

ELISA GRANHA LIRA

ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

**UMA ABORDAGEM LEAN PARA AUMENTAR A
EFICIÊNCIA DE PROCESSOS FÍSICOS E DIGITAIS**



[WWW.
TEMPOSEFICIENTES
.COM.BR](http://WWW.TEMPOSEFICIENTES.COM.BR)



INCLUI MATERIAL SUPLEMENTAR

1ª EDIÇÃO

ELISA GRANHA LIRA

ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

**UMA ABORDAGEM LEAN PARA AUMENTAR A
EFICIÊNCIA DE PROCESSOS FÍSICOS E DIGITAIS**



© 2020, Elisa Granha Lira
Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610 de 19/02/1998.
Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da autora,
poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios propagados:
eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

FICHA TÉCNICA

Capa

Elisa Granha Lira
Robson Araújo
Rodrigo Cabido

Ilustrações

Elisa Granha Lira
Robson Araújo

Impressão

Rona Editora

Projeto gráfico

Rodrigo Cabido

Revisão ortográfica

Guilherme Amorim

Revisão técnica - Engenharia de Produção

Noel Torres Júnior

Revisão técnica - Estatística

Maria Lourdes Granha Nogueira

Texto e conteúdo

Elisa Granha Lira

FICHA CATALOGRÁFICA

L768e Lira, Elisa Granha
Estudo de tempos e movimentos: uma abordagem lean para
aumentar a eficiência de processos físicos e digitais / Elisa Lira
Granha. – Belo Horizonte, 2020.
384 p.

ISBN: 978-65-86437-02-7

1.Organização e métodos. 2.Engenharia de produção. 3.Estudo
do tempo. 3.Estudo do movimento. I.Título.

CDU 658.5

Rinaldo de Moura Faria - Bibliotecário - CRB-6/1006

Este livro é uma obra independente. Muito zelo e técnica foram empregados em sua edição pela autora. No entanto, podem ocorrer erros de digitação, impressão ou dúvida conceitual. Em qualquer dessas hipóteses, solicitamos a comunicação da questão para que possamos esclarecê-la. A autora não assume qualquer responsabilidade por eventuais danos ou perdas a pessoas ou bens, originados do uso desta publicação.

A autora se empenhou em citar adequadamente e dar o devido crédito a todos os detentores de direitos autorais dos materiais que serviram de base para a escrita deste livro. Se necessário, acertos posteriores serão realizados caso se verifique, inadvertida e involuntariamente, a omissão de algum deles.

*Este livro é dedicado a seu público-alvo:
estudantes, professores e profissionais
de Engenharia de Produção,
começo, meio e fim deste trabalho.*

A velocidade não tem sentido sem continuidade.
Basta lembrar-se da tartaruga e da lebre.
Além do mais, não podemos deixar de perceber
que máquinas que não são projetadas para resistir
a altas velocidades terão sua vida útil encurtada
se nós as acelerarmos.

TAIICHI OHNO

Os profissionais que atuam nas organizações produtivas buscam, por meio de programas tais como Seis Sigma e *Lean Manufacturing* (Sistema de Produção Enxuta), a melhoria dos processos produtivos. É fato que a busca por maior eficiência e qualidade se faz muito presente nas organizações produtivas. Muitos desses programas, agora, começam a ser implementados de maneira intensa no setor de serviços e nas organizações públicas. Todas estas abordagens envolvem o conhecimento sistemático e detalhado das atividades que compõem o processo produtivo. Assim, um bom redesenho de processo e a sua proposta de melhoria passam pela análise detalhada das possibilidades de organização e arranjo destas atividades. A despeito da grande quantidade de livros sobre os diversos sistemas de produção, poucos textos abordam de maneira cuidadosa o estudo de tempos e movimentos. Este é um tópico essencial para as atividades de melhoria dos processos produtivos. Felizmente, temos o livro da Elisa Granha Lira que aborda esse tema de maneira didática e com o nível de profundidade necessário para os praticantes e estudantes de graduação em Engenharia de Produção e áreas afins que buscam uma maior compreensão do tema. A autora aborda este assunto de maneira adequada, pois é baseada na sua profícua experiência profissional e formação acadêmica. Ademais, Elisa não busca apenas descrever as técnicas que devem ser utilizadas, ela também explica por que e quando estas técnicas devem ser aplicadas. Assim, o livro contém vários exemplos oriundos da sua experiência profissional que facilitam a compreensão do leitor com relação ao uso de cada uma das técnicas apresentadas. A autora também realiza uma boa reflexão sobre o tema, explicando o contexto de aplicação das técnicas sob o ponto de vista do *lean manufacturing*.

É fato que os melhores praticantes das diversas áreas profissionais reconhecem a importância dos detalhes na condução efetiva das suas atividades profissionais. Este livro trata exatamente dos detalhes que compõem a valiosa análise dos processos. Pode-se afirmar que temos neste texto os conhecimentos necessários para a aplicação do estudo de tempos e movimentos. Entretanto, precisamos continuamente aplicá-los para que tenhamos o domínio e a capacidade de analisar adequadamente os processos produtivos.

Noel Torres Júnior

Doutor em Engenharia de Produção

e professor associado da Universidade Federal de Minas Gerais.

A ideia de escrever este livro surgiu como resposta às necessidades vivenciadas tanto na academia quanto na prática. Não foi um episódio singular, mas um processo de reflexão contínua que me estimulou a iniciar esse projeto.

Enquanto aluna de Engenharia de Produção na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), nunca tive uma matéria sobre o tema. Será que esse assunto não teria importância? Felizmente, a oportunidade de uma graduação-sanduíche e a prática como engenheira me abriram os olhos. Participei do programa Ciência sem Fronteiras nos EUA na Kettering University, antigo General Motors Institute of Technology. Tínhamos aula na primeira fábrica da General Motors em Flint, no Michigan. Lá cursei uma disciplina de Projeto do Trabalho (Work Design) e comecei a ver a importância dos estudos de tempos e movimentos. Definitivamente foi uma matéria que me auxiliou muito nos projetos de engenharia com os quais me defrontei posteriormente. Nessa disciplina, em paralelo com as aulas teóricas, tínhamos aulas práticas em um laboratório com milhares de peças de LEGO. A ideia era projetar os postos de trabalho em uma linha de montagem que produzia dois tipos distintos de cadeados. Parece brincadeira de criança, não é? Esse projeto durou o semestre inteiro e meu grupo de cinco pessoas gastava em média oito horas por semana além das aulas para realizar as atividades e estudos propostos. Essa experiência me fez uma melhor engenheira. Quem dera muitos outros engenheiros de produção tivessem tido essa oportunidade.

É engraçado! Já não bastasse a experiência supramencionada, esse “fantasma” me perseguiu em vários estágios e trabalhos que fiz como engenheira. Ainda como gerente de projetos na empresa júnior da engenharia de produção da UFMG, me lembro de elaborar propostas de projetos de estudos de tempos e movimentos para clientes. Quando participei do programa Ciência Sem Fronteiras, trabalhei por cinco meses em uma grande fornecedora de peças para automóveis na grande Detroit. A indústria automotiva, que visa tanto à melhoria contínua de seus métodos de trabalho, não poderia me fornecer melhor oportunidade de esbarrar novamente com essa necessidade básica de estudar os tempos e movimentos de uma determinada operação. Além dos projetos de redução de custos em que usávamos essas ferramentas, estávamos planejando o *layout* de uma nova fábrica exclusiva para peças de uma fabricante japonesa de automóveis. Durante essa experiência tive que realizar vários estudos usando sistemas predeterminados de tempo a partir

de filmagens das operações da fábrica antiga para que, a partir da identificação de oportunidades de melhoria nos processos, fosse possível projetar um novo *layout* em que um operador controlasse mais equipamentos. Além disso, tive o primeiro contato com o *lean manufacturing*, ou para os íntimos apenas *lean*, nesse mesmo período e logo percebi que as ferramentas de estudos de tempos e movimentos se complementavam com a filosofia e outros métodos do *lean*, como os mapas de fluxos de valor, a identificação dos oito desperdícios e diagramas de espaguete. Hoje em dia vejo a importância de se usar as ferramentas de estudos de tempos e movimentos a partir dessa perspectiva *lean*, o que ajuda a otimizar e sustentar os resultados ao longo do tempo.

Logo que voltei dos EUA, fui contratada por uma empresa siderúrgica em Belo Horizonte para trabalhar como consultora interna em projetos de melhoria relacionados a *lean manufacturing*. Foi durante essa experiência de trabalho que atentei para a necessidade de escrever um livro sobre o assunto com um viés ao mesmo tempo técnico e prático. Vou ser mais específica no que vivenciei. Em 2014, o Brasil começava a entrar em uma situação de recessão econômica e muitas empresas para se manterem competitivas no mercado adotaram grandes projetos de redução de custo. No local em que trabalhava não foi diferente. A empresa contratou uma consultoria para realizar estudos de tempos e movimentos. O objetivo final era basicamente definir metas de redução de custo que cada departamento deveria alcançar. Eu acompanhei os consultores e o que me incomodou foi chegar à conclusão de que eles sempre traziam apenas “o que” a ser feito. Quando eu indagava esses profissionais sobre o “porquê?” e o “como?”, eles sempre respondiam de forma efusiva e superficial ou tentavam fugir do assunto. Assim, acabei por desconfiar se essas pessoas realmente dominavam o conhecimento necessário para realizar esses projetos e percebi em alguns casos que elas não usavam os métodos adequadamente.

