, uma vez que essa função, em si é uma atividade considerada como perda, segundo autor.
Kourti e Macgregor (1995)	Os autores, enfatizam que a performance de um processo, podem ser medidos através do monitoramento do desempenho ao logo das atividades em determinado horizonte de tempo para certificar o seu estado de controle.
Benneyan (2010)	O autor, pontua a importância de garantir a qualidade ao longo de um processo produtivo e deve se observar pontos instáveis que podem ocorrer desestabilidades na linha de fabricação. Ainda assim, é primordial examinar o processo de forma a garantir a sua estabilidade ao longo do percurso para melhorar a qualidade dos produtos.
Topalidou e Psarakis (2009)	Estes pontuam, a geração e análise dos gráficos para identificar variação ocorrida no processo e sinalizar fatores que estejam, fora das condições e limites de controle estatístico e se antecipar na contenção da falha com a retirada das causas atribuíveis.
Camargos (2021)	Gilbreth, focou essencialmente no estudo de movimentos de um operador com relação à sua capacidade de aumentar a produção e na redução da fadiga por conta de suas atribuições operacionais. E para Taylor, os funcionários deveriam ser gerenciados a fim de evitar tempo ocioso, como também eliminar tempo perdido com atividades desnecessárias às funções executadas e as mesmas deveriam ser repetidas para alcançar a máxima produtividade e a perfeição nas entregas de produtos e serviço.
Goldratt (2002)	O autor enfatiza a importância da máxima utilização dos recursos atribuídos ao sistema de produção, sejam eles: naturais, intelectuais, capital e os intangíveis. E reconhece que existem uma dependência entre estes recursos na cadeia produtiva.

Fonte: Própria autoria (2024).

Ao analisar o Quadro 01 em relação a visão de cada autor, é possível compreender que cada método, técnica, ferramentas e sistemas tecnológicos, complementam entre si e buscam reduzir ou eliminar falhas nas atividades manufatureiras e maximizar ações lucrativas e preservar a integridade física e imaterial da organização.

3.1 TEMPOS E MÉTODOS

O foco pela eficiência nos processos organizacionais para executá-los com mais rapidez, estimulam as organizações a buscarem, constantemente, formas de produzir mais em menos tempo e com o mínimo de esforço e recurso possível. A métrica para a mensuração do nível de produtividade é considerada para a compreensão da eficiência organizacional, seja de forma sistêmica ou por setores, suprindo com informações que auxiliam diretamente o processo de tomada de decisão, pois Vieira (2014, p. 24) destaca que o estudo de tempos evidencia desta forma, a eficiência e eficácia da aplicação dos recursos disponíveis no alcance dos objetivos de desempenho no trabalho. Por isso, o estudo de tempos se configura como ferramenta de avaliação das tarefas, ao possibilitar a identificação de gargalos e maneiras de resolvê-los e o aperfeiçoamento contínuo dos processos administrativos, técnicos e operacionais.

O estudo de tempos e métodos é definido como o estudo dos sistemas de trabalho, com o objetivo de prover o melhor método de trabalho e com o menor custo possível, padronizá-lo e determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em ritmo normal, para executar uma operação específica, além de reduzir a fadiga dos trabalhadores por conta da demanda (BARNES, 1977). Segundo Peinado e Graeml (2004), o estudo de tempos por meio da cronoanálise é uma forma de medir e controlar estatisticamente a tarefa a ser realizada, calculando o Tempo Padrão (TP) que define qual a capacidade produtiva da organização.

Conforme Peinado e Graeml (2007) é evidente que com apenas uma medida de tempo não seja possível definir o tempo padrão de uma tarefa, entretanto, faz-se necessário executar várias tomadas de tempo para obter uma média geral destes períodos. Todavia, é necessário saber quantas tomadas de tempo devem ser realizadas para que a média seja aceitável e confiável. Além da importância de efetuar cálculo estatístico para definir a quantidade de observações, a seguir equação que define o número de cronometragens para um dado estudo de tempo:

$$N = \left(\frac{Z \times R}{Er \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$$

Detalhamento:

N = número de ciclos a serem cronometrados

Z = coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada

R = amplitude da amostra

Er = erro relativo da medida

d_2 = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente

\bar{x} = média dos valores das observações

Os valores de Z e d_2 estão expressos na Tabelas 1 e 2 conforme indicado a seguir:

Tabela 01. Coeficientes de distribuição normal

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

Tabela 02. Coeficiente d_2 para o número de cronometragens iniciais

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

Determinação do Tempo Médio: faz-se o somatório de todas as tomadas de tempo e divide-se pelo número de vezes que o cronometrista realizou as cronometragens.

$$TM = \frac{TN}{N}$$

Em que:

TM = Tempo Médio

TN = Tempo Normal Médio

N = Número de tomadas de decisão

Determinação do tempo normal: na perspectiva de Barnes (1977) para definir a velocidade do trabalhador, o cronometrista utiliza um termo chamado velocidade normal de operação, em que se atribui um valor de 100%. Para impedir que ocorram falhas no processo, é necessário treinar sistematicamente, e, por várias vezes, o especialista desta ação, possa adotar um padrão de operações efetivas na organização empresarial.

$$TN = TC \times V$$

Detalhamento:

TN = Tempo Normal

TC/TM = Tempo cronometrado/médio

V = Velocidade

Determinação do fator de tolerância: nesta etapa, será calculado o fator de tolerância que a empresa disponibilizará para seus operadores realizarem suas necessidades fisiológicas, tolerância para alívio das fadigas provenientes da prática contínua e sistematizada do trabalho. Visto que, na prática das empresas brasileiras, o que se tem observado é a utilização de uma tolerância entre 15% e 20% do tempo para trabalhos normais e em condições de ambientes normais (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 102).

Por esta razão, serão observados os níveis de esforços aos quais os colaboradores estão submetidos e as condições em relação às incertezas (ambiental, máquina, equipamentos e aparatos, e, humana) no decorrer do dia a dia. A partir desses critérios, será possível estabelecer o que precisa ser implementado no que diz respeito às tolerâncias das tarefas para cada posto de trabalho. Na sequência, será especificada cada uma dessas informações em razão da tolerância.

Tabela 03. Avaliação do fator de tolerância de fadiga utilizado na prática

AVALIAÇÃO DO FATOR DE TOLERÂNCIA							
Tabela 1				Tabela 2		Tabela 3	
Nível de esforço				Condições ambientais		Monotonia do trabalho	
NÍVEL	Mental	Visual	Físico				
Muito leve	1	1	3	A	0	até 0,5	5
Leve	2	2	5	B	2	de 0,6 a 1,0	4
Médio	4	4	8	C	4	de 1,1 a 1,5	3
Pesado	7	7	12	D	6	acima de 1,5; utilizar a Tabela 1	
Muito pesado	10	10	18	E	8		
Tabela 1	- Aplicar para cada elemento da operação - Somar os percentuais dos três tipos de esforços - Adicionar à soma dos esforços, o percentual da tabela 2 - O uso da tabela 1 exclui o uso da tabela 3						
Tabela 2	Tipo A - Sem ruídos, poeira ou umidade. Calor ou frio normais. - Iluminação e ventilação adequadas - Sem riscos de acidentes ou doenças profissionais Tipo E - Ruidoso, muita poeira ou umidade. Excesso de calor ou frio artificiais. - Iluminação e ventilação péssimas - Razoável risco de acidentes e doenças profissionais						
Tabela 3	- Utilizar para as operações altamente monótonas, sem esforços - Somar à avaliação, o percentual da tabela 2 - O uso da tabela 3 exclui o uso da tabela 1						

Fonte: Peinado; Graeml (2007).

Pois Slack et al. (2009) testifica que as tolerâncias são acréscimos dados ao tempo normal para possibilitar ao colaborador a recuperação de todos os efeitos psicológicos e fisiológicos obtidos através do cotidiano sistemático das tarefas no local de trabalho. O total de tolerância está diretamente ligado à natureza da atividade executada. O modo de utilização para o cálculo varia de uma empresa/indústria para outra, em que são estabelecidos critérios e requisitos internos para que o colaborador seja assistido da melhor forma cabível.

$$FT = \frac{t}{t - P}$$

Em que:

FT = fator de tolerância

T = tempo total trabalhado

P = tempo de intervalo dado (tempo ocioso)

Determinação do tempo padrão: após ter encontrado o tempo normal que é o tempo cronometrado e padronizado a um ritmo normal, neste caso, não é possível um operador trabalhar o dia todo, sem nenhuma parada, tanto por suas necessidades, como por outras causas normais apresentadas pelos serviços (PEINADO; GRAEML, 2007).

Por conseguinte, o cálculo tempo padrão deve levar em consideração os fatores de tolerância para se obter os cálculos exatos do processo.

$$TP = TN \times FT$$

Detalhamento:

TP = tempo padrão

TN = tempo normal

FT = fator de tolerância

4 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido e executado com base em pesquisa primária e secundária de caráter exploratório, e, conforme exemplificado no item 4.1. Apropriação de normas técnicas, pesquisas em sites, livros, revistas especializadas, artigos técnicos e científicos e no modelo Indústria 4.0, bem como nos cases de experimentos, vivenciados na empresa FAGIP. Além do uso de computador, dotado de *Software* e ferramentas tecnológicas de modelagem, análise e tratamento de dados, e, criação de *layout* industrial para simulação operacional em prol do alcance de resultado para validar o estudo.

Lopes (2024) descreve a revolução com o surgimento e a incorporação da Indústria 4.0, a qual está transformando a manufatura global, trazendo avanços significativos em eficiência, personalização e sustentabilidade. Além das dificuldades culturais, barreiras estruturais e financeiras na difusão e implantação desse modelo no Brasil. Segundo Ribeiro et al. (2017), a Indústria 4.0 refere-se à criação de novas formas de negócios adequados para mercados cada vez mais exigentes que cobram novidades e inovação em seus estabelecimentos empresariais para atender diversas necessidades dos seus clientes.

A constante evolução das cidades e suas capacidades populacionais, exigiu constante adaptação das organizações, que passaram a investir em tecnologias mais flexíveis e produtivas, as grandes escalas de produção e processos mais arrojados, customizados, personalizados e refinados, necessitam de ciências distintas e inovadoras face às revoluções tecnológicas e comerciais, tanto na indústria quanto nos setores e processos organizacionais de modo geral.

4.1 Metodologia da pesquisa versus desenvolvimento da Dissertação

Uma pesquisa pode ser definida como um procedimento sistematizado que tem como objetivo proporcionar resultados aos problemas que são evidenciados. A pesquisa é importante quando não se dispõe de informação suficiente para responder o problema, ou então quando a informação apresenta inconsistência que não possa ser adequadamente relacionada ao problema (GIL, 1991). Segundo Silva e Menezes (2005) toda pesquisa deve ser classificada de acordo com alguns critérios como Natureza da pesquisa, Forma de abordagem do problema. Pois a escolha da metodologia de pesquisa mais adequada para o tema em questão depende de diversos fatores, como os objetivos específicos do projeto, as características do processo produtivo a ser analisado e os recursos disponíveis. No entanto, algumas metodologias podem ser particularmente relevantes para este tipo de estudo, conforme detalhado a seguir:

Natureza da pesquisa - o trabalho aqui apresentado se enquadra em pesquisa aplicada onde, segundo Silva e Menezes (2005), possui o objetivo de gerar conhecimentos para aplicações práticas a fim de atingir a solução de problemas específicos, pois é uma aplicação prática de uma solução para um problema específico. Entretanto, sobre a Abordagem do problema, o projeto exposto se enquadra em Pesquisa Qualitativa, de acordo com Silva e Menezes (2005), neste tipo de investigação o pesquisador é o instrumento chave, pois é baseado nas interpretações realizadas, a partir da percepção durante a aplicação prática, onde as análises acontecem de forma subjetiva.

Em relação aos Objetivos da pesquisa, a forma aqui apresentada se enquadra em Pesquisa Exploratória que, segundo Gil (1991) possui o objetivo de proporcionar familiaridade com o problema de forma a torná-lo mais explícito, construir hipóteses ou, ainda, aprimorar ideias. Na sua maioria, estas pesquisas assumem a forma de pesquisas bibliográficas ou estudos de caso, a qual se enquadra essa Dissertação.

5 DISCUSSÃO E RESULTADOS

5.1 Apresentação da breve história da fábrica têxtil FAGIP S/A

À FAGIP, localizada no Largo do Papagaio, nº 18, Ribeira, Salvador Bahia, ocupava uma área de 19.856 m² (CASTORE; UFBA, 2023). A mesma era a única indústria têxtil que permaneceu na Península de Itapagipe, sendo pioneira na implantação de controle ambiental monitorado pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA (CASTORE; UFBA, 2023). Nesta perspectiva, será demonstrado e ilustrado na linha do tempo o Marco e referência no crescimento econômico da Bahia face ao surgimento da Indústria FAGIP na cidade do Salvador-Ba. A seguir detalhamento no Quadro 02.

Quadro 02. Linha do tempo da história da fábrica têxtil em Salvador - Bahia

Fábrica têxtil	Ano de surgimento	Contexto histórico	Fusões e sucessões corporativas
Fábrica São Brás	Fundada em 1875, pelos irmãos portugueses Manoel Francisco de Almeida Brandão e Antônio Francisco Brandão Junior.	A fábrica produzia tecido branco e tinto trançados de diversas qualidades e riscados. Em 1882, já de propriedade de Antônio Francisco Brandão e Cia. A fábrica, era composta com um número expressivo de operários, entre homens, mulheres e crianças e funcionava com máquinas à vapor. Em 1886 passou por reformas e adquiriu novas máquinas e passou a produzir brim, peças de vestuários e roupas de cama e banho.	Em 1891 a Fábrica São Brás foi incorporada à Companhia Progresso Industrial da Bahia, juntamente com a Fábrica Bonfim e Fazenda Cabrito.
			Em 1967, a Fábrica São Brás é vendida para a Fábrica de Tecidos Fátima e passa a se chamar FATBRAZ.
			Em 1990, a Fábrica São Brás foi incorporada ao nome FAGIP (Fábrica de Gases Industriais Agroprotetoras). Em 2017, esta empresa, encerrou as suas atividades operacionais (DIÁRIO OFICIAL, 2018).

Fonte: Própria autoria (2023).