Conto esse caso para evidenciar a necessidade de se ter um livro que possa auxiliar na escolha e utilização adequada de um método em um estudo de tempos e movimentos com uma linguagem acessível. Afinal, não apenas engenheiros de produção, mas também engenheiros metalúrgicos, químicos, mecânicos, administradores, economistas e outros profissionais podem em algum momento de suas carreiras participar de forma direta ou indireta de um projeto que envolva melhorias em seus métodos de trabalho, seja em uma indústria, em um hospital, em um banco, em uma repartição pública

ou até em nossa própria vida pessoal. De qualquer forma, vale ressaltar que o público-alvo deste livro são engenheiros de produção em formação ou atuantes, que possuem a disciplina de estudos de tempos e movimentos em sua grade curricular e que na prática acabam trabalhando diretamente com esse tema.

Voltando à minha época de engenheira, o final da história foi que percebi que não havia tempo na indústria para se escolher criticamente um método, apesar de que sempre haveria tempo para se retrabalhar os problemas gerados por essa má escolha. A verdade é que chegou um ponto em que estava mais desaprendendo do que aprendendo. Assim, acabei optando por interromper minha experiência na indústria e iniciar um mestrado em Administração na linha de Gestão de Operações e Logística com o intuito de continuar me aprofundando sobre o tema e futuramente, quem sabe, poder escrever livros que pudessem ajudar as pessoas nesse tema de melhoria de processos. Também queria abrir a oportunidade de dar aulas. Como ministrava muitos treinamentos nessa empresa siderúrgica, acabei percebendo que gostava da docência, por mais que relutasse em seguir a carreira de meus pais.

Quando terminei o mestrado, adivinhem qual o primeiro emprego de professora que consegui? Justamente para lecionar uma disciplina de Engenharia de Métodos sobre estudos de tempos e movimentos. Quando fui preparar o material da disciplina, percebi que o único livro disponível na biblioteca sobre o assunto era da década de 70, e que não motivava os estudantes a se aprofundar no tema. Depois desse último estímulo não tinha mais como postergar. Foi justamente no primeiro semestre lecionando essa disciplina que comecei a escrever este livro.

Nesse primeiro ano de docência também participei de um projeto de extensão que tratava da digitalização de processos em um órgão público. A ideia seria basicamente mapear e cronometrar cada um de seus processos. Quando fomos coletar os dados nas agências desse órgão em Belo Horizonte, verificamos que o objetivo do projeto, por falta de planejamento e visão sistêmica, na verdade contribuía para aumentar a ineficiência dos processos. Esse trabalho foi realizado por diferentes equipes de engenheiros de produção em várias cidades brasileiras. O interessante é que, quando fomos apresentar os resultados para o coordenador nacional do projeto e para uma pessoa de alto cargo desse órgão público, eles ficaram impressionados, uma vez que fomos aparentemente a única equipe que trouxe esse tipo de questionamento para o projeto. Relato esse caso para mostrar como, mais

uma vez, essa questão de compreender os métodos de estudos de tempos e movimentos de forma crítica é ainda um *gap* na formação de engenheiros de produção no Brasil.

Concluindo, este livro foi escrito com o foco principal no aprendizado de Engenharia de Produção, embora possa ser utilizado para auxiliar estudantes e profissionais das mais diferentes formações durante o projeto e melhoria de métodos de trabalho, bem como na escolha e uso de procedimentos de medição de tempo. Vivemos em um mundo em constante mudança que exige melhoria contínua de seus processos. Nunca tivemos tantos métodos disponíveis que prometem resolver nossos problemas, mas ao mesmo tempo nunca tivemos tantas pessoas perdidas em utilizá-los. Consequentemente, a cada dia que passa se torna mais fundamental conhecê-los e saber aplicá-los.

Esta obra objetiva, pois, desenvolver a visão crítica de seus leitores, tentando sempre que possível não apenas apresentar quais são os métodos existentes no que tange aos estudos de tempos e movimentos, mas também explicar como, por que e quando eles devem ser aplicados. Não se almeja vender um melhor método, uma vez que existe um método mais adequado para cada situação específica e não um método que seja o melhor para todas elas. Além disso, este livro usa uma abordagem *lean* e holística que objetiva auxiliar na identificação de desperdícios e alcançar um aumento de eficiência global no processo, tornando-o enxuto e trazendo ganhos reais e sustentáveis.

Como um bom professor é aquele que consegue fazer seus alunos superá-lo, esse é o meu maior desejo. Espero que este livro ajude alunos e profissionais a entender mais sobre o assunto e que, consequentemente, contribua para melhorar a qualidade de seu trabalho nos projetos com os quais vierem a se defrontar.

Elisa Granha Lira

CONTEÚDO RESUMIDO

UNIDADE 1

FUNDAMENTOS DOS ESTUDOS DE TEMPOS E MOVIMENTOS

História dos estudos de tempos e movimentos

A busca pela eficiência de fluxo

Metodologias de resolução de problemas

Ergonomia e ergomotricidade

UNIDADE 2

PROJETO E MELHORIA CONTÍNUA DE MÉTODOS

Princípios da eliminação de desperdícios

Análise do fluxo

Gráfico de fluxo, mapofluxograma do processo e mapa de fluxo de valor

Análise das operações em função do tempo

Gráficos de atividade e gráficos homem-máquina

Balanceamento de linha

UNIDADE 3

PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO DO TRABALHO

Roteiro para definição do procedimento de medição

Estudos de tempo (cronometragem)

Sistemas predeterminados de tempo

Estudos de amostragem de trabalho

UNIDADE 4

PADRONIZAÇÃO E TREINAMENTO

Padronização da operação

Treinamento e desenvolvimento

CONTEÚDO

APRESENTAÇÃO GERAL DAS UNIDADES 1

UNIDADE 1

FUNDAMENTOS DOS ESTUDOS DE TEMPOS E MOVIMENTOS..... 5

Capítulo 1: História dos estudos de tempos e movimentos 9

- 1.1 Precusores dos estudos de tempos e movimentos 12
 - 1.1.1 Frederick Taylor 12
 - 1.1.2 Frank e Lillian Gilbreth..... 16
 - 1.1.3 Outras grandes contribuições históricas 21
- 1.2 Modelos de produção 22
 - 1.2.1 Fordismo 22
 - 1.2.2 Sistema Toyota de Produção 26

Capítulo 2: A busca pela eficiência de fluxo 30

- 2.1 Eficiência de fluxo 30
- 2.2 Princípios dos processos 35
 - 2.2.1 A lei de Little 35
 - 2.2.2 A lei dos gargalos 36
 - 2.2.3 A lei da variabilidade..... 37
 - 2.2.4 Aplicação das três leis na eficiência de fluxo 37
- 2.3 O paradoxo da eficiência..... 38
- 2.4 Resolvendo o paradoxo da eficiência 42
- 2.5 Estudo de caso: Serviços 4.0 – Parte 1 43

Capítulo 3: Metodologias de resolução de problemas..... 47

- 3.1 Ciclo PDCA e suas variantes 47
- 3.2 DMAICS 54
- 3.3 Estudo de caso: Serviços 4.0 – Parte 2..... 59

Capítulo 4: Ergonomia e ergomotricidade 62

- 4.1 Conceitos básicos 62
 - 4.1.1 Saúde..... 62
 - 4.1.2 Ergonomia e ergomotricidade..... 63
 - 4.1.3 Tarefa e atividade 66

| | |
|---|----|
| 4.1.4 Estresse e tensão..... | 67 |
| 4.1.5 Sintoma e causa-raiz..... | 69 |
| 4.2 Principais patologias..... | 71 |
| 4.2.1 Desordens musculoesqueléticas..... | 72 |
| 4.2.2 Transtornos mentais e comportamentais..... | 75 |
| 4.3 Controlando o estresse e limitando a tensão..... | 76 |
| 4.3.1 Recomendações ergonômicas..... | 76 |
| 4.3.2 Recomendações de ergomotricidade..... | 77 |
| 4.3.3 Ferramentas ergonômicas e de ergomotricidade..... | 79 |

UNIDADE 2

PROJETO E MELHORIA CONTÍNUA DE MÉTODOS..... 81

Capítulo 5: Princípios da eliminação de desperdícios..... 87

| | |
|---|----|
| 5.1 Desperdícios..... | 87 |
| 5.2 Princípios da economia de movimentos..... | 92 |
| 5.2.1 Estudo dos movimentos do corpo humano..... | 92 |
| 5.2.2 Projeto do local de trabalho..... | 95 |
| 5.2.3 Projeto de ferramentas e maquinário..... | 98 |
| 5.3 5S: Filosofia japonesa de eliminação de desperdícios..... | 99 |

Capítulo 6: Análise do fluxo..... 105

| | |
|--|-----|
| 6.1 Gráfico de fluxo do processo..... | 105 |
| 6.2 Mapofluxograma do processo..... | 109 |
| 6.3 Mapa de fluxo de valor..... | 113 |
| 6.3.1 Conceitos básicos..... | 113 |
| 6.3.2 Passo a passo..... | 114 |
| 6.4 Uso híbrido dos métodos de análise de fluxo..... | 127 |

Capítulo 7: Análise das operações em função do tempo..... 130

| | |
|--|-----|
| 7.1 Gráficos de atividade..... | 130 |
| 7.2 Gráficos homem-máquina..... | 131 |
| 7.2.1 Balanço entre o número de operadores e o de máquinas... .. | 135 |
| 7.2.2 Otimização do tempo..... | 138 |

| | |
|---|------------|
| Capítulo 8: Balanceamento de linha | 147 |
| 8.1 Passo a passo do balanceamento de linha. | 151 |
| 8.2 Exemplo (adaptado de Enade 2017 – Engenharia de Produção) ... | 159 |
| 8.3 Ferramentas auxiliares no balanceamento de linha | 164 |

UNIDADE 3

PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO DO TRABALHO165

| | |
|---|------------|
| Capítulo 9: Roteiro para definição do procedimento de medição. | 168 |
|---|------------|

| | |
|--|------------|
| Capítulo 10: Estudos de tempo (cronometragem) | 174 |
|--|------------|

| | |
|---|-----|
| 10.1 Estudos de tempo em indústrias | 175 |
| 10.2 Estudos de tempo em serviços | 198 |

| | |
|---|------------|
| Capítulo 11: Sistemas predeterminados de tempo | 204 |
|---|------------|

| | |
|---|-----|
| 11.1 Passo a passo | 205 |
| 11.2 Preenchimento do formulário MOST | 206 |
| 11.2.1 Movimentos Gerais (G) | 208 |
| 11.2.2 Movimentos Controlados (C) | 213 |
| 11.2.3 Uso de Ferramentas (F) | 218 |
| 11.2.4 Faça você mesmo seu padrão | 232 |

| | |
|---|------------|
| Capítulo 12: Estudos de amostragem de trabalho | 236 |
|---|------------|

| | |
|--|-----|
| 12.1 A teoria da amostragem de trabalho: distribuição binomial... .. | 239 |
| 12.2 Passo a passo | 244 |
| 12.3 Amostragem de trabalho em indústrias | 251 |
| 12.4 Amostragem de trabalho em serviços | 253 |
| 12.4.1 Caso 1: amostragem do trabalho em restaurantes | 254 |
| 12.4.2 Caso 2: amostragem do trabalho de enfermeiras | 259 |

UNIDADE 4

PADRONIZAÇÃO E TREINAMENTO267

| | |
|--|------------|
| Capítulo 13: Padronização da operação | 270 |
|--|------------|

| | |
|--|-----|
| 13.1 Padrões operacionais | 273 |
| 13.1.1 Instruções de Trabalho Padrão (ITP) | 277 |
| 13.1.2 Quadro de Combinação do Trabalho Padronizado (QCTP) ... | 280 |

| | |
|--|------------|
| 13.1.3 Diagrama de Trabalho Padronizado (DTP)..... | 281 |
| 13.2 Padrões visuais..... | 286 |
| 13.3 Padrões gerenciais..... | 288 |
| Capítulo 14: Treinamento e desenvolvimento | 289 |
| 14.1 Processo de aprendizagem..... | 290 |
| 14.2 Papel do instrutor..... | 295 |
| 14.3 Elaboração de treinamentos..... | 301 |
| 14.4 Estímulo ao uso e atualização de padrões..... | 305 |
| REFLEXÃO FINAL..... | 307 |
| APÊNDICES | 311 |
| Apêndice 1: siglas e abreviações | 313 |
| Apêndice 2: glossário | 316 |
| Apêndice 3: tabelas especiais..... | 328 |
| Distribuição normal-padrão acumulada | 328 |
| Distribuição <i>t</i> de Student..... | 329 |
| Tabelas MOST | 330 |
| Apêndice 4: modelos de formulários..... | 334 |
| Gráfico de Fluxo e Mapofluxograma do Processo..... | 334 |
| Mapa de Fluxo de Valor..... | 335 |
| A3 em branco..... | 336 |
| Coleta de tempos (cronoanálise <i>lean</i>)..... | 337 |
| Coleta de tempos (cronoanálise tradicional)..... | 338 |
| Instruções de Trabalho Padrão (ITP)..... | 339 |
| Quadro de Combinação do Trabalho Padronizado (QCTP)..... | 340 |
| Esboço para Diagrama de Trabalho Padronizado (DTP)..... | 341 |
| Diagrama de Trabalho Padronizado (DTP)..... | 342 |
| Apêndice 5: respostas dos estudos de caso e dos testes..... | 343 |
| Capítulo 2 (Estudo de caso: Serviços 4.0 – Parte 1)..... | 343 |

| | |
|--|-----|
| Capítulo 3 (Estudo de caso: Serviços 4.0 – Parte 2) | 345 |
| Capítulo 11 (Teste seus conhecimentos)..... | 347 |
| Movimento Geral (G) ou Controlado (C)?..... | 347 |
| Movimentos Gerais (G) | 347 |
| Movimentos Controlados (C)..... | 348 |
| Uso de Ferramentas (F) para APERTAR / AFROUXAR | 348 |
| Uso de Ferramentas (F) para CORTAR / TRATAR SUPERFÍCIE ... | 348 |
| Uso de Ferramentas (F) para REGISTRAR / PENSAR..... | 349 |

REFERÊNCIAS **351**

Referências bibliográficas..... **353**

Softwares **361**

Websites **362**

APRESENTAÇÃO GERAL DAS UNIDADES

APRESENTAÇÃO GERAL DAS UNIDADES

Este livro foi elaborado com o objetivo de responder às seguintes questões:

- Quais são os princípios que devem nortear um estudo de tempos e movimentos?
- Que metodologias podem ser usadas no projeto e na melhoria contínua dos métodos de trabalho?
- Quais são os procedimentos de medição existentes? E quando devemos utilizar cada um deles?
- Como sustentar os resultados alcançados?

Essas questões são primordiais, visto que um estudo de tempos e movimentos de qualidade perpassa cada uma dessas perguntas. Essa visão holística é fundamental para otimizar os resultados que podem ser alcançados com esses estudos e aumentar sua sustentabilidade ao longo do tempo.

Conseqüentemente, esta obra é dividida em quatro unidades:

1. Fundamentos dos estudos de tempos e movimentos;
2. Projeto e melhoria contínua de métodos;
3. Procedimentos de medição do trabalho;
4. Padronização e treinamento.

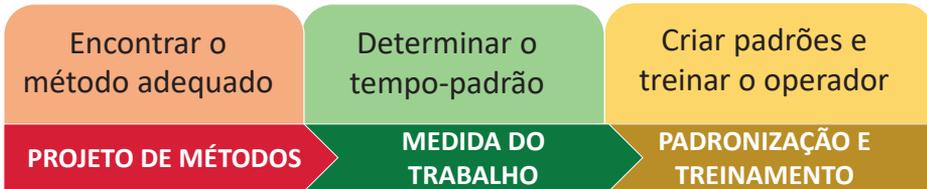
A organização geral do livro é apresentada na próxima página.

A primeira unidade trata dos fundamentos dos estudos de tempos e movimentos que são a base por trás das demais unidades: sua origem histórica; os princípios para aumentar a eficiência de fluxo de um processo; a importância do uso de metodologias de resolução de problemas (PDCA e DMAICS); e os conceitos e recomendações de ergonomia e ergotricidade.

Uma vez internalizados esses fundamentos, o método de trabalho pode ser projetado. A unidade 2 trata, portanto, das técnicas para se encontrar o método de trabalho mais adequado com o objetivo de eliminar desperdícios, analisar o fluxo (gráfico de fluxo, mapofluxograma do processo e mapa de fluxo de valor), analisar as operações em função do tempo (gráficos de atividade e gráficos homem-máquina) e balancear uma linha de produção.

- **Capítulo 1:** História dos estudos de tempos e movimentos
- **Capítulo 2:** A busca pela eficiência de fluxo
- **Capítulo 3:** Metodologias de resolução de problemas
- **Capítulo 4:** Ergonomia e ergomotricidade

FUNDAMENTOS DOS ESTUDOS DE TEMPOS E MOVIMENTOS



- **Capítulo 5:** Princípios da eliminação de desperdícios
- **Capítulo 6:** Análise do fluxo (gráfico de fluxo, mapofluxograma do processo e mapa de fluxo de valor)
- **Capítulo 7:** Análise das operações em função do tempo (gráficos de atividade e gráficos homem-máquina)
- **Capítulo 8:** Balanceamento de linha
- **Capítulo 9:** Roteiro para definição do procedimento de medição
- **Capítulo 10:** Estudos de tempo (cronometragem)
- **Capítulo 11:** Sistemas predeterminados de tempo (SPDT)
- **Capítulo 12:** Estudos de amostragem de trabalho
- **Capítulo 13:** Padronização da operação
- **Capítulo 14:** Treinamento e desenvolvimento

Ao encontrarmos o método adequado de trabalho, prosseguimos para medir o trabalho e determinar seu tempo-padrão (unidade 3). Isso pode ser feito através de procedimentos de medição como: estudos de tempo (cronometragem), sistemas predeterminados de tempo (SPDT) e amostragem do trabalho. Vale ressaltar, todavia, que cada um desses procedimentos deve ser escolhido de acordo com os objetivos, as restrições e o contexto de um estudo de tempos e movimentos.

Ao final, com o método e tempo-padrão definidos, podemos criar ou atualizar os padrões de trabalho e treinar os funcionários, o que é fundamental para sustentar os resultados alcançados.