O Quadro 02, retrata o surgimento e a importância da fábrica no contexto histórico, social, geográfico e sua relevância na cultura e na economia da capital e estado, como também a sua relação com os bairros adjacentes, sociedade e moradores circunvizinhos. A Imagem 01 expressa à vista superior da fábrica.

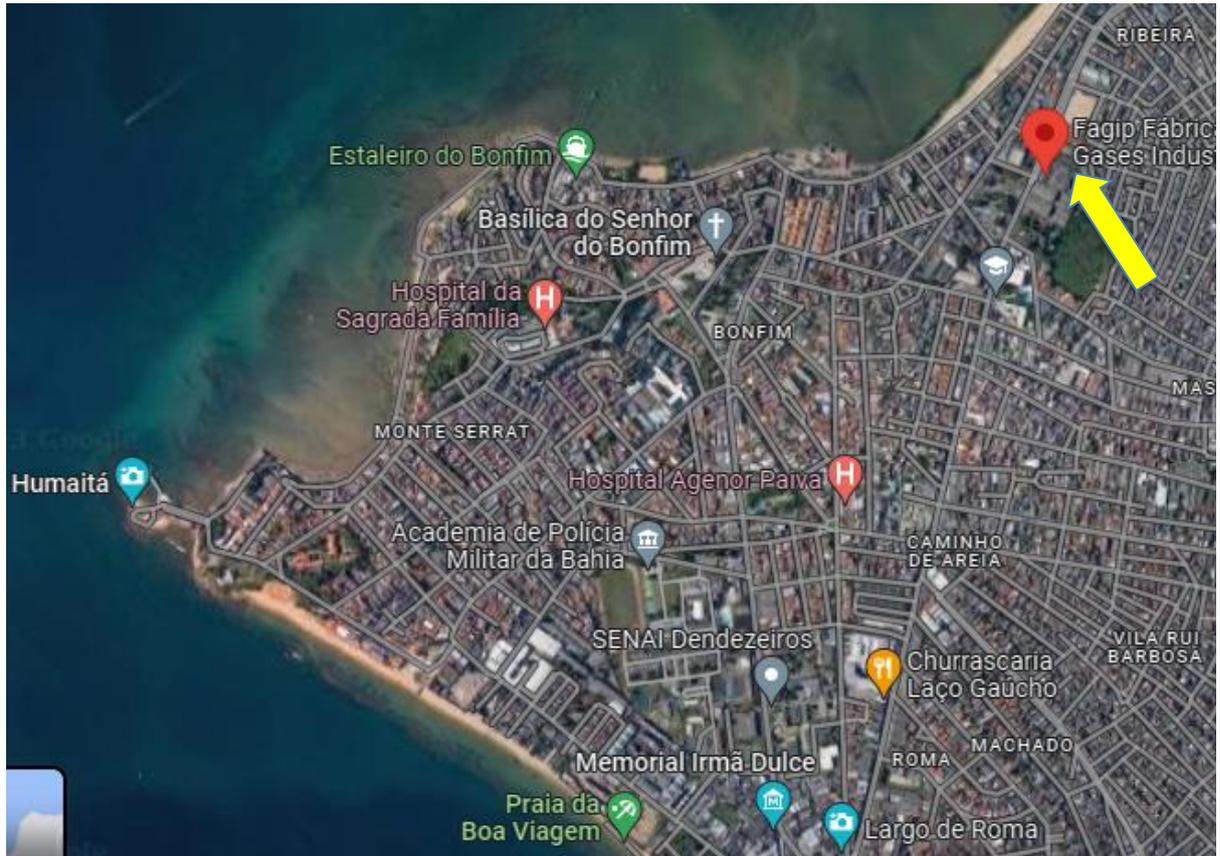
Imagem 01. Vista panorâmica da habitação da FAGIP



Fonte: Google Earth (2023).

Conforme Imagem 01, a demarcação na cor amarela, representa o limite de ocupação geoespacial da empresa, correspondente a uma área de 19.856 m², além de ser cercada por residências e comércios atacadistas, varejistas e margeando com a principal via urbana de transporte que faz a ligação com as demais vias arteriais rodoviárias no zoneamento localizado na Cidade Baixa, Salvador-BA. Logo, o Mapa 01 indicará a localização, endereçamento e onde a fábrica está situada no contexto geográfico.

Mapa 01. Vista panorâmica da FAGIP



Fonte: Google maps (2023).

De acordo com a ilustração no Mapa 01, a seta na cor amarela indica o endereço da fábrica (FAGIP) que fica localizada na Península de Itapagipe, Ribeira, Salvador-Ba, a mesma era circundada pela orla marítima da Cidade Baixa. Sendo assim, pode ser identificada a posição geoespacial da indústria e outras empresas e bairros circunvizinhos em função de retratar o ponto de origem que foi estudado.

5.2 Definição e finalidade do estudo de tempos, movimentos e aplicação de *softwares* de modelagem computacional na indústria têxtil

A partir do histórico e resgate de memórias em função da reconstrução do *layout* técnico a partir da planta de localização, situação, croqui, mapa e vista superior, foi possível realizar a caracterização e materialização da planta baixa, através de ferramentas especializadas para representar o sistema integral de produção e operações, com desenho fiel do fluxograma de processo e na sequência, a migração do mencionado arranjo físico para um sistema

computacional em função de simular, ações e eventos de operações na fabricação de fios, tecidos, enobrecimento do substrato têxtil/acabamento com fluxo interativo e real da indústria têxtil e dos processos de manufaturas com aplicação de desenho técnico e de modelagem 3D.

No primeiro momento, foram utilizados e aplicados, dois sistemas tecnológicos que consistem na construção e simulação de projeto industrial, como segue: AutoCAD, criado e comercializado pela Autodesk; E, em seguida a ferramenta ProModel, software avançado de simulação de eventos discretos que contribui nas melhores decisões com presteza e eficácia. Nesta perspectiva, Sampaio e Trevisan (2017) em seu estudo e pesquisa, apresentaram análise comparativa e aplicação de softwares de modelagem e simulação no processo industrial e eventos discretos em seu Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica, na Universidade Federal do Paraná - UFPR (SAMPAIO e TREVISAN, 2017). Neste aspecto, os autores estratificaram e consolidaram informações e dados das dez universidades no Brasil, com o ranking dos dez melhores cursos de Engenharia de Produção que utilizam de softwares de modelagem 3D, conforme Imagem 02.

Imagem 02. Resultado comparativo dos *softwares* de simulação e modelagem industrial

Universidade	Posição no ranking	Software utilizado
UFRJ	1º	Programação em Python, R e VBA (Excel)
USP	2º	ARENA, Plant Simulation
UFSC	3º	ARENA, Simio
UNICAMP	4º	ARENA
UFSCar	5º	ARENA, FlexSim
UFMG	6º	ARENA
UFRGS	7º	ProModel
UNESP	8º	ProModel
FEI	9º	ProModel
UFPR	10º	ARENA

Fonte: Sampaio e Trevisan (2017).

Em análise da Imagem 02, é notável que a ferramenta ARENA foi apontada seis vezes nas seguintes universidades (USP, UFSC, UNICAMP, UFSCar, UFMG, UFPR) e o ProModel,

três vezes (UFRGS, UNESP, FEI) e os demais sistemas, uma vez em cada universidade. Neste contexto, o sistema ARENA apresenta unanimidade, em seguida o ProModel.

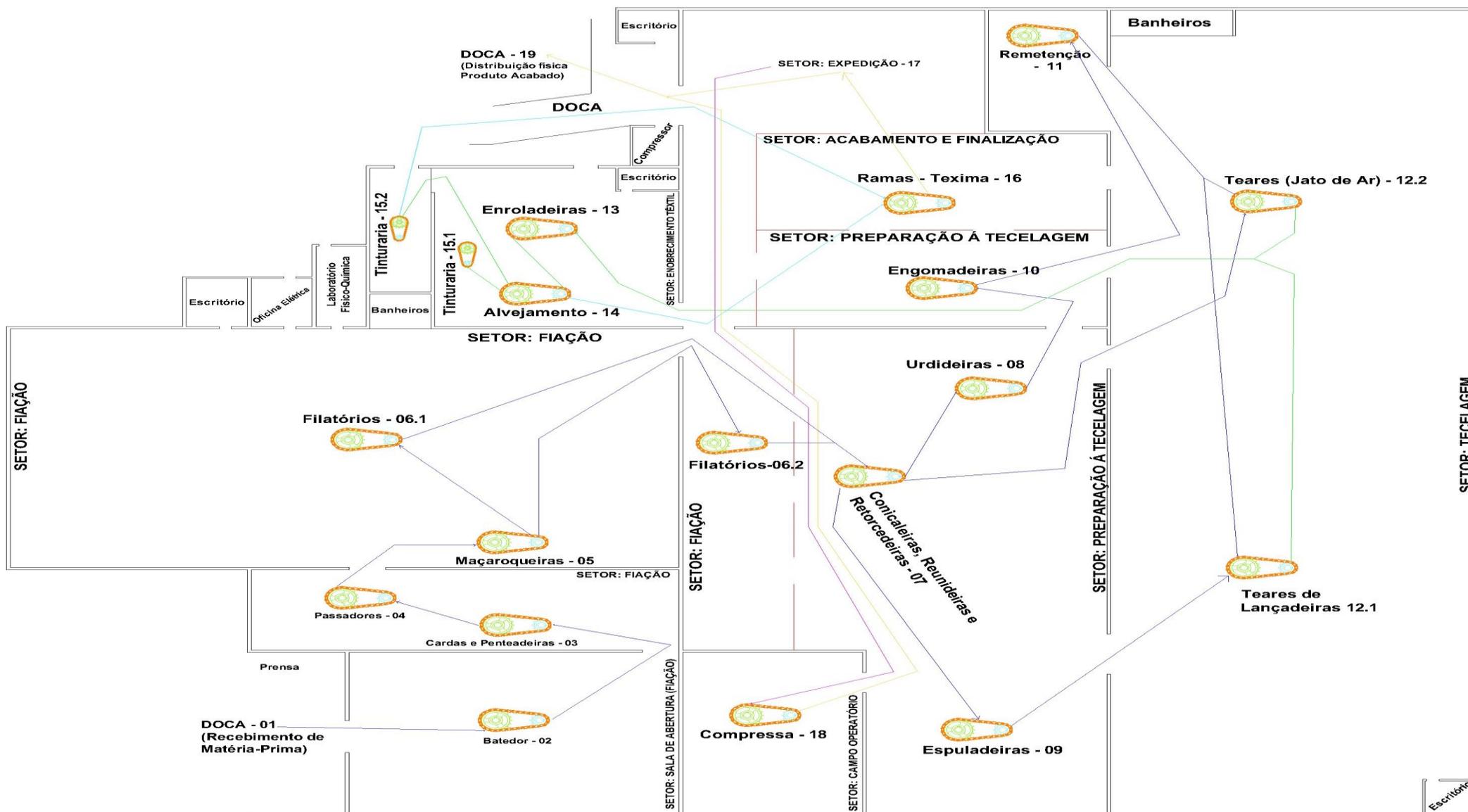
Portanto, para elaboração, aplicação e efetivação do modelo de simulação computacional, foi selecionado e escolhido tecnicamente para compor esta Dissertação, o *software* Promodel, pelo fato do mesmo, ter representante no Brasil e está vinculado a instituição de ensino na Bahia, a exemplo (SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), a qual faz parte do mesmo estado do IFBA/PPGESP, entre essas evidências para a escolha dos recursos mais adequados, serão apontados outros fatores, como:

- O ProModel, ficou entre os sistemas, mais avançados de simulação de eventos discretos conforme Imagem 02;
- Além da larga experiência do autor na mencionada ferramenta, afim de modelar o processo industrial em aspecto realístico, reproduzindo de maneira prática, lógica e analítica as etapas do processo;
- A arquitetura do sistema tem uma abordagem gráfica, interativa, funcional e de fácil compreensão, colaborando nas fases de verificação, validação e testificação;
- Disponibilidade de versão *student* ou *full* (acesso gratuito de simulação teste);
- Este *software* (ProModel) permite a invenção, criação e desenvolvimento de prototipagem para elucidação de outras possibilidades para pesquisas futuras.

Conforme contextualização de Robinson (2008), enfatiza que desde o início, a simulação a eventos discretos está acompanhando a evolução do crescimento da computação. Em relação ao trabalho discorrido, a simulação a eventos discretos, demonstrou-se como uma grande e crucial metodologia para o estudo, *check-up* e suporte às decisões gerenciais, em razão de evidenciar problemas e falhas invisíveis em todo fluxo e percurso no orgânico industrial/empresarial e contribui na análise de cenários sem custos operacionais.

A seguir Figura 01, *layout* industrial que representa o itinerário do percurso do início ao fim das etapas de fabricação, incluído, movimentação física de recursos da produção e a conversão de insumos em produto acabado. Neste sentido, será apresentada a caracterização memorável na reconstituição do sistema de produção da fábrica, FAGIP. Retrato fiel das etapas e fluxo dos processos no que concernem as condições normais de fabricação têxtil para esta empresa, discorrido pelo próprio pesquisador, segue mapeamento exemplificando.

Figura 01. Mapeamento do fluxo de produção da fibra ao tecido (Modelagem em AutoCAD)



Fonte: Própria autoria (2023).