UNIDADE 1

FUNDAMENTOS DOS ESTUDOS DE TEMPOS E MOVIMENTOS

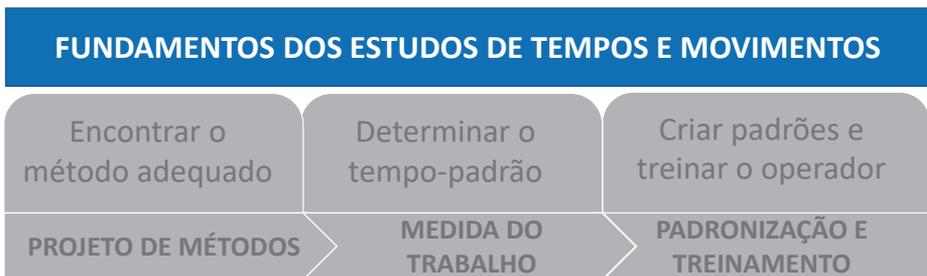
- História dos estudos de tempos e movimentos
- A busca pela eficiência de fluxo
- Metodologias de resolução de problemas
- Ergonomia e ergomotricidade



UNIDADE 1: FUNDAMENTOS DOS ESTUDOS DE TEMPOS E MOVIMENTOS

A unidade 1 trabalhará os conceitos que servem de base para as demais unidades. Ela está dividida em quatro capítulos conforme a figura a seguir.

- **Capítulo 1:** História dos estudos de tempos e movimentos
- **Capítulo 2:** A busca pela eficiência de fluxo
- **Capítulo 3:** Metodologias de resolução de problemas
- **Capítulo 4:** Ergonomia e ergomotricidade

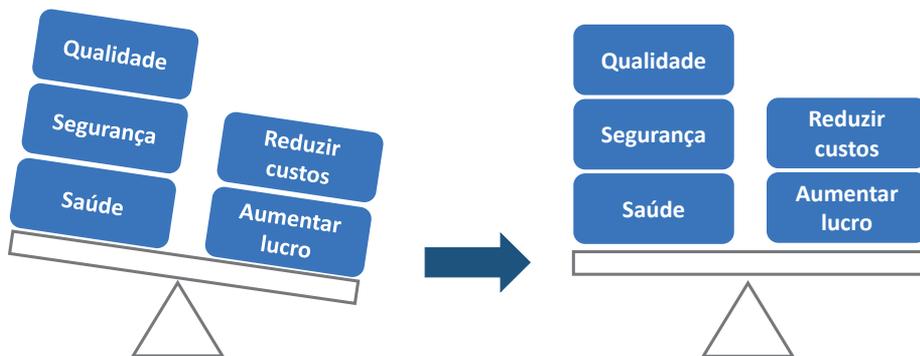


Nesta unidade de fundamentos, primeiro embasaremos historicamente os estudos de tempos e movimentos. Afinal, não se trata de moda recente: desde as primeiras indústrias se começou a desenvolver procedimentos sistemáticos para simplificar o trabalho (como exemplo, temos os estudos de Taylor e Gilbreth). Hoje em dia, com a grande competição entre as empresas, é natural que isso seja uma premissa básica para qualquer organização que almeja manter sua sustentabilidade econômica. O primeiro capítulo apresenta, assim, a evolução histórica dos estudos de tempos e movimentos.

Em seguida, é importante refletir sobre o tema da eficiência de fluxo. Os estudos de tempos e movimentos podem ser utilizados para se projetar um posto de trabalho, produzir um produto ou fornecer um serviço. Entretanto, independentemente do contexto em que são utilizados, eles geralmente têm como objetivo aumentar a eficiência de um processo. Esse tema deve ser cuidadosamente estudado, uma vez que existem relações contraintuitivas em relação ao tema de eficiência. Geralmente quando se preconiza aumentar a eficiência dos recursos de forma isolada, compromete-se a eficiência

do fluxo como um todo. Hoje em dia não nos faltam exemplos de pessoas e empresas que focam apenas em aumentar os lucros e reduzir os custos no curto prazo com foco individual em seus recursos. Essa “cegueira” pode criar riscos ou até problemas relacionados à segurança e saúde de funcionários – e também problemas de qualidade nos produtos ou serviços ofertados. Esses problemas, por sua vez, podem custar caro a médio e longo prazo e comprometer os resultados alcançados no curto prazo. O segundo capítulo abordará, portanto, o conceito de eficiência de fluxo, como ela pode ser alcançada e sustentada dentro de uma organização.

Vale ressaltar que é possível conseguir concomitantemente resultados satisfatórios em termos de custos, qualidade, segurança e saúde no processo de forma global. No entanto, com esse intuito deve ser realizado um estudo sistemático com etapas claras de planejamento, execução, correção e sustentação. Assim, no terceiro capítulo serão apresentadas metodologias gerais de solução de problemas como o PDCA (Planejar, Fazer, Checar e Agir) e o DMAICS (Definir, Medir, Analisar, Implementar, Checar e Sustentar).



Finalmente, como muitos conceitos relacionados à ergonomia e à ergonomia são utilizados para embasar a melhoria dos métodos, o quarto capítulo focará nesses dois temas. Nada adianta acelerar nossos funcionários se comprometemos sua saúde e empregabilidade. Logo, os movimentos do corpo humano, o local de trabalho e os locais das ferramentas e materiais devem ser projetados com o intuito de otimizar a produtividade e, ao mesmo tempo, satisfazer o funcionário bio, psico e socialmente.

CAPÍTULO 1: HISTÓRIA DOS ESTUDOS DE TEMPOS E MOVIMENTOS

O desenvolvimento dos estudos de tempos e movimentos se confunde com a própria evolução da produção de bens, que por sua vez se relaciona de forma intrínseca com os estímulos econômicos, sociais e tecnológicos de cada época.

Na sociedade pré-industrial (antes do século XVIII), o trabalho era artesanal. O tempo e as regras eram determinados pelo próprio trabalhador, enquanto o controle era exercido pelos mestres. Assim, os mestres detinham todo o conhecimento do processo produtivo e criavam produtos “únicos”, com características geográficas e culturais de sua região. Como consequência, por se tratar de baixo volume de produção, o custo por produto era alto.

Entretanto, a sociedade foi evoluindo. Começou a ser criada uma sociedade de consumo que demandava produtos em maiores quantidades e menores preços. O tempo é transformado, pois, em insumo, e os estudos de tempos e movimentos surgem como resposta natural a essa necessidade. Tais estudos permitiram que um operador produzisse mais peças e, conseqüentemente, reduzisse o custo por peça.

Dessa maneira, com o passar do tempo o trabalho foi se tornando cada vez mais especializado, ou seja, as pessoas passaram a cada vez mais realizar partes menores de uma tarefa. Concomitantemente, os produtos ficavam mais padronizados – o que, somado a um alto volume de produção, tornava-os mais baratos e acessíveis.

Hoje em dia não é diferente: a competição global cria incentivos cada vez maiores para que as organizações repensem seus métodos de trabalho e otimizem os tempos de suas operações com o objetivo de aumentar a eficiência de seus processos. Logo, é primordial compreender a evolução histórica dos estudos de tempos e movimentos, uma vez que muitas das ferramentas hoje utilizadas foram criadas há mais de um século. Além disso, mais importante do que conhecer um método em si, é fundamental entender o contexto em que ele foi criado, uma vez que a necessidade é a mãe da invenção. Isso auxilia na definição de quando um método deve ser utilizado e que adaptações podem ser feitas de acordo com o problema que se quer resolver.

Este capítulo busca, portanto, contextualizar historicamente a evolução dos estudos de tempos e movimentos. Para tanto, dois grandes precursores serão abordados: Frederick Taylor; e Frank e Lillian Gilbreth. Enquanto Taylor realizou notórios estudos de tempo (cronoanálises), os Gilbreth ficaram famosos por seus estudos de movimentos.

Além disso, dois modelos de produção serão apresentados: o fordismo e o toyotismo. Ford e sua produção em massa de carros não seria possível sem o uso maciço dos estudos de tempos e movimentos. De outro lado, também é importante abordar o Sistema Toyota de Produção (STP), cuja filosofia serve de base para se otimizar o trabalho continuamente através da eliminação de desperdícios e visão de fluxo – conceitos fundamentais por trás dos estudos de tempos e movimentos.

Mas, antes de entrar em cada um desses pontos, cabe fazer a distinção entre os níveis de abstração envolvidos neste capítulo e que na prática muitas pessoas confundem. Quando esta obra aborda Taylor e os Gilbreth, o foco está no conjunto de técnicas que eles utilizaram em seus estudos. Assim, ferramentas estão em um nível de abstração mais basal – logo, apresentam maior grau de tangibilidade e objetividade. Ou seja, quanto menor o grau de abstração, mais específica a definição do que estamos trabalhando.

Em contraposição, quando falamos de modelos de produção como o fordismo e o toyotismo, temos de ser mais cuidadosos, uma vez que envolvem vários graus de abstração. A definição será exemplificada a partir do *lean manufacturing*, termo propagado por meio do livro “A máquina que mudou o mundo”, de 1990, escrito por pesquisadores do MIT a partir de visitas ao Japão e investigações sobre o STP. Trata-se de uma filosofia de gestão inspirada em práticas e resultados do toyotismo e em outras ferramentas da qualidade. O termo *lean* reforça a importância do STP na eliminação de desperdícios, com o objetivo de “enxugar” ao máximo o sistema produtivo dessas ineficiências.

A literatura sobre *lean* mescla diferentes níveis de abstração, o que acaba muitas vezes por confundir o leitor. *Lean* pode ser definido a partir de três níveis de abstração (Figura 1.1).

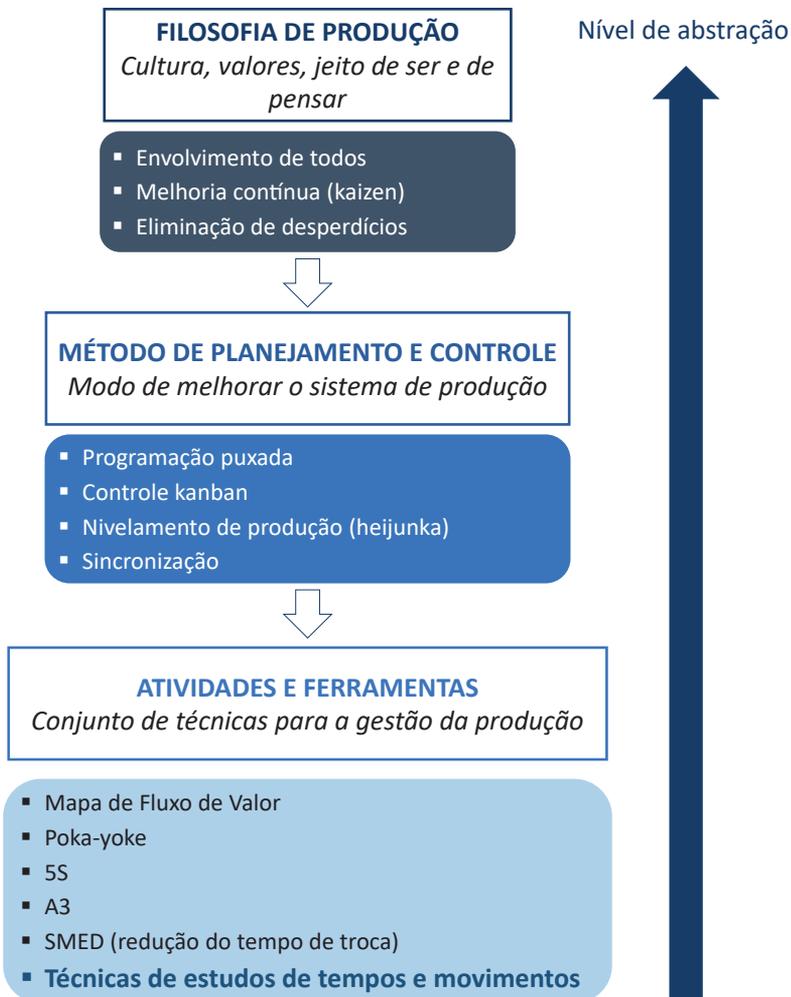


Figura 1.1 – Os diferentes níveis de abstração de *lean manufacturing*

Em um nível de abstração maior, pode ser definido como uma filosofia de produção, isto é, como uma forma de ser e de pensar. Trata-se, afinal, de uma filosofia com vistas a desenvolver uma cultura e valores em que naturalmente todos os funcionários colaborem na melhoria contínua em seu dia a dia

de trabalho através da eliminação de desperdícios. Em um nível de abstração intermediário, podemos ver o *lean* como um método de planejamento e controle: sistema de produção que se preconiza (programação puxada), ou seja, a necessidade do cliente deve puxar aquilo que deverá ser produzido; controle kanban; nivelamento de produção; e sincronização de fluxo. Finalmente, em um nível mais basal, *lean* também é uma caixa de ferramentas, as quais não necessariamente são exclusivas ou criadas pelo toyotismo. Como exemplo podemos citar o 5S, o Single Minute Exchange of Die (SMED) e até técnicas de estudos de tempos e movimentos que tiveram como precursores Taylor e os Gilbreth.

1.1 Precursores dos estudos de tempos e movimentos

Nesta seção serão apresentados os grandes precursores dos estudos de tempos e movimentos, notadamente Frederick Taylor e os Gilbreth.

1.1.1 Frederick Taylor (1856-1915)

Antes do livro “Princípios da Administração Científica”, de Taylor, métodos empíricos na administração dos negócios predominavam. Frederick Winslow Taylor (Figura 1.2) foi um dos primeiros a lidar com o trabalho de forma mais analítica. Não por menos foi apelidado de “pai da organização científica do trabalho”.



Figura 1.2 – Frederick Taylor

Quando Taylor começou a trabalhar, a economia não ia muito bem e a primeira profissão que ele pôde exercer foi a de operador. Como era uma pes-

soa muito determinada, foi sendo promovido com o passar do tempo e registrou muitas patentes de invenção sobre máquinas, ferramentas e processos de trabalho. Ele inventou, por exemplo, um novo método de cortar aço que possibilitou que as ferramentas da época durassem três vezes mais do que as antigas.

O livro “Princípios da Administração Científica”, de Taylor, traz como objetivo básico o aumento de produtividade e da eficiência organizacional por meio da especialização e padronização do trabalho. Vale ressaltar que já existia a “divisão manufatureira do trabalho” de Adam Smith; o que Taylor aprimorou foi a divisão do trabalho a fim de padronizar o tempo de cada operação. Sua grande contribuição foi o “método científico”, uma vez que pregava a padronização dos tempos e métodos de forma a retirar a subjetividade do funcionário na realização do trabalho. As operações manuais deveriam ser reduzidas a movimentos elementares que pudessem ser cronometrados, descritos e ensinados a qualquer pessoa. Taylor objetivava responder a basicamente duas perguntas: “Qual a melhor forma de fazer um trabalho?” e “Quanto um funcionário conseguiria produzir em um dia de trabalho?”.

Quando trabalhou na Midvale Steel Company, por exemplo, Taylor realizou estudos que concluíram que a quantidade de trabalho que um operador consegue realizar depende da porcentagem do dia que ele trabalhava; da porcentagem do dia que ele descansava; e da duração e frequência dos períodos de descanso.

Os Princípios da Administração Científica apresentados por Taylor são os seguintes:

1. Princípio de planejamento: desenvolvimento de uma ciência de trabalho em vez de critérios individuais dos operários;
2. Princípio de preparo: seleção e aperfeiçoamento contínuo do operador. Esses não devem ser conduzidos ao acaso, mas sim de forma estruturada e padronizada cientificamente. O arranjo físico de máquinas e equipamentos também deve ser preparado em disposição racional;
3. Princípio do controle: o trabalho deve ser controlado para que seja executado conforme os métodos estabelecidos. A gerência deve cooperar com os operadores na resolução de problemas;
4. Princípio da execução: as atribuições e responsabilidades devem ser distribuídas para que o trabalho seja executado de forma disciplinada.

Desse modo, Taylor aplica o método científico no estudo do trabalho, e o raciocínio de seu estudo parte de uma lógica econômica. Um dos benefícios desse trabalho está no custeio e controle do produto relacionado à mão de obra direta, uma vez que analisa o tempo dos operadores como medida contábil. Taylor estuda analiticamente a administração e o “chão de fábrica”, mas vale ressaltar que o conceito de produção é mais amplo, não se restringindo apenas à produção física.

Um exemplo que ilustra bem esses princípios do método científico de Taylor é seu estudo sobre o manejo de pás (Figura 1.3).

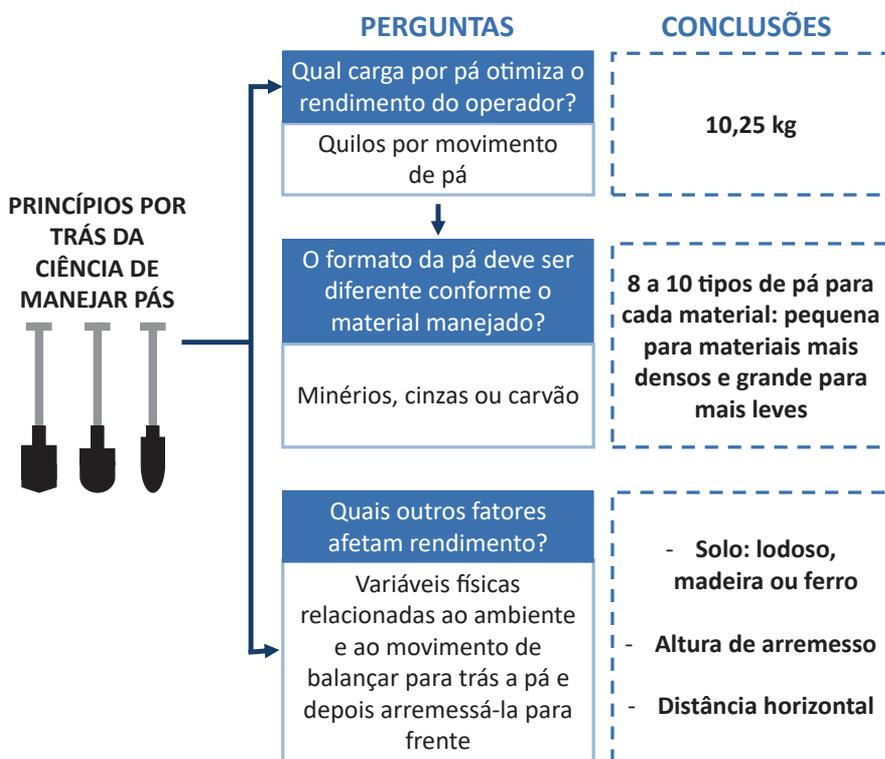


Figura 1.3 – Estudo sobre manejo de pás de Taylor

Nesse estudo Taylor investigou quais eram os princípios por trás dessa operação e realizou diversos experimentos de forma que se pudesse otimizar o rendimento de cada trabalhador. Assim, ele estudou a relação do tempo que o operador gastava nessa operação com o peso carregado na pá, as dis-

tâncias e a altura de arremesso. O objetivo final era a padronização desses fatores. Ao final do estudo, Taylor chegou à conclusão de que uma carga aproximada de 10,25 kg por pá aumentaria a carga manejada pelo operador sem gerar fadiga. Logo, deveriam existir diversos tipos de pá para cada tipo de material a ser carregado, dependendo da densidade desses materiais. Portanto, pás menores deveriam ser utilizadas para materiais mais densos, como minérios, e pás maiores deveriam ser alocadas a materiais com menor densidade, como cinzas. Além disso, inúmeros estudos de cronoanálise foram realizados com vistas a se criarem fórmulas que estimassem o tempo-padrão para determinada atividade conforme o peso carregado e as distâncias percorridas. Se paramos para pensar, essas fórmulas podem ser consideradas precursoras dos sistemas predeterminados de tempo.