Congruente Figura 01 supracitada, desenho técnico em CAD (planta baixa sem escala) pode ser observado às etapas de processos que rege o fluxo intralogístico em atendimento a demanda puxada e empurrada, desde o *input* até o *output* no que tange a cada etapa de fabricação. Neste sentido, será detalhado o VSM (*Value Stream Mapping*) ou MFV (Mapeamento de Fluxo de Valor) correspondentes às sequências operacionais (matéria-prima, produto semiacabado e acabado), como seguem:

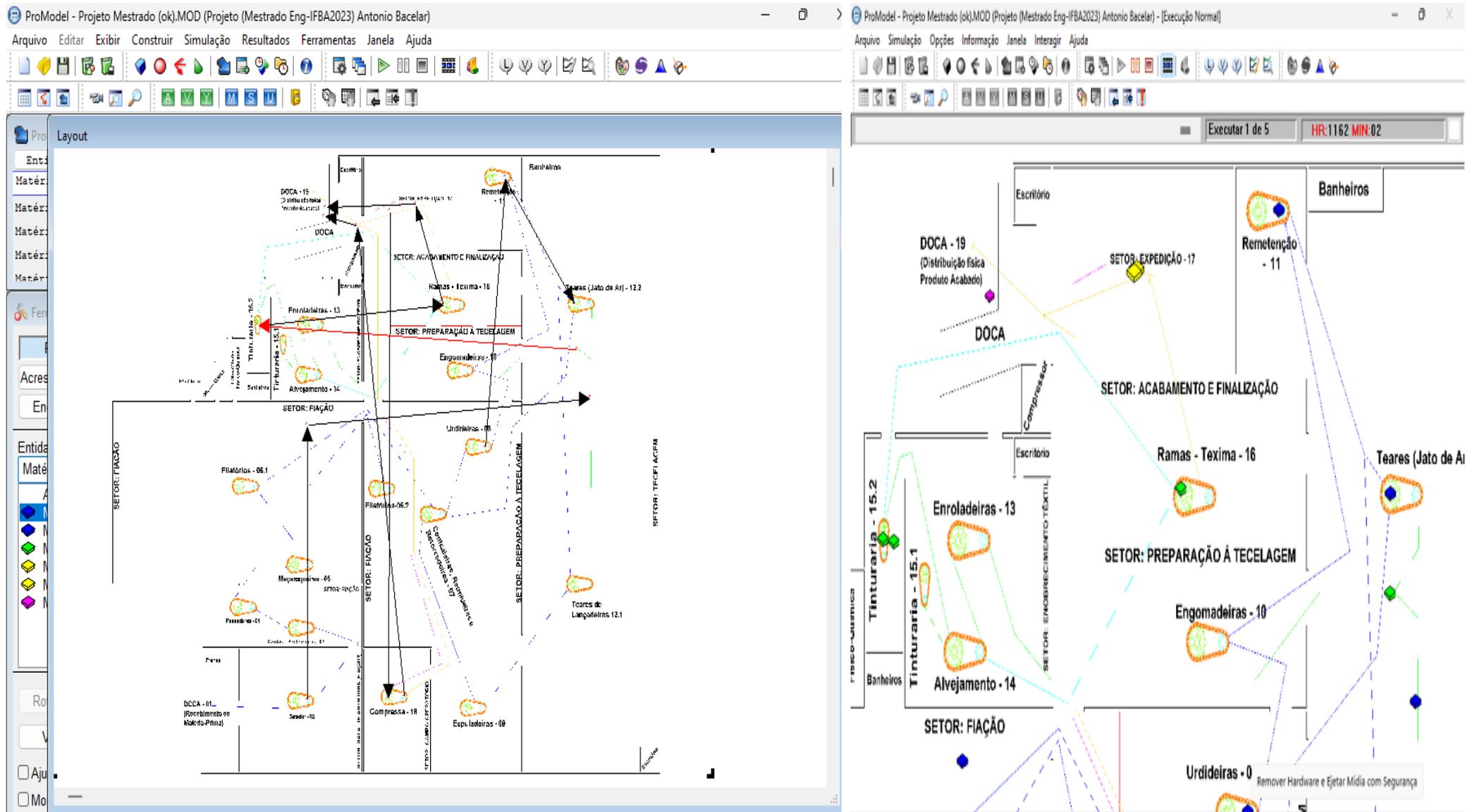
Quadro 03. Caracterização descritiva da entrada e saída dos recursos (kanban de produção)

Código do setor	Setor	Cor da linha (percurso)	Input	Output
01	Doca de entrada (recebimento de matéria-prima)	 Azul	Fardo de fibra	Fibra em pluma
02	Batedor		Flocos de fibra	Manta
03	Cardas e Penteadadeiras		Manta	Fita
04	Passadores		Fita	Fita do passador
05	Maçaroqueiras		Fita do passador	Pavio
06.1; 06.2	Filatórios (convencional)		Pavio	Espula de fio
07	Conicaleiras, Reunideiras e Retorcedeiras		Espula de fio	Cone de fio
08	Urdideiras		Cone de fio	Rolo de urdume crú
09	Espuladeiras		Cone de fio	Espula de lançadeira
10	Engomadeiras		Rolo de urdume crú	Rolo de urdume engomado
11	Remetenção		Rolo de urdume engomado	Rolo de urdume remetido
12.1; 12.2	Teares de Lançadeiras e Jato de Ar	 Verde	Rolo de urdume remetido	Rolo de tecido
13	Enroladeiras		Rolo de tecido crú	Carretel de tecido crú
14	Turbo de alveijamento		Carretel de tecido crú	Carretel de tecido branqueado
15.1; 15.2	Tinturaria		Rolo de tecido branqueado	Rolo de tecido tingido
16	Ramas - Teximas	 Azul claro	Carretel de tecido enobrecido – úmido	Rolo de tecido enobrecido - seco
17	Expedição	 Rosa	Rolo de tecido finalizado	Rolo de tecido embalado e etiquetado
18	Setor compressas		Rolo de tecido finalizado	Gazes, compressas e campo operatório (esterilizado, embalado e etiquetado)
19	Doca de saída (escoamento de produto acabado para o mercado) B2B		 Amarelo	Rolo de tecido, gazes, compressas e campo operatório (embalado e etiquetado)
Observação: os maquinários, que compõem estes processos pesam em média três toneladas, cada.				

Fonte: Própria autoria (2023).

Conforme Quadro 03, o mesmo retrata a espinha dorsal que determina o passo a passo do fabrico da indústria FAGIP. Neste contexto, os sistemas e modelagens computacionais contribuirão no anteprojeto ou pós-projeto em função de modelar um fluxo eficiente e assertivo juntamente com a inserção da cronoanálise no intuito de mitigar falhas de processos e logo apresentar uma solução mais viável tecnicamente e economicamente. Pois o *layout* e a disposição de recurso físico devem ser pensados estrategicamente, antes mesmo de implantar, instalar e operacionalizar. Alguma mudança posterior vai acarretar diversas situações, desde a movimentação de maquinários e equipamentos de grande porte que tem pesos de três ou mais toneladas (em média) para ser deslocados e alocados em outros ambientes ou locais específicos e até grandes investimentos financeiros na contratação/terceirização de equipes técnicas especializadas para desmontar, montar, instalar e testar. Em alguns casos, esses profissionais atuam em outras regiões ou países, onerando mais ainda essa demanda. Logo, segue demonstração que representa a modelagem computacional na plataforma gráfica do sistema ProModel (simulação interativa) com base na Figura 01 e agora, vide Figura 02.

Figura 02. Simulação gráfica do macroprocesso da FAGIP (Modelagem ProModel)



Fonte: Própria autoria (2023).

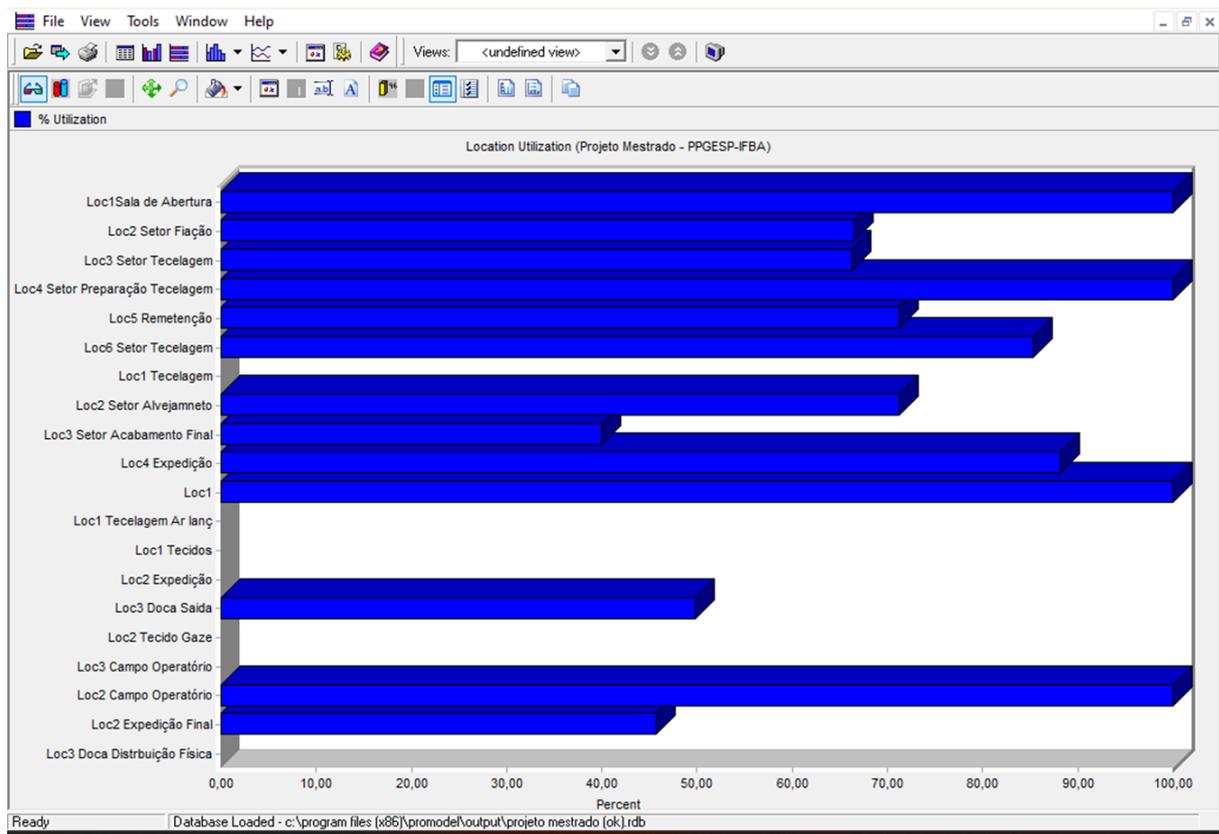
De acordo Figura 02, a mesma representa o sistema simulado em 3D, através do *software* ProModel. Esta ferramenta simula e ilustra toda movimentação em *real time* e *full-time*, contribuindo no mapeamento de processo, gerenciamento, melhoria, mudança ou adequação do sistema produtivo e infraestrutura face aos indicadores (KPIs) esperados, desejados, adequados, satisfatórios ou a confortabilidade dos resultados conforme previsto e sacramentado pelo setor estratégico e tático.

Pois é possível identificar o *input-output* no que consiste a entrada de matéria-prima (mp) na Doca, na sequência, será identificada, selecionada e separada conforme tipo de fibra têxtil (orgânica, sintética ou artificial) e os lotes em relação a natureza de fornecimento, em atendimento aos critérios e a especificidade do produto final. Como também pode ser estabelecido, o percentual de mistura para cada fibra em prol do resultado a que se espera (fio ou tecido misto), após a mencionada fase, a matéria-prima seguirá o fluxo em atendimento a convenção em produto final, neste sentido, será percorrido o passo a passo, como segue: da Doca de abastecimento para o setor de Preparação (batedor) e Fiação, transformando fibras em fios. Em seguida, os mesmos serão deslocados para alimentar o setor de Preparação à Tecelagem e a Tecelagem propriamente dita, convertendo fios singelos ou retorcidos em tecidos planos, ao finalizar a etapa anterior, os tecidos serão destinados para o setor de Enobrecimento, após a fase de beneficiamento e tratamento da superfície dos tecidos, na resultante, obterá uma aparência diferenciada, como (tecido alvejado, branqueado e ou tinto nas cores primárias e secundárias), estes poderão ser direcionados para a secagem e posteriormente para a Expedição e ou para o setor Compressa, em função de transformar, tecidos em gases hospitalares e/ou campo operatório em atendimento as demandas dos centros cirúrgicos hospitalares, pois estas etapas contextualizadas, podem ser vistas no Quadro 02 de caracterização descritiva (kanban de produção).

Ao encerrar o processo supracitado, os produtos acabados (rolos de tecidos, gases e campos operatórios) serão destinados para o setor de Expedição em função de acondicioná-los na embalagem primária, secundária e/ou terciária, além da etiquetagem para identificar e nomenclaturar cada produto versus aos seus destinos (distribuição física), para isto, os mesmos serão movimentados até a Doca de saída. Concluídas as etapas de processo, os produtos finalizados, serão distribuídos/escoados com o apoio dos diversos tipos de modais de transportes, sejam eles: rodoviário, aéreo, marítimo em atendimento aos intermediários, exemplificando: lojista/varejista, atacadista, distribuidor, hospitais, farmácias, indústria automobilística e indústria do vestuário e moda. Esses e outros parceiros são responsáveis não

só pela distribuição física, mas também pela aproximação da mercadoria ao cliente final e venda dos itens. Esta modalidade é de fundamental importância nas corporações e precisa de atenção crescente nas estratégias de Marketing. Em seguida, serão apresentados os Gráficos que representam a ilustração do comportamento face aos indicadores de produtividade e confiabilidade dos processos manufatureiros em relação ao fabrico na indústria FAGIP.