Taylor também criou um sistema visual para motivar a melhoria contínua dos operadores nessa atividade. Ao final do turno, cada operador recebia uma ficha com seu retorno financeiro diário. Se a ficha fosse branca, a performance do trabalhador estava satisfatória. Mas, se fosse amarela, era um ponto de atenção, sinalizando que o operador deveria melhorar, senão poderia vir a ser substituído.

Os resultados desses estudos e padrões criados são apresentados na Tabela 1.1.

| | Sistema antigo | Sistema melhorado |
|---|----------------|-------------------|
| Número de trabalhadores | 400 a 600 | 140 |
| Média de toneladas por dia por homem | 16 | 59 |
| Média de remuneração por dia por homem | \$ 1,15 | \$ 1,88 |
| Custo médio de carregamento de aproximadamente uma tonelada | \$ 0,072 | \$ 0,033 |

Tabela 1.1 – Resultados do estudo sobre manejo de pás de Taylor

Segundo Taylor, esse sistema assegurava a “prosperidade do empregado, acompanhada da prosperidade do patrão”. Como pode ser visualizado na Tabela 1.1, ambos foram beneficiados financeiramente pelo aumento de produtividade.

Assim, o estudo ilustra bem o que Taylor pregava:

- Estudo sistematizado do trabalho em vez de diretrizes individuais;
- Harmonia e não discórdia;
- Cooperação ao invés de individualismo;
- Desenvolvimento de cada homem ao seu potencial máximo de eficiência e prosperidade.

1.1.2 Frank (1868-1924) e Lillian Gilbreth (1878-1972)

Frank e Lillian Gilbreth (Figura 1.4) foram os precursores da técnica de estudo dos movimentos. Eles também buscavam pesquisar cientificamente a gestão, mas, enquanto o foco de Taylor estava no “tempo”, o dos Gilbreth estava nos “movimentos”. De modo que, com suas pesquisas e metodologias, os Gilbreth contribuíram não apenas para os estudos de tempos e movimentos, mas também para a área de ergonomia e ergomotricidade.



Figura 1.4 – Frank e Lillian Gilbreth

As contribuições dos Gilbreth abrangeram diferentes áreas de atuação, como construção civil, indústria, hospitais – eles realizaram estudos até mesmo de movimentos para deficientes físicos. Frank desenvolveu um método de arremesso para a liga principal de beisebol, o qual foi posteriormente também usado no exército americano no lançamento de granadas. Independentemente da área de atuação, o objetivo era sempre a melhoria dos procedimentos de um posto de trabalho, a fim de aumentar a produtividade por meio da eliminação dos movimentos desnecessários na realização de

determinada tarefa. Ou seja, os movimentos longos e fatigantes deveriam ser substituídos pelos movimentos curtos e menos cansativos. Assim, ao final seria selecionada a sequência de movimentos mais eficiente. Os Gilbreth almejavam encontrar a melhor forma de se executar uma operação.

Exemplo clássico é o estudo de Frank Gilbreth sobre a operação de pedreiros de se assentar tijolo. Frank desenvolveu um andaime cuja altura poderia ser facilmente ajustada, e que possuía uma plataforma onde os pedreiros poderiam colocar tijolos e argamassa. Assim, o movimento desnecessário e cansativo de abaixar para pegar um tijolo no chão do andaime foi eliminado. Além disso, Frank também chegou a uma solução para que os pedreiros pudessem manejar os tijolos rapidamente, sem a necessidade de escolher os melhores em uma pilha. Os tijolos deveriam ser inspecionados assim que fossem descarregados e colocados em molduras lado a lado. Ao final, o pedreiro passou a realizar essa operação eficientemente usando as duas mãos de forma simultânea. Enquanto uma pegava o tijolo, a outra pegava a espátula com argamassa. A partir dessas ações, o número de tijolos assentados pelos pedreiros passou de 120 para 350 por hora. Trata-se, portanto, de uma melhoria de quase 200%.

O método científico também foi aplicado pelos Gilbreth em salas de cirurgia de hospitais. Eles visionaram que existia uma grande oportunidade nessa área, uma vez que as práticas de instrumentação cirúrgica variavam muito nos EUA na época. Segundo Frank, “os cirurgiões tinham mais a aprender com estudos de tempos e movimentos, eliminação de desperdícios e gestão científica a partir das experiências industriais do que as indústrias poderiam aprender com os hospitais”. Por esses estudos, verificou-se que os cirurgiões gastavam mais tempo procurando os instrumentos a serem utilizados do que efetivamente realizando a operação de seus pacientes. Os instrumentos cirúrgicos passaram, então, a ser organizados e alinhados em padrões regulares e consistentes. Mais: os enfermeiros passaram a manejar os instrumentos necessários para os médicos realizar suas cirurgias.

Frank e Lillian também são famosos por desenvolver várias outras técnicas, como o gráfico de fluxo de processo, o estudo de micromovimentos, o método ciclográfico e o cronociclográfico.

Os Gilbreth criaram uma classificação dos movimentos do corpo humano, precursora do gráfico de fluxo do processo, a qual poderia ser utilizada para se microanalisar o comportamento do operador. Essa lista de movimentos foi nomeada por seus criadores de “Therbligs”, que é inspirada na palavra

Gilbreth escrita de trás para frente, e consistia em uma lista de categorias de movimentos (Tabela 1.2). Com base nessas categorias, gráficos poderiam ser construídos, associando as partes do corpo envolvidas no movimento em relação ao seu uso no tempo.

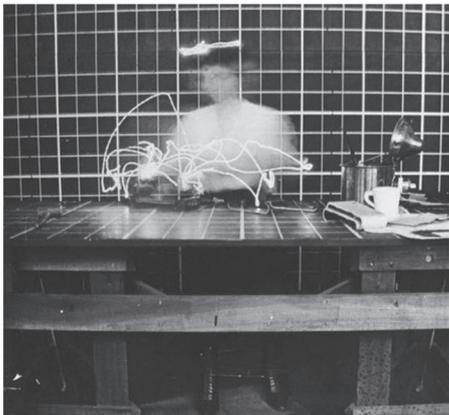
| Símbolo | Descrição do símbolo | Símbolo | Descrição do símbolo |
|---------|----------------------|---------|----------------------|
| | Buscar | | Inspeccionar |
| | Encontrar | | Preposicionar |
| | Selecionar | | Transportar cheio |
| | Agarrar | | Transportar vazio |
| | Segurar | | Soltar carga |
| | Usar | | Demora evitável |
| | Montar | | Demora inevitável |
| | Desmontar | | Planejar |
| | Posicionar | | Descansar |

Tabela 1.2 – Lista de movimentos dos Gilbreth (“Therbligs”)

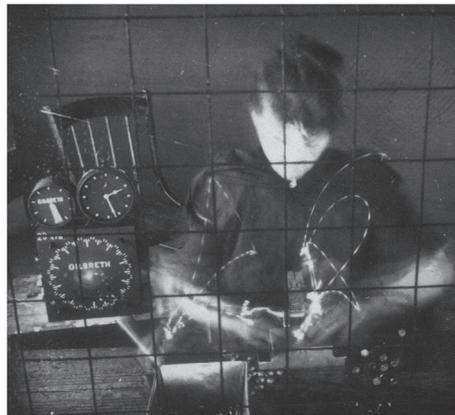
O estudo de micromovimentos foi possibilitado pelo advento da máquina de filmar. Basicamente, trata-se do estudo dos elementos fundamentais de uma operação a partir de uma filmagem e da posterior análise dos intervalos de tempo do filme. Assim, enquanto Taylor cronometrava diretamente suas operações, os Gilbreth realizavam uma cronometragem indireta através de câmeras fotográficas e de vídeo. Essas filmagens eram interessantes porque atendiam várias finalidades. Primeiramente, tinha-se um registro visual de como a operação era realizada. Ao estudar esses vídeos, os Gilbreth poderiam identificar várias oportunidades de melhoria. Ademais, os vídeos poderiam ser usados em treinamentos.

O método ciclográfico (Figura 1.5) consiste em acoplar uma pequena lâmpada elétrica no dedo, na mão ou em qualquer outra parte do corpo humano. Em seguida, fotografa-se com uma câmera cujo obturador fica aberto por um longo período. Assim, armazenam-se o deslocamento da luz no espaço e as trajetórias dos movimentos realizados. Essa foto, além de ser um registro, pode ser utilizada para a identificação de possíveis melhorias.

O método cronociclográfico (Figura 1.5) é uma variação do ciclográfico, com a diferença de que naquele a luz é acesa de forma intermitente. Ou seja, na foto, no lugar de termos linhas contínuas da trajetória dos movimentos, obtêm-se linhas espaçadas. A proporção desse espaçamento irá variar de acordo com a velocidade e aceleração do movimento corporal realizado. Quanto maior o espaçamento, maior a velocidade do movimento. Se o movimento for acelerado, a distância entre essas linhas será continuamente aumentada. Por outro lado, ao frear o movimento, esse espaçamento será reduzido. Em resumo, é um método que permite analisar o tempo, a velocidade, a aceleração e a desaceleração dos movimentos envolvidos em uma operação.



Método ciclográfico



Método cronociclográfico

Figura 1.5 – Métodos ciclográfico e cronociclográfico

Após a morte de Frank, a reputação dos Gilbreth só aumentou: Lillian começou a divulgar seus trabalhos enfatizando as diferenças em relação aos de Taylor. Além disso, as evoluções tecnológicas das câmeras fotográficas e de vídeo foram tornando mais conveniente seu uso em estudos de movimentos que poderiam ser realizados a baixo custo. Assim, os estudos de tempo de Taylor e os estudos de movimento dos Gilbreth passaram a ser

tratados de forma conjunta e ganharam maior aceitação perante a comunidade científica.

Curiosidades sobre Frank e Lillian Gilbreth

Frank e Lillian Gilbreth eram pessoas notáveis. Aos 17 anos, Frank passou no vestibular do Massachusetts Institute of Technology (MIT) – uma das melhores faculdades de engenharia do mundo –, mas recusou a oportunidade para se tornar assistente de pedreiro. Como era uma pessoa muito competente e disciplinada, Frank rapidamente foi sendo promovido, e em 1895 fundou sua própria empreiteira, a qual ficou conhecida por realizar projetos sempre antes do previsto e dentro do orçamento. Ao final, Frank abandonou completamente seus trabalhos na construção civil para se dedicar exclusivamente aos estudos de movimentos.

Lillian também era uma mulher diferenciada. Em 1896, começou a estudar na Universidade da Califórnia, onde foi a primeira mulher a fazer um discurso de formatura. Em 1915, terminou seu PhD pela Brown University com a tese intitulada “A psicologia da gestão”. Além disso, foi a primeira mulher a ser professora de gestão pela Purdue University, em 1935.

Frank e Lillian se conheceram em Boston, em 1903, por intermédio de um amigo em comum que era também primo de Frank. Seis meses após o primeiro encontro, noivaram. O casamento entre os conhecimentos de psicologia de Lillian e de engenharia de Frank serviu de base para seus estudos pioneiros, que envolviam a compreensão do fator humano em conjunto com a engenharia de economia de movimentos.

Frank e Lillian Gilbreth viviam tão imersos na otimização dos processos, que era difícil definir onde a empresa deles de gestão científica terminava e a vida familiar começava. Afinal, o casal teve 12 filhos e, para que estes fossem “gerenciados” de forma satisfatória, por que não utilizar os métodos que os próprios pais desenvolviam? Frank chegou a filmar a prole em ações rotineiras, como lavar pratos, e instalou diagramas de processo no banheiro de forma a coordenar as atividades diárias (fazer os deveres de casa, escovar os dentes e tomar banho). Ao final do dia, cada filho deveria se autoavaliar e plotar um gráfico. Dizem também que Frank fez que seus 12 filhos tivessem as amígdalas removidas na mesma data, para que ele pudesse estudar o método dessa intervenção cirúrgica. Não à toa, os filhos do casal depois publicaram um livro de lembranças familiares que se chama “Mais barato a dúzia”, obra mais tarde transformada em filme, que no Brasil recebeu o título de “Papai batuta” e inspirou posteriormente o filme “Doze é demais”. Essa

era uma das piadas favoritas de Frank: quando perguntado por que teve 12 filhos, gostava de dizer que assim o fez porque era “mais barato a dúzia”.

A gestão científica não era aplicada apenas aos filhos, mas também em cada detalhe da vida de Frank. Ele abotoava os botões das próprias roupas de baixo para cima (ao invés de de cima para baixo) porque, de acordo com sua justificativa, dessa forma se economizavam quatro segundos na operação. Frank chegou até mesmo a usar duas lâminas de barbear ao mesmo tempo porque acreditava ser essa a maneira mais eficiente de se fazer a barba – embora depois, segundo consta, tenha desistido do método.

1.1.3 Outras grandes contribuições históricas

Taylor e os Gilbreth deram sua notória e histórica contribuição para os estudos de tempos e movimentos. Entretanto, é importante ressaltar que posterior e até concomitantemente muitas outras pessoas também tiveram sua parcela de contribuição. Por exemplo:

- Carl Barth (1886-1968): associado de Taylor que desenvolveu um padrão para determinar as combinações mais eficientes de *inputs* para se cortar metais;
- Elton Mayo (1880-1949): realizou pesquisas na fábrica da Western Electric Company, em Hawthorne, que constituem o ponto de partida do desenvolvimento da corrente humanista na administração;
- Harrington Emerson (1853-1931): escreveu o livro “Os 12 princípios da eficiência”, cuja abordagem de trabalho alcançou economias de mais de 1,5 milhão de dólares e ficou conhecida como engenharia da eficiência;
- Henry Laurence Gantt (1861-1919): desenvolveu gráficos simples para apresentar simultaneamente medição da performance e cronogramas planejados. Assim, a performance atual poderia ser comparada com a que foi planejada, possibilitando ajustar a programação diária de acordo com a capacidade, lista de pendências e requisitos do cliente. Gantt também criou um sistema de pagamentos que premiava trabalhadores com performance superior. Segundo ele, as relações humanas deveriam ser priorizadas e a gestão científica, aplicada não apenas com o objetivo de se acelerar o trabalho.

Definitivamente, após esses precursores, outros marcos no desenvolvimento dos estudos de tempos e movimentos são os oriundos das grandes guerras mundiais e das corridas armamentista e espacial durante a Guerra Fria. É só imaginar que esses conflitos demandaram, em curto período de tempo, alta produção de armas, aeronaves, tanques, mísseis e outros tipos de tecnologias. Na Primeira Guerra Mundial, por exemplo, a Inglaterra possuía um grupo especializado para estudar a fadiga nas indústrias (British Industrial Fatigue Board) – por meio do qual realizou diversos estudos com o objetivo de alcançar melhoria real na saúde e eficiência de trabalhadores. Os EUA criaram laboratórios militares de engenharia psicológica durante a Segunda Grande Guerra. Na sequência, as corridas armamentista e espacial também contribuíram para avanços tanto na questão da otimização do trabalho quanto no âmbito da gestão psicológica do trabalho.

1.2 Modelos de produção

É importante, ainda, destinar uma seção para explicar alguns modelos de produção como o fordismo e o toyotismo, haja vista que muitas vezes os métodos que esses modelos produtivos utilizam são confundidos com o próprio modelo em si. Além do mais, são modelos que também contribuíram para o avanço dos métodos e técnicas dos estudos de tempos e movimentos.

Vale ressaltar que não é o intuito deste livro apresentar todos os principais modelos de organização produtiva que já existiram. O importante é compreender que esses modelos, assim como seus métodos, foram aplicados de acordo com necessidades específicas do contexto que essas organizações vivenciaram.

1.2.1 Fordismo

Vamos começar apresentando Henry Ford (1863-1947) segundo Taiichi Ohno (1988):

“Eu, por exemplo, reverencio a grandeza de Ford. Acredito que se o rei dos carros americanos ainda estivesse vivo, estaria, com certeza, orientando-se na mesma direção da Toyota. Acredito que Ford era um racionalista nato. [...] Ele possuía uma maneira deliberada e científica de pensar sobre a indústria na América. Por exemplo, nas questões de padronização e natureza dos desperdícios nos negócios, a percepção de Ford era ortodoxa e universal” (p. 108-109).

É fundamental começar com o excerto acima para reforçar a importância de se ver cada uma das personalidades apresentadas neste capítulo de forma complementar e não antagônica. Ford, sem sombra de dúvida, foi um gênio que usou metodologias conforme a necessidade que seus problemas demandavam. A questão é que ele viveu em uma época muito peculiar: o começo do consumo em massa, que obviamente requeria produção em massa de automóveis para atender a demanda. Com certeza, muitas empresas hoje em dia enfrentam situações semelhantes à que a Toyota enfrentou e naturalmente se embasam, por exemplo, nos conhecimentos de *lean manufacturing* para propor melhorias em seus modelos de negócio. Não devemos nos prender a rótulos nem *slogans*. Muitas coisas que, por exemplo, o *lean* prega já existiam bem antes de essa filosofia ser criada. Portanto, a questão mais uma vez é aprender a ver cada filosofia e metodologia de forma crítica, com o intuito de selecionar a que seja mais apropriada para um problema específico. Deve-se sempre desconfiar quando alguém oferece soluções enlatadas e prontas, sem uma investigação profunda e fundada do problema a ser resolvido. Parece óbvio, mas não é. O que não falta hoje em dia são empresas e profissionais que acabam seduzidos por “soluções” milagrosas, os quais pretendem usá-las como catapulta para uma ascensão profissional tão rápida e vazia quanto o são essas “soluções”.

Voltemos então a Ford. Ele se inquietava com questões relativas à melhoria contínua de seus automóveis, peças e métodos – fato não observado à época nos demais fabricantes, isto é, nos concorrentes de Ford, que priorizavam o lucro. Assim, ele sempre se questionava quanto à importância elevada do dinheiro em detrimento da qualidade do produto, uma vez que as empresas deveriam trabalhar no sentido de disponibilizar serviços úteis à sociedade. Consequentemente, Ford acreditava que o foco no lucro de curto prazo poderia comprometer o sucesso de longo prazo de uma empresa. Assim, o lucro deveria ser visto como uma consequência, e não como objetivo primário. Quando o processo é valorizado, os resultados almejados são alcançados naturalmente. Ford prezava, pois, pela eficiência nos métodos de trabalho. Por exemplo, ao usar métodos e peças semelhantes nos processos, a oferta de produtos financeiramente acessíveis e ao mesmo tempo de qualidade superior seria possível. Isso é ilustrado em uma de suas famosas frases: “O cliente pode ter o carro da cor que quiser, desde que seja preto”.