Gráfico 01. Percentual de ocupação dos setores e recursos na intralogística fabril (ProModel)

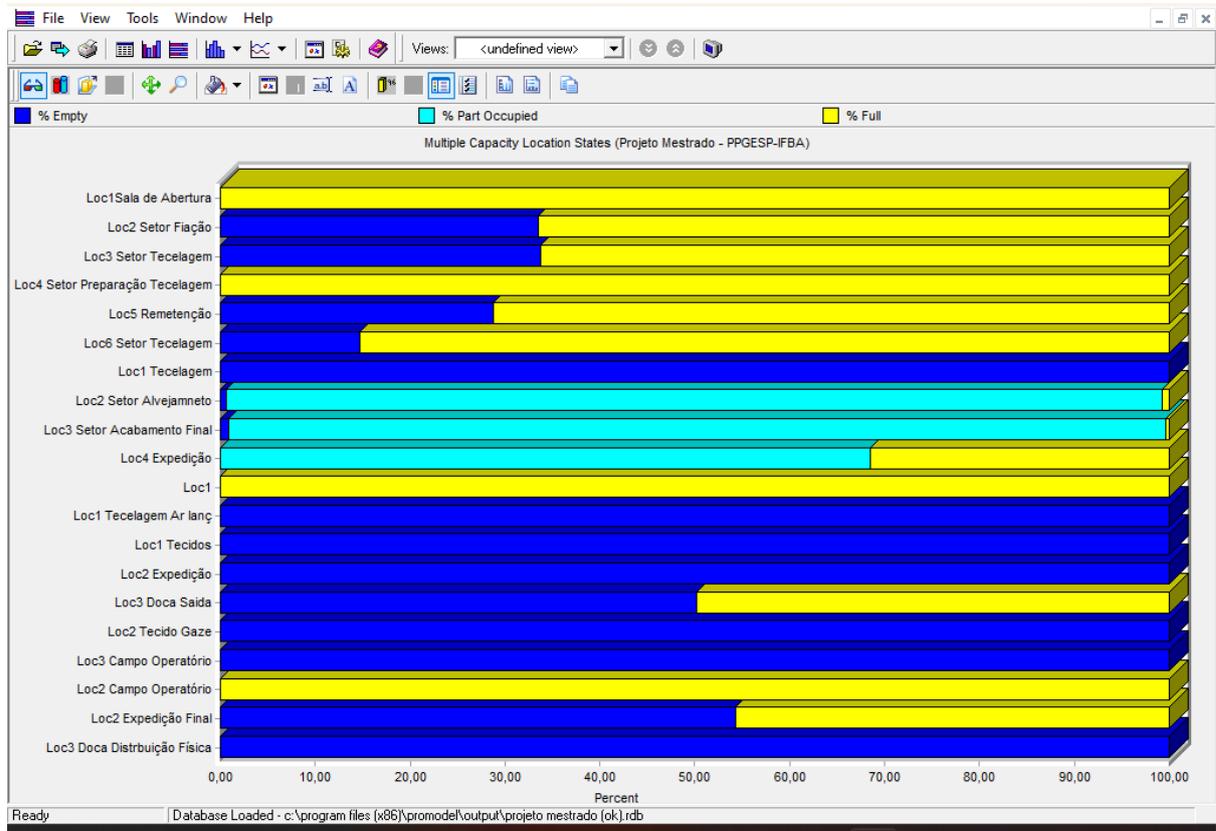


Fonte: Própria autoria (2023).

Legenda:

(%) *Utilization*: Análise do percentual de utilização dos recursos. Conforme a representação gráfica, pode ser observado setores com suas capacidades plenas e outros com o percentual a menor, devido ao grau de complexidade de cada atividade. Neste caso, o ProModel possibilita analisar e ajustar as etapas de operações, sem interferência física em cada setor, após análise e definição das ações operacionais, podem ser colocadas em prática no chão de fábrica.

Gráfico 02. Percentual de locação e capacidade múltipla dos setores e recursos na intralogística fabril (ProModel)



Fonte: Própria autoria (2023).

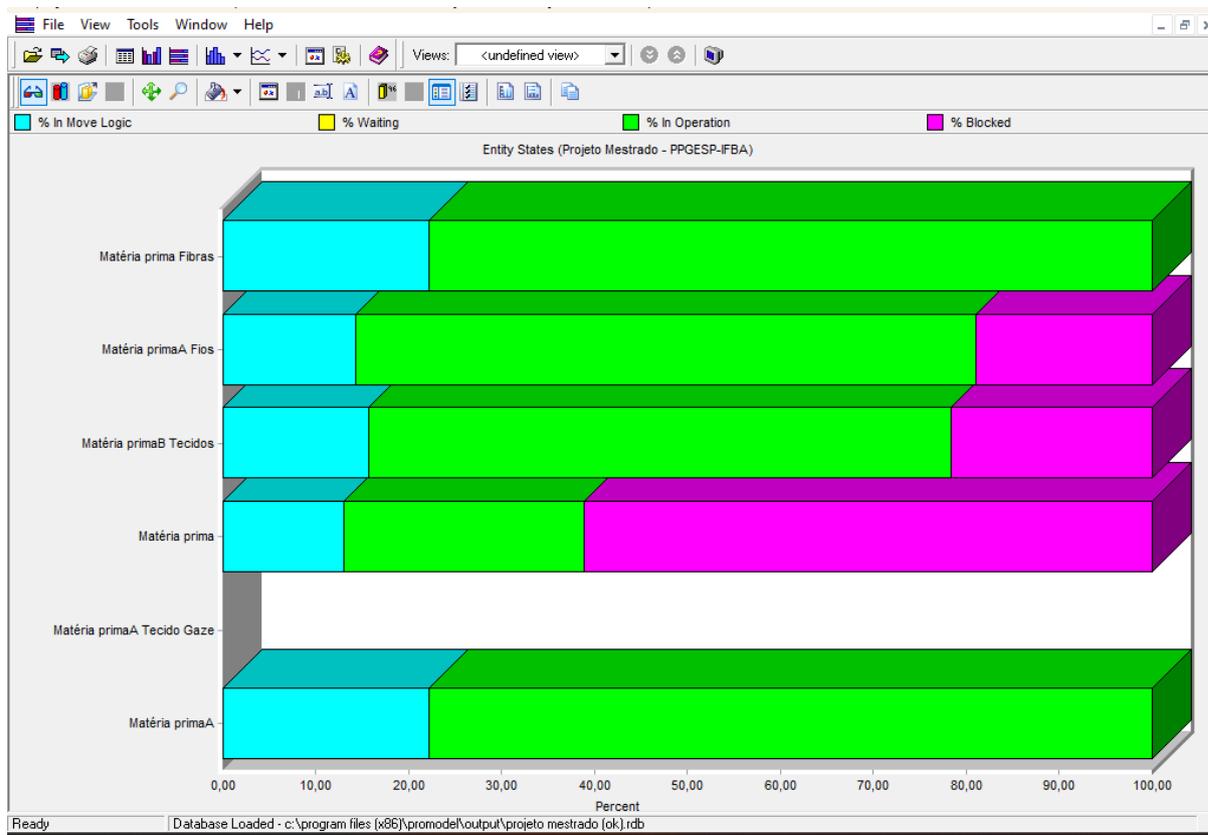
Legenda:

(%) *Empty*: Análise do percentual dos postos/setores (vazio/ocioso).

(%) *Part Occupied*: Identificação de parte ocupada dos recursos, por conta das atividades antecessoras e predecessoras.

(%) *Full*: Percentual dos postos/setores e recursos que completaram e atenderam a programação.

Gráfico 03. Percentual da eficiência do itinerário das matérias-primas na intralogística fabril (ProModel)



Fonte: Própria autoria (2023).

Legenda:

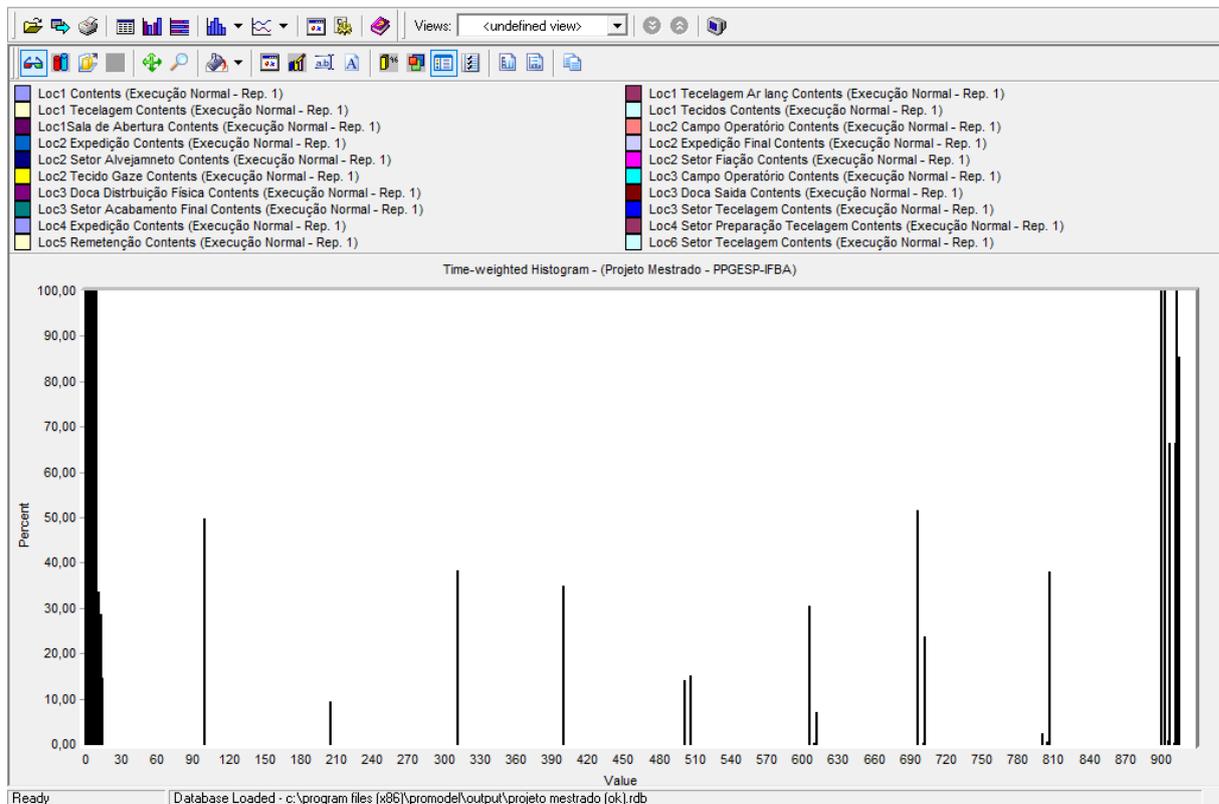
(%) *In Move Logic*: Leitura do percentual de movimentação lógica dos recursos (material, matéria-prima, componentes).

(%) *Waiting*: Análise do percentual de espera.

(%) *In Operation*: Em operação (percentual da conversão de matéria-prima, em produto semi-acabado e finalizado na linha de fabricação).

(%) *Blocked*: Percentual da linha de fabricação bloqueada/parada.

Gráfico 04. Histograma ponderado do tempo – Percentual versus quantidades das horas efetivas na intralogística fabril (ProModel)



Fonte: Própria autoria (2023).

Conforme os Gráficos 01, 02, 03, 04, gerados pelo sistema ProModel, podem ser vistos os indicadores de desempenhos dos setores e postos de trabalhos em relação ao distanciamento entre maquinários, tempo de operação, percentual de utilização e operação das máquinas, tempo de setup, percentual de ociosidade nos processos, tempo de espera, bloqueio/gargalo nas operações e fluxo de percurso, crescimento exponencial (alta) e declínio (baixa) do rendimento produtivo e o deslocamento de recursos do input até o output na esfera da empresa (atividade manufatureira intralogística, movimentação e operações internas). Enquanto, as operações de transportes, representam a logística externa (outbound).

O objetivo e conceito da intralogística é integrar todos os setores internos de uma empresa, os quais envolvem recebimento de mercadorias/insumos, estocagem, circulação dos materiais conforme as necessidades pretendidas e expedição do produto final de forma otimizada e customizada, buscando a menor economicidade de movimentos e tempo com o melhor nível de confiabilidade e rendimento na performance das tarefas. O termo e as ações

pertinentes às atribuições supracitadas convergem ao conceito de Gurgel (2000), o autor relaciona a logística industrial com a logística interna.

Pois o software ProModel, facilita e contribuí na representação fiel do sistema de produção e operação fabril, além de representar de forma fidedigna o comportamento das atividades, através de gráficos para devida tomada de decisão pelos gestores e partes interessadas. Para maiores detalhes e tratamento estatístico dos fatores numéricos, será integrado o sistema ProModel e suas resoluções numéricas e gráficas com o Excel. Este procedimento, também faz parte do fundamento dessa Dissertação, portanto, será discriminado e discorrido sobre os dados lidos e estratificados pelo sistema ProModel e tratados na seguinte plataforma, vide Tabela 04 e Gráfico 05.

Tabela 04. Análise e tratamentos dos dados de processos (ProModel versus Excel)

Qt. Elementos	Setores - Processos	Indicador Operacional				
		Scheduled Time - Hora marcada	(%) Empty - Vazio	(%) Part Occupied - Parte ocupada	(%) Full - prod. completa	(%) Downtime - tempo de inatividade
1	Loc1 Sala de Abertura	1251,68	1,33E-03	0	99,99467384	0
2	Loc2 Setor Fiação	1251,68	0,320901186	33,87	65,80871094	0
3	Loc3 Setor Tecelagem	1251,68	33,08344762	1,11	65,81004248	0
4	Loc4 Setor Preparação Tecelagem	1251,68	1,33E-03	0	99,99733692	0
5	Loc5 Remetenção	1251,68	0,320901186	28,44	71,2374003	0
6	Loc6 Setor Tecelagem	1251,68	14,70153527	0	85,29846473	0
7	Loc1 Tecelagem	1251,68	100	0	0	0
8	Loc2 Setor Alvejamento	1251,68	0,320901186	49,83	49,84887019	0
9	Loc3 Setor Acabamento Final	1251,68	17,17820002	0	82,82179998	0
10	Loc4 Expedição	1251,68	1,33E-03	20,71	79,28922385	0
11	Loc1 Tecidos	1251,68	1,33E-03	0,01	99,9866846	0
12	Loc1 Tecelagem Ar lanç	1251,68	100	0	0	0
13	Loc1 Tecidos	1251,68	100	0	0	0
14	Loc2 Expedição	1251,68	100	0	0	0
15	Loc3 Doca Saida	1251,68	25,16744118	0	74,83255882	0
16	Loc2 Tecido Gaze	1251,68	100	0	0	0
17	Loc3 Campo Operatório	1251,68	100	0	0	0
18	Loc2 Campo Operatório	1251,68	1,33E-03	0	99,99866846	0
19	Loc2 Expedição Final	1251,68	54,22830588	0	45,77169412	0
20	Loc3 Doca Distribuição Física	1251,68	79,227973	0	20,772027	20
	Total	25033,6	824,5562642	133,97	1041,468156	20
	Média	1251,68	41,22781321	6,6985	52,07340781	1
	Desvio Padrão (DP)	0,00	43,28	14,09	39,07	4,36
	Coef. Variação (CV)	0	105	210	75	436

Fonte: Própria autoria (2023).

Com base na descrição visual da Tabela 04, os resultados das análises dos dados gerados pela ferramenta ProModel e convertido em arquivo csv (valores separados por vírgulas) foram migrados e tratados no sistema Excel. Nesta análise sistemática, foram apontados os indicadores de tempo, estoque em processo, ocupação dos maquinários e equipamentos, finalização da demanda, aumento e retração produtiva, total dos dados estratificados, média, desvio padrão e

coeficiente de variação. A escolha dos KPIs, foi por conta do seu grau de relevância em decorrência dos processos manufatureiros. Deste modo, serão demonstrados modelos matemáticos em função de consolidar resultados inerentes aos processos manufatureiros.

Desvio Padrão, fórmula:

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Detalhamento:

X_i = valor individual

\bar{X} = média dos valores

N = número de valores

Coeficiente de Variação, fórmula:

$$CVP = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100$$

Onde:

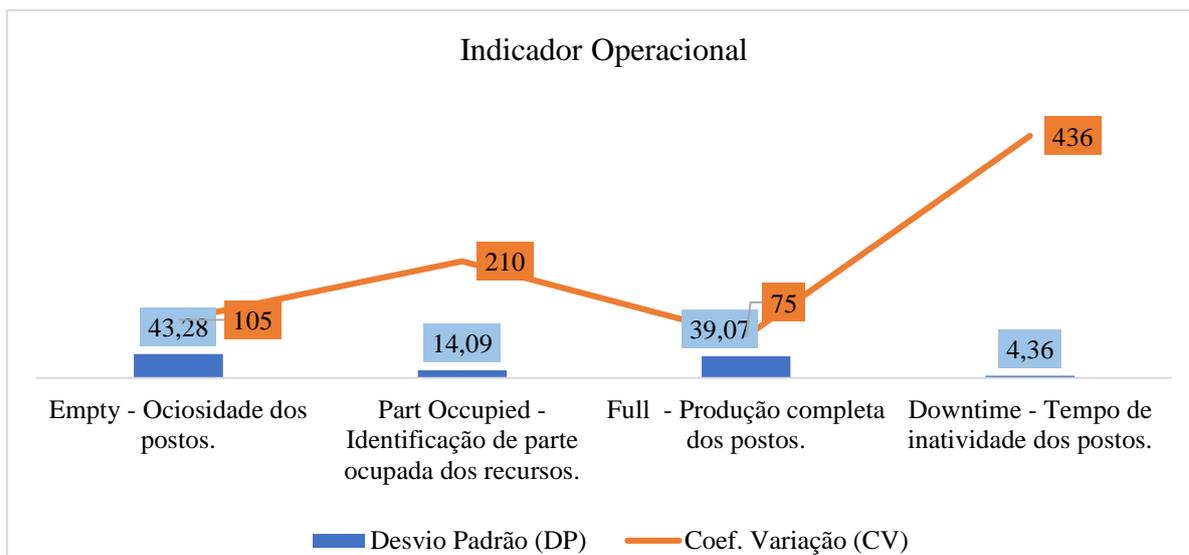
CVP = coeficiente de Variação de Pearson

Σ = desvio-padrão dos dados da série

\bar{X} = média dos dados da série

Neste contexto, ficou visível a importância e a combinação de vários sistemas, um complementando o outro em prol de entregar resultados factíveis para os ambientes empresariais e segmentos correlatos. Na intensificação e entendimento sobre o arquivo CSV, este é um formato específico para possibilitar o salvamento dos dados em um modelo estruturado de tabela, nesse sentido, o Gráfico 05 traduz a Tabela 04.

Gráfico 05. Análise visual dos dados de processos (ProModel versus Excel)



Fonte: Própria autoria (2023).

O Gráfico em questão relaciona o (DP) e o (CV) face aos indicadores de produtividades dos processos e postos de trabalhos, os mesmos apresentam valores elevados. Quanto menor for o CV mais homogêneo é o conjunto de dados e será valor zero, quando não houver variabilidade entre os dados, e, quanto menor o valor do desvio-padrão, menor a irregularidade dos dados e processos. Conforme Slack et al. (2009, pg. 04), a administração da produção é a atividade de gerenciar recursos destinados a produção e disponibilização de bens e serviços. Observando assim, as organizações como um sistema ao qual envolve vários setores operando e produzindo resultados que por sua vez devem satisfazer os objetivos estratégicos.

Segundo Chiavenato (2005, pg. 48), para produzir com eficiência e eficácia torna-se necessário escolher e definir um sistema de produção que seja o mais adequado ao produto/serviço que se pretende produzir. Cada organização possui um sistema de produção para realizar suas operações e produzir seus bens e serviços, a produção processa e transforma os materiais e as matérias-primas em produtos acabados para serem estocados ou enviados para o ponto de venda, portanto, é de fundamental importância o uso e aplicação de *software* que possa promover e elevar o crescimento interno e externo da organização, além das técnicas especializadas que contribuem na modelagem, padronização e uniformização das tarefas face aos esclarecimentos posteriores.

Segundo Toledo (2004), a cronoanálise não é uma ferramenta apenas para se definir o tempo padrão, mas é também a ferramenta que define e documenta o processo, sendo um

documento “vivo” que acompanha a evolução contínua deste. Entretanto, a cronometragem tem sua aplicação em tempos e métodos, e o autor define parâmetros estratificados e tabulados de forma, confiável e coerente, com o intuito de congregarem na racionalização industrial, e na melhoria do processo onde ela será aplicada, conduzida e estudada.

De acordo com Toledo e Kuratomi (1977), o estudo dos tempos e movimentos, representa a análise dos métodos, materiais, tempos, ferramentas a serem utilizadas e as instalações que serão usadas na aplicação do trabalho.

Andrade (2006) elenca os principais objetivos que justificam o estudo dos tempos e métodos, como segue: melhoria do posto de trabalho, melhoria de máquinas e equipamentos, melhorias de condições de trabalhos no que tange a ergonomia, redução no esforço físico no que se refere à fadiga e melhor utilização dos recursos, instalações, materiais e mão de obra.

Costa et al. (2008), acrescenta que o objetivo é a determinação da capacidade produtiva de um setor ou de uma linha de produção, ou seja, a definição de um tempo padrão. E, dessa forma, torna possível a comparação com a capacidade real, gerando informações para tomada de decisões, por meio da cronoanálise é possível definir o fluxo produtivo mais adequado para cada empresa, de forma a otimizar o tempo útil disponível de seu dia de trabalho, reduzir o deslocamento interno das peças dentro da produção e assim agilizar a tarefa, diminuindo o custo operacional do produto, além de combinar e sincronizar recursos para gerar valor agregado ao sistema produtivo e ao item fabricado (MARCHINI, 2011).

Também, esclarece Toledo (2004) que o tempo padrão por si só de nada vale, pois é um ato mecânico onde o cronometrista, seguindo uma norma de ação, determina um tempo de produção em uma folha de papel que, sendo apenas arquivado, não trará nenhum benefício.

Consonante a Dorigon (2011), a cronoanálise é de fundamental importância no controle e planejamento da produção, tem como foco, analisar os tempos de processos e permite com isso se ter um balanceamento preciso das operações, e, todas as etapas que são necessárias para um fluxo produtivo eficiente. Dessas etapas, podem-se destacar: melhor controle da capacidade instalada, elaboração de um *layout* preciso, melhorar a produtividade e a sequência das operações do produto em face de sua ficha técnica. Com base na descrição de Toledo (2004), para um roteiro de fabricação da peça, também chamado de rotina de trabalho, é a descrição sequencial de cada fase de fabricação do item na linha operacional, onde a supervisão de produção, encontrará todos os detalhes relativos a cada fase, com relação a descrição da operação, a seguir: máquinas, dispositivos, ferramentas, calibres, gabaritos, roteiro de fabricação, tempos padrões, ficha técnica, plano mestre de produção, previsão da demanda, e

outros detalhes necessários ao desenvolvimento do processo em função da obtenção do produto final.

Segundo Toledo (2004), a cronoanálise permite estabelecer parâmetros de inúmeras formas, fazendo com que haja um melhor planejamento e racionalização industrial, ou seja, esses parâmetros de forma coordenada permitem uma melhor compreensão dos processos produtivos. E o balanceamento de linhas, busca nivelar as operações em relação aos tempos, atribuindo a mesma carga de trabalho ou próxima, aos recursos vinculados a essa demanda, tais como: colaboradores e máquinas em determinada sequência/fluxo de fabricação.

Pois sem a identificação e definição do tempo de cada operação, etapa ou fase, não será possível determinar a hora máquina (hm) ou hora homem (hh) de forma confiável, faz-se necessário o levantamento legítimo dos dados para tal mensuração. O objetivo do balanceamento para Toledo (2004) é justamente eliminar todas as desvantagens e dificuldades e facilitar o controle do processo, bem como, possibilitar o cálculo da produtividade e da eficiência, distribuir os recursos racionalmente, ritmando e cadenciando a produção e conseqüentemente reduzindo custos e na sequência, aumentar exponencialmente o lucro da empresa (TOLEDO, 2004).

As nomenclaturas sobre estudos de tempos e de movimentos receberam diversas interpretações desde sua origem, o estudo de tempos, introduzido por Taylor, foi usado principalmente na determinação de tempos-padrão e o estudo de movimentos, desenvolvido pelo casal Gilbreth, foi empregado na melhoria de métodos de trabalho.

Apesar de Taylor e Gilbreth, terem desenvolvido o seu trabalho pioneiro na mesma época, parece que, naqueles primórdios, deu-se mais ênfase ao estudo de tempos e ao valor por peça/produto do que ao estudo de movimentos. Pois somente em 1930 que se iniciou um movimento geral para estudar o trabalho com o objetivo de descobrir métodos melhores e mais simples de se executar uma tarefa. Ao longo do período, os estudos de tempos e de movimentos foram usados de modo combinados, ambos se complementando.

Os termos resultantes, estudo de movimentos e de tempos, começam a ser conhecidos, pois rápidas transformações estão se processando neste campo, atualmente a finalidade do estudo de tempos e de movimentos é mais ampla; a filosofia e a prática moderna diferem dos conceitos originais. No dia corrente, a preocupação principal é a definição de sistemas e métodos de trabalho mais eficiente e eficaz, em função de determinar o método ótimo ou o que mais se aproxima do ideal para serem utilizados no dia a dia em plantas industriais, estabelecimentos comerciais e nas prestações de serviços, como também na movimentação

interna de máquinas, equipamentos que transportam materiais e na movimentação externas dos modais de transportes. No Quadro 04, remete as boas práticas no ambiente de trabalho.

Quadro 04. Organização Racional do Trabalho (ORT)

Vantagens	Desvantagens
Eliminar movimentos desnecessários e ineficientes e substituir por outros mais precisos e eficazes;	Dificuldade e resistência na mudança e adequação cultural nos quatro pilares fundamentais da organização, em ceder o empirismo pelos métodos científicos, a seguir: estratégico, tático, operacional e financeiro.
Maximizar resultados rentáveis e racionalizar desperdício global no processo, selecionar e treinar o colaborador compatível com a demanda;	
Aprimorar a eficiência do colaborador e aumentar o ganho produtivo com modelos de cargos e tarefas;	
Contribuir no planejamento, programação e controle da produção de forma ordenada e padronizada para que não haja falta ou excesso de recursos e trabalho, além de adotar uma supervisão funcional e especializada.	

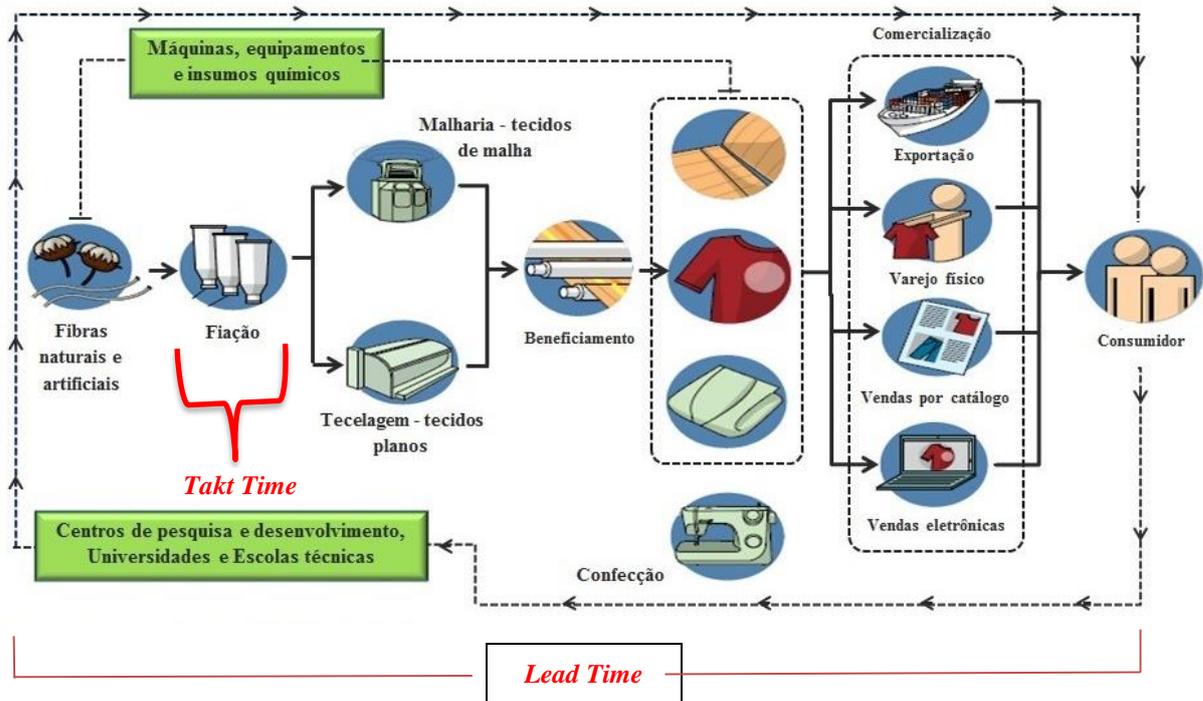
Fonte: Elaborado pelo pesquisador com base no método de Taylor (2023).

Antes da utilização e aplicação das técnicas computacionais, pode ser compreendido, como o estudo de movimentos e de tempos veio a alcançar o desenvolvimento organizacional, é necessário investigar suas origens e examinar o emprego que lhe tem sido dado durante os últimos 142 anos. O estudo de tempos segundo Taylor, teve seu início no ano de 1881, a entrada de Taylor na empresa Midvale Steel Company, fez com que ele chegasse à conclusão de que o sistema operacional da fábrica era muito insuficiente. Logo após tornar-se o Mestre Geral, decidiu tentar mudar o estilo de administração de tal modo que os interesses dos trabalhadores e os da empresa fossem os mesmos. Nesse sentido, as práticas empíricas, foram dando lugar aos estudos e métodos científicos, eliminando ou reduzindo os conflitos entre empregado e empregador/liderança.

Entretanto, Taylor começou seu estudo escolhendo dois operários saudáveis e eficientes, estes homens tiveram seu salário duplicado e participaram ativamente da investigação. Taylor afirmava que nestas experiências, não estavam tentando descobrir o trabalho máximo que um homem pode desenvolver durante um turno de trabalho ou em alguns dias; mas sim, tentando

descobrir o que significa um dia completo de trabalho para um operário eficiente ou o melhor dia de trabalho que um homem pode desempenhar ano após ano com sucesso. A Figura 03, apresenta uma sequência lógica das tarefas na transformação da matéria-prima (fibras têxteis) para obtenção do produto acabado (fios e tecidos).

Figura 03. Sequência operacional de processo de fabricação têxtil



Fonte: Adaptado de Pimentel (2023).

Conforme Figura 03 ilustrativa, a mesma representa uma visão explodida da cadeia têxtil que corresponde e constitui as principais etapas, na sequência: fiação, tecelagem e malharia, beneficiamento (enobrecimento do substrato têxtil), confecção e comercialização. Caracterizando-se da fibra ao consumidor final, além de ser identificado, o fluxo lógico do processo de fabricação. Pois os estudos e as descrições da técnica de cronoanálise, foram observados que podem ser divididos em partes com o foco no que será avaliado, exemplo: do tempo das operações; da decomposição dos elementos (atividades); do ritmo do operador; dos movimentos e desenvolvendo fichas de dados e tabelas para identificar cada etapa. O seu principal objetivo é melhorar a execução de uma operação, escolhendo-se os movimentos mais simples, rápidos e mais eficazes; buscando menor distanciamento das tarefas, redução de fadiga e maior valor agregado nas atividades. De acordo estudo e observações nos processos de fabricação, em especial na indústria têxtil, culminaram a identificação de boas práticas no que

tange a obtenção de um produto, diante dos fatos, será demonstrado no Quadro 05, uma sequência lógica de aplicação do método que pode ser difundido nas empresas, com o objetivo de melhorar o rendimento no sistema operacional da indústria.

Quadro 05. Passos importantes para aplicação da cronoanálise

1. Ter um processo de (fabricação e/ou serviço);
2. Mapear os processos e suas etapas;
3. Definir elementos (partes em que a operação pode ser dividida) de cada etapa da atividade;
4. Fazer levantamento dos tempos com o auxílio de um instrumento de medição;
5. Realizar o tratamento estatístico dos dados obtidos através dos tempos;
6. Estabelecer o tempo médio padrão e margem de segurança (variação);
7. Implantar ações de melhoria do método e movimentação (deslocamento) no processo;
8. Padronizar o sistema de trabalho e racionalizar os custos vinculados aos processos.

Fonte: Própria autoria (2023).

A cronoanálise é uma técnica utilizada na área de engenharia industrial e gestão de operações para estudar e analisar os tempos necessários para a execução de uma determinada atividade ou processo. Ela envolve a medição detalhada de cada etapa do trabalho realizado por um operador, com o objetivo de determinar o tempo padrão necessário para completar a tarefa de forma eficiente. Os principais objetivos da cronoanálise incluem:

- Determinação do Tempo Padrão: Calcular o tempo médio necessário para realizar uma tarefa específica, levando em consideração os métodos e condições ideais de trabalho.

- Identificação de Melhorias: Identificar oportunidades de melhoria nos métodos de trabalho para aumentar a eficiência e reduzir o tempo necessário para completar a atividade.

- Estabelecimento de Metas de Produção: Utilizar os dados da cronoanálise para estabelecer metas de produção realistas e alcançáveis, baseadas na capacidade real de trabalho dos operadores.

- Planejamento e Programação: Apoiar o planejamento e a programação das operações industriais, ajudando na alocação adequada de recursos e na otimização do fluxo de trabalho.

A cronoanálise geralmente envolve observação direta, cronometragem detalhada e análise estatística dos dados coletados para garantir resultados precisos e úteis na gestão de processos industriais.

Para uma análise sistemática e precisa, e, que envolva dados, faz-se necessário o uso e aplicação da metrologia, a mesma é a ciência que trata das medições e abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, em quaisquer campos da ciência ou da tecnologia. Conforme Pereira (2006), atualmente para que as empresas mantenham e principalmente conquistem uma posição de destaque em um mercado altamente competitivo, é imprescindível ter como parte integrante da sua estratégia a incorporação da metrologia, uma vez que, necessitam manter um ótimo padrão de qualidade de seus produtos.

No comércio a metrologia segundo Pereira (2006), garante a qualidade do produto final, contribuindo para ganhar a confiança do cliente, sendo também um diferenciador tecnológico e comercial para as empresas. Ela contribui para redução do consumo e desperdício de matéria-prima por conta da calibração de componentes e equipamentos, aumentando a produtividade. E, finalmente, a metrologia ainda corrobora para diminuir a possibilidade de rejeição do produto, resguardando os princípios éticos e morais da empresa no atendimento das necessidades da sociedade em que está inserida, evitando desgastes que podem comprometer a sua imagem no mercado ou ser penalizada em virtude de ação judicial.

A confiabilidade das medições está fortemente associada à rastreabilidade que, segundo o Vocabulário Internacional de Metrologia-VIM (2008) é definida como propriedade de um resultado de medição pela qual tal resultado pode ser relacionado a uma referência, através de uma cadeia ininterrupta e documentada de calibrações e dados, além de considerar a incerteza de medição (critério quantitativo para atestar a qualidade do resultado de medição). A rastreabilidade é o pré-requisito para comparabilidade e uniformidade das aferições em função de testificar o nível de confiabilidade dos instrumentos e equipamentos.

Com relação a aceitação do produto e o tempo de entrega ao consumidor intermediário ou final, notoriamente a satisfação do cliente não é resultado apenas e tão somente do grau de conformidade com as especificações técnicas, mas também, de fatores como prazo e pontualidade de entrega, condições de pagamento, atendimento pré e pós-venda, flexibilidade, personalização e customização do processo e do produto acabado.

Esta pesquisa tem fortalecido e intensificado ao longo de sua construção, a importância do gerenciamento voltado para as necessidades dos clientes internos e externos, além dos *stakeholders* (parceiros) vinculados ao negócio. Neste sentido, as medições são realizadas com três grandes propósitos: monitorar, controlar ou investigar. Monitorar para observar; controlar para comparar com especificações e agir para correção; e, investigar para descobrir, explicar ou formular os fenômenos (JUNIOR; SOUZA, 2017). Outrossim, o fluxo logístico, vinculado a

uma empresa, consiste no processo de gerenciamento estratégico da aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças, produtos acabados e informações correlatas, através da organização e seus canais de comunicação e marketing (CHRISTOPHER, 2002). O objetivo principal é maximizar as lucratividades presentes e futuras através do atendimento dos pedidos a menor custo. Uma das grandes dificuldades encontradas pelas empresas, nos dias atuais, é a realização de uma previsão confiável e com maior brevidade em atendimento aos índices de demanda, no intuito de estabelecer com maior clareza o que é um processo, serão percorridas suas características, as quais poderão ser vinculadas e adotadas a variados tipos de segmentos e empresas, como segue:

- Início, fim e objetivos definidos;
- Clareza quanto ao que é transformado na sua execução;
- Definir como ou quando uma atividade ocorre;
- Resultado específico;
- Listar os recursos utilizados para a execução da atividade;
- Agregar valor para o destinatário do processo, produto ou serviço;
- Ser devidamente documentado e rastreável;
- Ser mensurável; e,
- Permitir o acompanhamento ao longo da execução de toda tarefa.

As características já mencionadas, devem ser todas passíveis de serem identificadas nos processos de fabricação, independentemente de sua contribuição dentro da cadeia de valor, podendo estas etapas estarem ligadas diretamente aos bens e serviços da organização (no início, meio e/ou no fim). Facilitando no entendimento do modelo de negócio e tornando mais visível para os gestores e analistas em relação aos pontos críticos onde é preciso melhorar, aperfeiçoar, investir, eliminar ou reduzir custos e ou tarefas. Aplicar modelagem rápida com baixo custo e que seja fácil padronizar os processos, como exemplificado: atribuir *layout* apropriado, automatizar, corrigir falhas pontuais, definir métricas, acompanhamento e controle, identificar soluções viáveis, antever os possíveis impactos e tomada de decisão, definir cargos, funções e metas.

Em prol de melhores desempenhos nas fases de determinados processos, faz-se necessário, adotar Engenharia de Métodos, pois este campo estuda as sistemáticas de trabalho de forma a desenvolver métodos e procedimentos para execução de tarefas, este sistema metodológico, promove o desenvolvimento da capacidade de explorar as relações entre mão de obra, maquinários, dispositivos, tecnologias, manuseio e movimentação de materiais, leiaute,

medição de tempos, racionalização de movimentos e no alcance de nível adequado de produtividade, com o propósito de identificar e eliminar gargalos em sistemas produtivos e atribuir melhorias, e, geração de valor em toda a cadeia empresarial.

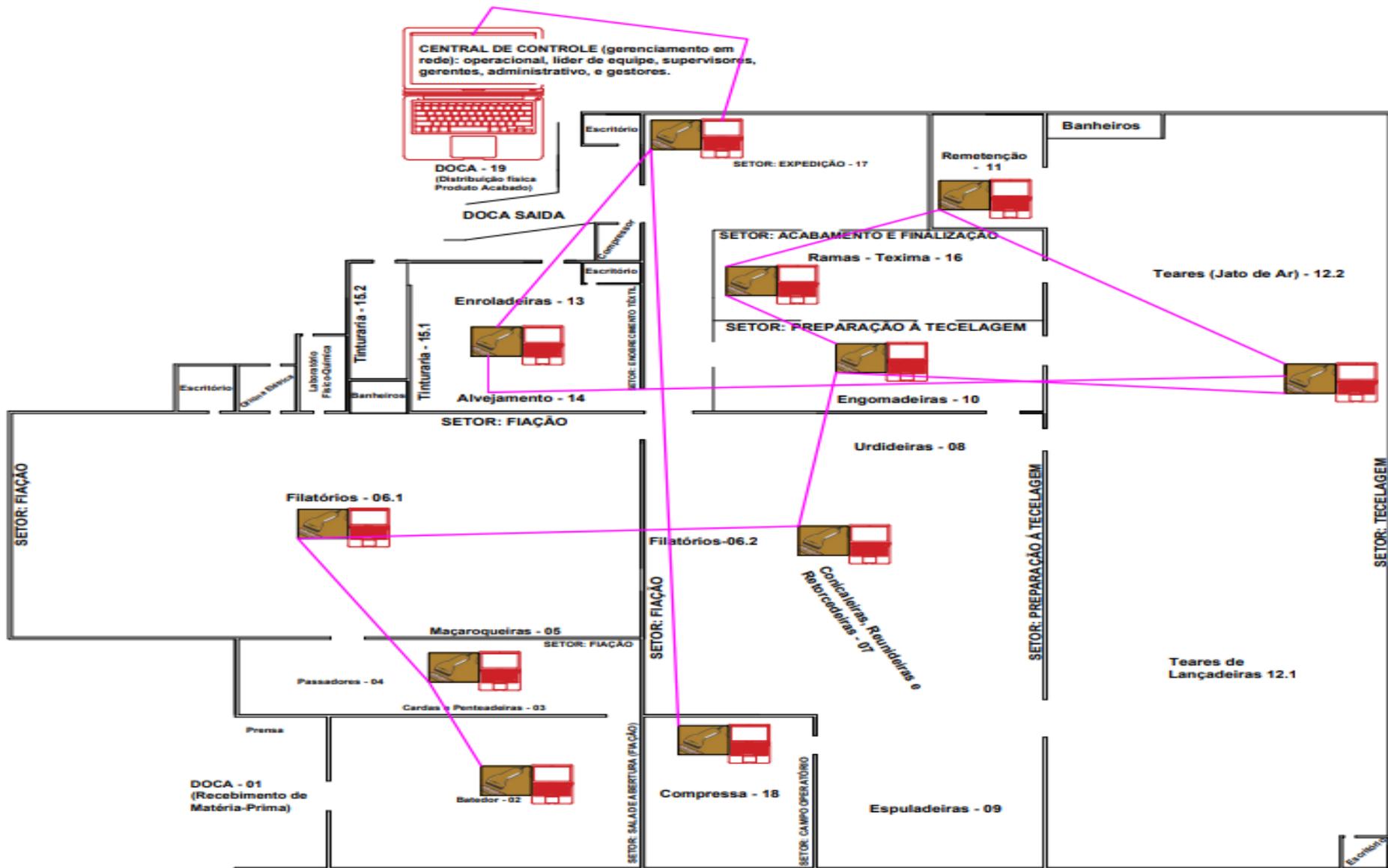
Ao exposto, foi possível considerar também a ferramenta tecnológica Google Sheets-Planilhas, atribuindo a inovação inventiva e incorporada aos processos na indústria têxtil, no intuito do gerenciamento em redes e online, pois este recurso contribuí na digitalização, leitura, acompanhamento, rastreabilidade e registro do processo em full-time, monitoramento presencial ou remoto pelos participantes diretamente ou indiretamente vinculados, a exemplo: operacional, líderes de equipe, supervisores, gerentes, administrativo, gestores da empresa.

Pois as partes interessadas que estejam cadastradas e tenham permissão ao acesso e compartilhamento dessa planilha, irão acompanhar ou alimentar em tempo real (online), quaisquer alterações neste documento pelos envolvidos, ficará registrado o perfil de quem acessou e efetuou as modificações e/ou alimentação de dados no mesmo. Para este feito, faz-se necessário a instalação e integração da pistola leitor código barras a laser, integrado a um computador, o aparato tecnológico citado, pode ser um (chromebook, notebook, tablet e/ou tecnologia equivalente) os mencionados, são: leve, versátil, compacto, de fácil manuseio, aplicação e operação. Todavia, os equipamentos apropriados e selecionados, serão instalados em cada posto de trabalho, setor ou seção operacional conforme a necessidade do rastreamento e localização do material em percurso de transformação em produto/serviço finalizado.

Ao iniciar a primeira etapa, será digitalizado o tipo de matéria-prima e o número do lote, na sequência que o recurso (mp) for perpassando por cada posto/setor, será tomado registro através do leitor código de barra, nos avanços das etapas até alcançar o estágio final de todos os ciclos na obtenção do produto acabado, pode ser acompanhado e identificado a evolução do processo em função do percurso e endereçamento do item monitorado na linha de fabricação ou montagem.

Na Figura 04, apresenta a ilustração e exemplificação da ideia inovadora que pode ser incorporada a qualquer ambiente empresarial, principalmente para monitorar fluxo de fabricação de qualquer natureza, neste caso, à criatividade inventiva e a tecnologia, foi proposto a sua incorporação ao arranjo produtivo têxtil e toda a comunicação em rede, será acompanhada e gerenciada por uma central. Pois quaisquer, anomalias, ruídos, falhas e inconsistências na comunicação, serão identificadas e tratadas, agindo como um inspetor e auditor em função da conformidade dessa interação integrada. Como segue (Figura 04) desenho técnico ilustrativo e detalhado:

Figura 04. Dispositivos e aparatos para mapeamento e gerenciamento do processo (Computador/Leitor Código de Barra)



Fonte: Própria autoria (2024).

A Figura 04, representa um protótipo idealizado, desenvolvido, incorporado e simulado na prática em laboratório experimental no transcórre dessa Dissertação, que valida, testifica e exemplifica a inserção de mais um modelo digital de gerenciamento organizacional, que preconiza o pensamento, adoção e implantação da indústria 4.0, de forma sistemática e racionalizada. Esta tecnologia e método busca reduzir custos na implantação da mesma, para algumas empresas que não podem atribuir elevados investimentos com outras tecnologias, além da manutenção e peça de reposição por conta do modelo incorporado. Este modo de rastreamento e digitalização das etapas do processo pode ser aplicado em qualquer natureza econômica, independentemente do tamanho ou característica da empresa. Na sequência, será apresentada a tomada de registro na execução prática do método validado por sua funcionalidade e aplicação em qualquer tipo de demanda que possa ser registrada e monitorada de forma *in loco* ou distanciada.

Tabela 05. Digitalização e rastreabilidade de processo (Google Sheets-Planilhas)

Mp/Lote	Posto/Código									
	P - 01	P - 02	P - 03	P - 04	P - 05	P - 06	P - 07	P - 08	P - 09	P - 10
Mp001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001
Mp002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002
Mp003	003	003	003	003	003	003	003	003	003	003
Mp004	004	004	004	004	004	004	004	004	004	004
Mp005	005	005	005	005	005	005	005	005	005	005
Mp006	006	006	006	006	006	006	006	006	006	006
Mp007	007	007	007	007	007	007	007	007	007	007
Mp008	008	008	008	008	008	008	008	008	008	008

Fonte: Própria autoria (2024).

A Tabela 05 (planilha), pode ser elaborada no Excel convencional, ferramenta que faz parte do pacote Office da Microsoft Corporation e para o compartilhamento, alimentação e monitoramento integrado, basta acessar e abrir como Google Planilhas, gerar link e permitir o acesso, em seguida testar e habilitar o funcionamento da mesma e checar o uso e a conformidade funcional nos postos/setores de trabalhos pertinentes. O ideal que este procedimento seja aplicado no itinerário da linha de transformação e em relação ao registro da movimentação do material, além de ser operacionalizado e alimentado o sistema de maneira sequenciada, a exemplo (posto 01, 02, 03... apontado na tabela supracitada).

Mas não impede que este sistema e procedimento não seja também aplicado de modo pontual e específico nas tomadas das leituras e registros dos dados, bem como a planilha pode ser expandida na direção horizontal e vertical no decorrer das necessidades. O sistema Google Sheets (Planilhas), apresenta seus dados com tabelas, fórmulas, formatação condicional, gráficos e expressões dinâmicas, contribuindo na otimização do tempo e simplificando tarefas comuns e específicas conforme apresentada.

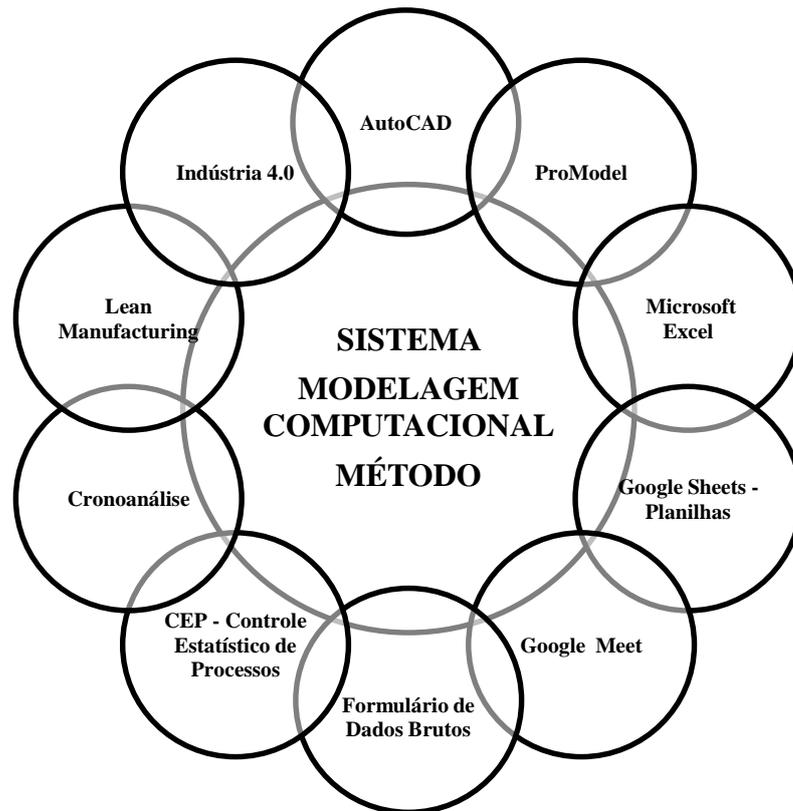
Aproveitando o uso dessa plataforma, pode ser acrescentada outra tecnologia, de fácil aplicabilidade e manipulação, como o Google Meet, em decorrência do monitoramento integral e compartilhado em tempo real, através do link e disponibilidade de acesso para as pessoas permitidas a visualização da câmera monitoradora do cenário em questão.

Assim sendo, a câmera filmadora ficará instalada ao computador e a mesma será fixada e direcionada ao ambiente que será monitorado, ao contexto do projeto apresentado, o sistema de monitoramento em rede e remoto, será incorporado aos postos de execução operacional, este podendo ser implantado para qualquer ambiente empresarial e para a sua visualização em conjunto, pode ser dividida a tela/câmera com a tabela Excel de rastreabilidade do evento. O Meet é um serviço de videoconferências que funciona pela Internet, sendo acessível tanto no computador, por meio do site do serviço no navegador, como pelo celular, dentre outros recursos tecnológicos com suas equivalências, por meio de aplicativo próprio.

Os participantes envolvidos e vinculados a esta demanda, com a devida permissão, assistirá e acompanhará tudo que esteja acontecendo no ambiente monitorado e de certa forma, gerir o processo de fabricação de onde estiver, fisicamente na empresa ou no modo remoto (distanciado), até mesmo em outras cidades, estados e países, direto dos seus dispositivos eletrônicos a qualquer momento, desde que tenha acesso à Internet, a plataforma e a devida autorização juntamente com o link disponibilizado e será possível interagir através de áudio em função da gestão à vista e compartilhada.

Os benefícios são vários, em especial, quaisquer interrupções na manufatura, poderão ser visualizadas e corrigidas com mais agilidade, então, a partir das tecnologias mencionadas, será apresentado elemento geométrico, que expressa à integração e comunicação de forma lógica, sistemática, funcional, realístico e aplicável às funcionalidades dos sistemas, ferramentas e modelagens computacionais, atribuída a essa Dissertação.

Figura 05. Integração e comunicação dos sistemas computacionais e métodos



Fonte: Própria autoria (2024).

Os sistemas apontados na Figura 05, apresentam funções sincronizadas para gestão dos ativos organizacionais e foram executados e aplicados na prática através de experimentos reais em ambiente controlado e apresentaram eficiências e eficácias aos critérios, tecnológicos, econômicos, sociais, ambientais, funcionais e normativos. Neste caso, foi possível pontuar o estado da arte e da técnica, bem como validação dos métodos e técnicas expressadas, contextualizadas e aplicadas neste cenário, esses e outros celeiros de artifícios tecnológicos, contribuem nas relações socioprofissionais e comunicação, principalmente, entre postos/setores versus mão de obra diretamente e indiretamente, tendo a Compliance (conjunto de procedimentos, regras e as normas legais ou internas) como “guarda-chuva”.

Consonante a Peinado (2007), a engenharia de métodos é uma atividade que envolve a melhoria e o desenvolvimento de equipamentos e processos de produção para atender os vieses vinculados às demandas de transformação das indústrias e empresas de modo geral. Os métodos percorridos e apresentados ao longo dessa Dissertação, promovem a elaboração das tarefas micros e macros de forma mais eficiente e satisfatória. No entanto, busca otimizar o local de trabalho com relação ao ajuste dos recursos necessários de máquinas e outros fatores

econômicos. Outras interpretações da metodologia que também são conhecidas, como, engenharia industrial, engenharia de processo ou engenharia de manufatura. Será apresentado o Procedimento Operacional (POP) que preconiza a padronização, funcionalidade e aplicação desse trabalho nas indústrias, empresas comerciais e de serviço.

Quadro 06. POP de aplicação da cronoanálise e ferramentas computacionais

PROCEDIMENTO OPERACIONAL – POP	
Modelagem Computacional e Integração de Métodos no Processo de Fabricação	
Elaborado por:	Data da elaboração:
Revisado por:	Data de revisão:
Aprovado por:	Data de aprovação:
Processo: Croqui do ambiente; <i>AutoCAD</i> ; ProModel; Cronoanálise; CEP.	Sector:
Tarefa: Estudo de tempos e métodos, e, modelagem computacional.	Responsável:
Resultados Esperados:	
Processo modelado e simulação interativa, mostrando o comportamento e a utilização dos recursos em tempo real e as possíveis adequações e probabilidades de melhorias e ajustes dos indicadores (KPIs).	
Atividades desenvolvidas:	
Diagnóstico de processo para avaliar e testificar, quais são as áreas que tem uma melhor performance e onde existem necessidades de melhorias.	
Execução de modelagem computacional na simulação de processos industriais e comerciais através do <i>software AutoCAD</i> e ProModel.	
Análise e redução de perdas nos processos empresariais e tratamento estatístico dos indicadores em prol da geração de valor (tecnológico, econômico, social, ambiental, normativo).	
Assistência intelectual e tecnológica, no intuito de analisar o panorama macro e micro da empresa em relação aos sistemas administrativos, operacionais e suas anomalias e indicar soluções aos problemas técnicos imediatos, além de prover atendimento personalizado e customizado em função dos processos comerciais e industriais.	
Descrição das atividades:	
Visita técnica <i>in loco</i> ou remota para: definição do problema; análise do problema; apresentação de possíveis soluções; avaliação das alternativas; recomendação para ação e decisões baseadas em dados modelados.	
Estratificar e consolidar dados de processo.	
Criar, implementar ou aperfeiçoar processo através de modelagem computacional.	
Definir novo método, aplicar, acompanhar. Caso necessário, revisar o mesmo e reaplicar.	
Manter ou adequar e/ou propor um novo método. Além de implantação pontual, parcial ou integral do novo método, em seguida: experimentar, testar e parametrizar dados e informações.	
Ações corretivas	
Refazer e analisar os procedimentos e modelos propostos e reduzir os retrabalhos, através da modelagem computacional, cronoanálise e CEP, antes mesmo de ser adotado na prática pela empresa.	
Combinação e sincronização dos recursos diversos com os sistemas tecnológicos de informatização.	
Materiais necessários	
Cronômetro digital ou analógico	
Caneta, lápis e calculadora científica	
Formulário de dados brutos (ficha de cronometragem) físico ou digital	
Computador dotado de <i>software: AutoCAD; ProModel; Microsoft Excel; Google Sheets-Planilha e Meet.</i>	

Fonte: Própria autoria (2024).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo pesquisa aplicada, através do método primário e secundário, estratificação e análise de dados, foi possível demonstrar de forma lógica e dinâmica o desenvolvimento desse trabalho, o mesmo aponta uma modelagem sistemática que define um roteiro de processo de fabricação com mais precisão, fluidez, eficiência e eficácia no intuito de maximizar o lucro e racionalizar os custos por conta de fluxo e sistema produtivo ineficiente.

Os resultados obtidos foram realizados através das combinações de sistemas tecnológicos, forjando um modelo de produção mais interativo e atrativo para apresentar um resultado prático do chão de fábrica. Pois as técnicas no que se referem à cronoanálise, CEP, *AutoCAD*; ProModel; Microsoft Excel; Google *Sheets*-Planilhas; Google *Meet*, foram atribuídas ao projeto, serviram de base para modelar e gerenciar indicadores que representam o cenário estável e instável de um processo, em combinação e sincronização do profissional com os sistemas tecnológicos, aproximando o ser humano, tecnologias e as máquinas em função da aferição que contribuirá na tomada de decisão face as demandas, e, garantir a precisão e exatidão dos processos manufatureiros.

A partir das pesquisas de anterioridades nas bases de dados, como: Google Acadêmico; Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI); Espacenet - base de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO); Google *Patents* e na Internet de modo geral, essa metodologia discorrida e expressada na Dissertação, não foi possível identificar projetos com tal riqueza no uso, aplicação, combinação e sincronização de sistemas descritos na Figura 05, que trate e apresente indicadores diversos para melhoria dos processos através da modelagem computacional em favor da simulação dinâmica para modelar a variação de tempo ou comportamento de um sistema produtivo de maneira virtual ou em pequena escala em laboratório físico de simulação real, antes mesmo de iniciar na prática *in loco* no chão das indústrias.

Após os estágios das simulações nas operações para medir e comparar o previsto com o realizado e na sequência, tomar medidas e ações no contingenciamento das falhas em prol da melhoria na qualidade dos processos, produtos, serviços, nas metas de produção, eliminação ou redução de gargalos. Todavia essas ferramentas apontadas, adicionadas e trabalhadas na Dissertação, podem ser aplicadas em outras atividades econômicas, além da indústria têxtil, pois as mesmas foram vistas sendo utilizadas de maneira isoladas e pontuais em diversos cenários econômicos, como na indústria, comércio, saúde e no setor de serviço.

A exposição e demonstração do uso das ferramentas, métodos e técnicas utilizadas, servirão de norte e incentivo para a sociedade empresarial, especialistas, profissionais e acadêmicos no que tange a adoção de ferramentas tecnológicas, aplicadas em função do melhor aproveitamento e rendimento dos recursos tangíveis e intangíveis, em especial nas indústrias e garantir a continuidade e a solidez da empresa na posição competitiva e sólida de mercado em decorrência de um mundo volátil e mutante por questões culturais, sociais, ambientais e a universalidades das coisas, principalmente com a chegada da Quarta Revolução Industrial, caracterizada indústria 4.0, pois foi possível atribuir a mesma neste projeto, considerando os aspectos funcionais, pré-requisitos e as fases na implantação, como (computação, conectividade, visibilidade, transparência, capacidade preditiva, auto aprendizado).

Esta Dissertação trouxe recordações e traços afetivos e memoráveis no que se refere à indústria têxtil e um elo econômico e social que fez parte da sociedade soteropolitana e pode ser caracterizada como equipamento imaterial e cultural, fazendo alusão da história da FAGIP, a qual representou o marco histórico e a economia baiana na esfera brasileira. Bem como a construção e a exposição do produto remetido ao mestrado PPGESP e podendo ser ofertado ao mercado, o qual se refere a ferramenta (POP) Procedimento Operacional, representado no Quadro 06 e na Figura 05 que trata da (Integração dos sistemas computacionais e técnicas metodológicas), em virtude de aplicar o método nas indústrias de base, intermediárias, bens de consumo e de ponta para intervenção e solução tecnológica, através da simulação de eventos discretos nos processos administrativos e operacionais em função de mitigar anomalias e desserviços no sistema logístico, na linha de fabricação, montagem e de serviço.

7 REFERÊNCIAS

- ARAUJO, M. D. CASTRO, E. M. M. Manual de Engenharia Têxtil, vol. II. Lisboa: Fundação CALOUSTE Gulben Kian, 1987.
- BARBIERI, L. E; ZANIBONI, E. E; MUNNO, V. M. R; LEITE, B. G. S; CORRER, I. OS BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DA CRONOANÁLISE NO PROCESSO PRODUTIVO: UMA PESQUISA-AÇÃO EM EMPRESA DO RAMO DE PUERICULTURA PESADA. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_258_480_35086.pdf. Acesso em: 15 de set. de 2022.
- BARNES, R. M. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. 6 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.
- CALMON, F. M. G. Vida econômico-financeira da Bahia: elementos para a história de 1808-1899. Salvador, Governo do Estado da Bahia, Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia, Fundação de Pesquisas, CPE, 1979.
- CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia. 9 ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- CASTORE, M. E. O reuso do patrimônio industrial. O caso da antiga fábrica São Braz em Plataforma, Salvador. 2013. 24 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2013. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/VI_coloquio_t1_reuso_patrimonio_industrial.pdf. Acesso em: 10 mar. 2022.
- CHIAVENATO, I. Administração da Produção: uma abordagem introdutória. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- CHRISTOPHER, M. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.
- COSTA JR, E. D. Gestão em Processos Produtivos. Curitiba: Ibplex, 2008.
- COSTA, K. T. A; PAIVA, L. A APLICAÇÃO DO SOFTWARE PROMODEL PARA A SIMULAÇÃO DE FILAS DE UM SUPERMERCADO VAREJISTA. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_263_512_36113.pdf. Acesso em: 28 de set. de 2022.
- COX III, J. F; SPENCER, M. S. Manual da teoria das restrições. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DELLARETTI FILHO, O; DRUMOND, F. B. Itens de Controle e Avaliação de Processo. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1994.

FIESP. Telecurso 2000 – Metrologia. 1 ed. São Paulo: Posigraf, 2000.

FREIVALDS, A; NIEBEL, B. Niebel's Methods, Standards, and Work Design, McGraw-Hill, 2013.

GARCIA, S. J. Fiação – Cálculos Fundamentais. Rio de Janeiro, SENAI/CETIQT, 1995.

GIL, A. C. (1991). Como elaborar projetos de pesquisa. 3ª edição. São Paulo: Atlas.

GOMES, D. R; SOUZA, S. D. C. MAPEAMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO EM UMA FÁBRICA DO PÓLO DE CERÂMICA VERMELHA DO NORTE FLUMINENSE.

Disponível em:
http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_113_745_15604.pdf. Acesso em: 22 de set. de 2022.

GOMES, N. S. Inventário do Patrimônio Industrial Têxtil na Península de Itapagipe – Salvador – BA. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em História com concentração em Patrimônio Cultural) - UCSal, 2007.

GURGEL, F. A. Logística Industrial. São Paulo: Atlas. 2000.

HOPP, W. J; SPEARMAN, M. L. A Ciência da Fábrica. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

JESUS, A. R; MARTINS, P. R; MAZARI, D. F. Metrologia aplicada à produção industrial: mensurando medições em usinagem de peças. 7. ed. Curitiba: Brazilian Journal Of Development, 2021. 18 p. Disponível em:
<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/23561/18930>. Acesso em: 26 nov. 2022.

KANAWATY, G. Introduction to work study. Geneva: International Labor Organization, 1992.

LIMA, J. J. Controle do processo de fiação. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, 1992.

LOPES, J. M. Indústria 4.0 no Brasil e em Outros Países. CNI - Confederação Nacional da Indústria, SENAI CIMATEC. Disponível em:
https://www.linkedin.com/posts/jerisnaldolopes_ind%C3%BAstria-40-no-brasil-e-em-outros-pa%C3%ADses-activity-7214987397942419456-v4Ib?utm_source=share&utm_medium=member_desktop. Acesso em: 08 de jul. 2024.

LUTHER, A. C. Patrimônio arquitetônico industrial na península de Itapagipe: um estudo para a preservação. 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2012.

MARTINS, P. G. & LAUGENI, F. P. Administração da produção. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

METROLOGIA. Engenharia de Medição. Em Incerteza de Medição, Metrologia. Disponível em: <https://accmetrologia.com.br/por-que-a-incerteza-de-medicao-e-importante/>. Acesso em: 05 de nov. 2022.

MINITAB. Compreendendo as cartas de controle. Disponível em: <https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/basics/understanding-control-charts/>. Acesso em: 26 de set. de 2022.

MOURA, E. E. D. PROJETO DE GRADUAÇÃO. APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE ENTREGA EM UMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/22949/1/2018_EnricoEduardoDiasDeMoura_tcc.pdf. Acesso em: 26 de set. de 2022.

OHNO, T. O sistema Toyota de produção em larga escala / Taiichi Ohno; tradução: Cristina Shumacher; revisão técnica: Paulo C. D. Motta; consultoria e supervisão técnica: José Antonio Valle Antunes Júnior. – Porto Alegre: Bookman 1997.

PEDERNEIRAS, G. Ind. 4.0. Problemas na gestão de ferramentas podem causar danos à indústria. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/21489-problemas-gestao-ferramentas-pode-causar-danos-as-industrias>. Acesso em: 20 de set. de 2022.

PEINADO, J; REIS, A. G. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 750 p. 2007.

PELISSER, C; CAPELETTO, A; HOELSCHER, F. F; MARTINI, J; BET, F. J; ZILIO, D. M. CAD/CAE/CAM APLICADOS AO LAYOUT, DESIGN E MODELAGEM INDUSTRIAL: UMA REVISÃO. Disponível em: <https://etech.emnuvens.com.br/edicao01/article/download/1143/61>. Acesso em: 29 de abr. de 2022.

PIMENTEL, F. V. Cartilha Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira – Cenários, Desafios, Perspectivas e Demandas. 1 ed. São Paulo: ABIT, 2013. 44 p.

PUC-RIO. Fundamentação Teórica: Metrologia. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/17127/17127_3.PDF. Acesso em: 15 de nov. 2022.

RIBEIRO, J. V. O. S; FILEVR, R; LIMA, F. Estudo sobre a utilização de Sistemas Multiagentes na indústria 4.0. VII Simpósio de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais da FEI. São Bernardo do Campo: FEI, 2017. Disponível em: https://fei.edu.br/sites/sicfei/2017/engproducao/SICFEI_2017_paper_23.pdf. Acesso em 10 nov. 2022.

RIBEIRO, L. G. Introdução a tecnologia têxtil Vol. II. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQ, 1984.

ROBINSON, S. Conceptual modelling for simulation Part I: definition and requirements. *Journal of the Operational Research Society*.v.59, n.3, p.278-290, 2008.

RODRIGUES, M. I; IEMMA, A. F. Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos: uma estratégia sequencial de planejamentos, Campinas, SP, Casa do Pão Editora, 2005.

RODRIGUES, E. C. Controle de qualidade em química têxtil: métodos práticos. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, 1997.

SILVA, E. L; MENEZES, E. M. (2005). Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação. 4ª. ed. rev. atual., UFSC, Florianópolis, SC.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3.ed. São Paulo, Atlas, 2009.

TOLEDO JR, I. B. Layout: Arranjo Físico. 8., ed. Mogi das Cruzes: O&M Itys Fides, 2004.

TOLEDO JR, I. F. B. Balanceamento de linhas. 7.ed. Rio de Janeiro: Raphael A. Godoy, 2004.

TOLEDO JR, I. F. B. Tempos & Métodos. Mogi das Cruzes SP 8º edição – Assessoria Escola Editora, 2004.

TOLEDO JR, I. F. B; KURATOMI, S. Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos. 3. ed. São Paulo: Itysho, 1977.

TOPALIDOU, E.; PSARAKIS, S. Review of Multinomial and Multiattribute QualityControl Charts. *Textile Magazine*, v. 43, n. 7, p. 57–58, 2009.

GOLDRATT, E. M. & COX, J. F. A Meta: um processo de melhoria contínua. Tradução

Thomas Corbett Neto. 2 ed. São Paulo: Nobel, 2002.

TREVISAN, F. Z; SAMPAIO, M. G. Análise e estudo da aplicação de softwares de modelagem e simulação industrial e de processos. 2017. 47 f. Monografia (Engenharia Mecânica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10474/2/CT_DAMEC_2017_1s_46.pdf. Acesso em: 06 jul. 2024.

TUBINO, D. F. Manual de planejamento e controle da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, D. F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, D. F. Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

VALENTE, C. N. Programação em Excel para Estatística: Modelo Linear e Extensões. 2017, 113 f. Dissertação (Mestrado em Matemática Aplicada à Economia e Gestão) – Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, 2017. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/27659/1/ulfc120785_tm_Catarina_Valente.pdf. Acesso em 10 jan. 2024.

VICENTE, A. METROLOGIA INDUSTRIAL. [s.l.: s.n], 108 páginas. Apostila. Disponível em: https://docplayer.com.br/49350480-Metrologia-industrial-apostila.html#show_full_text. Acesso em: 15 de nov. 2022.

VIEIRA, R. R. S. Estudo de métodos e tempos numa empresa de panificação localizada em Mossoró/RN. 2014. 82f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciência e Tecnologia). - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró/RN, 2014.

WERKEMA, M. C. C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte – MG: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

8 APÊNDICE (A) – Resgate de memória afetiva na relação entre a Indústria Têxtil FAGIP S/A e o Pesquisador

O pesquisador, faz alusão e contextualização da breve história da Fábrica de Gases Industriais Agroprotetoras (FAGIP S/A) e a sua passagem na mesma. Este resgate memorável acenderá o entrelaçamento de memória afetiva e se vinculará a sua Dissertação de Mestrado. A essência dessa sintética história retrata a contratação e a efetivação do mencionado funcionário pela empresa na década de 90, atribuição inicial em atendimento as demandas vinculadas ao cargo, como: Ajudante de Máquina, posteriormente, Operador de Máquinas de Grande Porte, Inspetor da Qualidade, Laboratorista Têxtil e Membro da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) por diversos anos. Estas contextualizações trouxeram boas memórias, recordações e fizeram lembrar os grandes desafios na época, no ganho de responsabilidade, crescimento intelectual e profissional, foi a partir daí que o mencionado profissional, começou a decolar no cenário industrial.

No ano de 2001, passou no concurso Técnico em Têxtil e foi estudar no SENAI CETIQT (Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil) localizado no Rio de Janeiro e alinhou junto com a fábrica a sua saída para se qualificar no segmento, dessa forma, fortalecendo e alavancando a sua carreira profissional.

Posteriormente a sua formação técnica, foi trabalhar na Ribeiro Chaves Indústria Têxtil/Fábrica Confiança, situada na cidade de Aracaju-Sergipe, após determinado período de trabalho na mencionada empresa, foi convidado para retornar à FAGIP, como Supervisor Industrial e realizar a gestão da fábrica, localizada no Largo do Papagaio, nº 18, Ribeira, Salvador Bahia. A FAGIP, sempre oportunizava jovens e adultos na inserção ao mercado de trabalho e que hoje, faz muita falta por conta do seu encerramento. A empresa exercia um papel socioeconômico na absorção de mão de obra e na mudança de vida da sociedade local e regional, cujo ditado popular que ficou bem conhecido na época “morador da Cidade Baixa, que não passasse pela fábrica, não seria alfabetizado”.

Ainda sobre a carreira e o percurso do pesquisador em questão, o mesmo recebeu o convite para participar do processo seletivo e recrutamento e logo foi contratado e efetivado pela empresa SENAI DR BA (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), entretanto, este ficou incumbido e designado para atender as demandas técnicas e especializadas de outras empresas têxteis, como: TriFil (Itabuna Têxtil S/A), Companhia Valença Industrial Têxtil (CVI), BMD Têxteis, Kordsa Brasil S.A, CATA Tecidos e Embalagens Industriais (Cata

Nordeste S/A), e outras dezenas de indústrias do Vestuário, segmento transversal da cadeia têxtil.

Além dos atendimentos aos fornecedores, compradores e consumidores de fardamento e enxoval corporativo que necessitam de assessoria técnico-administrativo na aquisição de material têxtil tecnológico, em especial, vestimenta para atender as necessidades das empresas públicas, privadas e mistas, principalmente aquelas que demandam de indumentária altamente específica (enxoval técnico de ordem especializado), principalmente no que concerne na saúde, segurança, conforto térmico, comodidade, estabilidade, estética e na durabilidade do produto. Da prática de cultivar a terra (campesino) ao mundo têxtil e vestuário, e, aos desafios das grandes cidades, mundo do trabalho e acadêmico, desse modo, foi possível alcançar o propósito, meta e objetivo de vida.