A Figura 1.6 apresenta Ford ao lado de seu famoso Modelo T, na cor preta.



Figura 1.6 – Ford e seu famoso Modelo T

Afinal, produzir apenas uma cor de carro reduzia a variação do processo e, conseqüentemente, os custos. Os produtos se tornavam, desse modo, aptos ao consumo em massa, abarcando uma parcela maior da sociedade. Ford almejava, enfim, um modelo universal de automóvel capaz de atender a todos – o que de certo modo foi alcançado com o Modelo T.

Por sua vez, a inovação está sempre presente nos textos de Ford. Segundo ele, não se deve ter demasiada preocupação com os erros, na medida em que estes devem ser vistos como oportunidades de melhoria. Assim, inovação se resume na busca incessante de melhores produtos e processos.

Ford também é sempre lembrado pela criação inovadora da linha de montagem de carros. Essa inovação foi inspirada em fábricas de embalagem de carne em Chicago e em correias transportadoras de indústrias que moíam cereais. Vale ressaltar que o segredo da produção em massa de veículos não foi, como muitos acreditam, apenas a linha de montagem – tecnologia já presente em outros tipos de indústria. Na verdade, a grande contribuição de Ford foram as inovações que possibilitaram a implantação da linha de montagem de automóveis, como a intercambialidade consistente e completa de partes e sua simplicidade de encaixe.

Com base no que foi exposto previamente, é importante evidenciar quatro princípios aplicados por Ford:

- Intercambialidade das peças;
- Fluxo contínuo;
- Divisão do trabalho;
- Redução dos desperdícios.

A produção de peças intercambiáveis significa fabricar as peças individuais do carro de forma que sua variabilidade seja reduzida ao máximo, ou seja, com padronização: qualquer válvula se encaixaria em um motor ou qualquer volante caberia em um chassi. Em conjunto com a produção de peças intercambiáveis, as máquinas e ferramentas de corte usadas para fazer essas partes também tiveram de ser melhoradas, na intenção de possibilitar que qualquer operador pudesse operá-las, inclusive os de baixa qualificação.

Quanto ao fluxo contínuo, o trabalho nas fábricas da Ford era organizado de modo que, quando uma tarefa terminava, a próxima começava com o menor tempo de troca (*setup*) possível. Outro aspecto é que, ao invés de o trabalhador ir até o trabalho, este deveria ir até o trabalhador. Essa é a ideia básica por trás da linha de montagem, visto que assim se reduz o desperdício de movimentação excessiva dos trabalhadores, que traria ineficiência ao processo produtivo.

A divisão do trabalho é evidenciada na própria produção do Modelo T, cujo processo de fabricação Ford dividiu em 84 passos. Para cada passo, um trabalhador específico foi designado e treinado para executá-lo, o que reduziria os custos com treinamento.

Percebe-se, portanto, a influência da administração científica de Taylor nos trabalhos de Ford. Para que esses 84 passos fluíssem de forma harmônica e balanceada, estudos de tempos e movimentos eram necessários. Afinal, dever-se-ia determinar de maneira precisa a velocidade em que o trabalho seria executado e os movimentos que os trabalhadores deveriam realizar em suas tarefas. Consequentemente, os movimentos desnecessários e outros desperdícios eram eliminados durante o processo – a redução de desperdícios é outra constante no trabalho de Ford. Certa vez, ao refletir sobre o setor de recuperação de peças que com o passar do tempo foi crescendo e se tornando cada vez mais importante, Ford se indagou:

“Por que temos tanto a recuperar? Não estamos dando mais atenção à recuperação do defeito do que ao fato de não desperdiçar?”

Pois é... quando se fala em eliminação de desperdício, automaticamente se faz relação com o toyotismo. É importante mostrar, todavia, que mesmo Ford já tinha essa visão. O valor agregado era almejado por Ford apesar de ele, possivelmente, desconhecer o termo.

A partir desses quatro princípios, os resultados de Ford não poderiam ser melhores. O tempo necessário para se montar um chassi foi reduzido de 728 para 93 minutos, e, ao final, a cada 24 segundos um Ford T saía da linha de montagem. Por conseguinte, o preço de seus automóveis também teve redução drástica: no início eram vendidos por 950 dólares e, a partir dessas melhorias no processo produtivo, passaram a ser vendidos por apenas 280. Ford alcançou, pois, seu desejo de tornar possível a aquisição desse bem de consumo à maioria das pessoas.

1.2.2 Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção (STP), também conhecido como toyotismo, foi um modelo de produção desenvolvido pela Toyota no Japão que ganhou importância crescente nas últimas décadas, já que muitas empresas hoje em dia enfrentam situações semelhantes às que a Toyota enfrentou e acabam por adotar algumas de suas ferramentas, métodos e filosofias.

O toyotismo ganhou notoriedade a partir da crise do petróleo na década de 70, a qual afetou muitos governos e organizações. No Japão não foi diferente: o país estava estagnado economicamente e muitas organizações enfrentavam problemas. Em contraste, a Toyota, apesar de ter seu lucro reduzido, estava em condições bem superiores às de outras empresas. Assim, as pessoas começaram a se perguntar o que a Toyota estava fazendo de diferente. Segundo Taiichi Ohno (Figura 1.7), o problema é que a indústria japonesa de forma geral havia se acostumado com a ideia de que, se você produzir, você irá vender. Ou seja, as condições socioeconômicas já não eram as mesmas da produção em massa e, assim, era necessário evoluir conjuntamente.

Na verdade, a Toyota começou a fazer diferente muito antes da crise do petróleo. No final da Segunda Guerra Mundial, Toyoda Kichiiro, então presidente da Toyota Motor Company, afirmou que a solução para a sobrevivência da indústria automobilística japonesa seria alcançar os EUA em três anos. Isso significava aumentar a capacidade produtiva de um trabalhador japonês de forma que o trabalho antes realizado por cem indivíduos pudesse ser realizado por dez. Afinal, nessa época um trabalhador alemão produzia três vezes mais que um japonês, e um americano, três vezes mais que um alemão. Ou

seja, era como se fossem necessários nove japoneses para realizar o trabalho de um americano. Mas qual seria a causa dessa diferença de produtividade? Um americano não poderia ser quase dez vezes superior física e intelectualmente a um japonês. Decerto havia algum tipo de desperdício a justificar tamanho descompasso de produtividade. Essa filosofia de eliminação de desperdícios é a base sobre a qual o Sistema Toyota de Produção se assenta.



Figura 1.7 – Taiichi Ohno

Bom exemplo dessa filosofia é a redução do tempo de troca das máquinas de estampagem na Toyota. As máquinas dos EUA foram desenvolvidas para produzir em massa mais de um milhão de peças por ano – ou seja, muitos dos fabricantes americanos trabalhavam com máquinas dedicadas a produzir apenas um tipo de produto, a fim de obter a maior quantidade de peças em determinado período de tempo. Entretanto, isso não fazia sentido para a Toyota, na medida em que no pós-guerra a empresa produzia não mais que alguns milhares de carros anualmente para diferentes nichos de mercado.

A estratégia de Ohno foi, então, realizar mais trocas das prensas de forma que uma mesma máquina pudesse produzir muitas peças distintas. Não obstante, o tempo de troca das prensas era muito alto: geralmente se gastava um dia inteiro entre a última peça produzida com as prensas a serem trocadas e a primeira peça boa já com as novas prensas. Assim, Ohno começou a desenvolver técnicas simples para otimizar o tempo de troca. Por exemplo:

as prensas passaram a ser trocadas por correias com mecanismos simples para posicioná-las e ajustá-las de forma adequada. Ao final de muitas experiências de melhoria, a Toyota passou a realizar trocas a cada três horas em vez de três vezes por mês. Além disso, o tempo de troca passou de um dia para apenas três minutos. Constatando, Ohno percebeu que a partir dessas mudanças o custo por peça havia reduzido ao se trabalhar com lotes menores.

Duas razões principais explicaram esse fenômeno. Primeiramente, a redução do custo dos grandes estoques criados pela produção em massa, já que estoques representam custo de capital imobilizado. Ou seja, quanto maior um estoque, maior o tempo entre o investimento na compra de insumos e o recebimento financeiro pelo produto acabado adquirido pelo cliente. Ademais, estoques também apresentam outros custos associados (armazenagem, manutenção e perdas de qualidade).

Segundo, os problemas de qualidade passaram a ser detectados mais rapidamente: como os lotes eram pequenos, problemas eram facilmente identificados, rastreados e corrigidos. Evitava-se, assim, a perda em massa de produtos defeituosos.

Dessa forma, existem muitos desperdícios que podem ser eliminados, a exemplo de estoques e perdas por qualidade. A partir dessa filosofia de produção assentam-se dois grandes princípios do STP: o *just in time* (JIT) e a autonomia (também conhecida pela palavra japonesa *jidoka*).

O JIT significa abastecer cada processo com os itens certos, na quantidade exata e no momento em que forem necessários. A palavra-chave é NECESSIDADE. Ohno acreditava fortemente que “a necessidade é a mãe da invenção”. Se fizermos isso corretamente, os estoques poderão ser reduzidos a níveis mínimos.

A autonomia, por sua vez, não deve ser confundida com automação. Autonomia diz respeito a máquinas que possam evitar problemas de forma autônoma. Esse pilar surgiu muito antes de a própria Toyota começar a produzir carros. Antes de entrar no mercado automotivo, a família Toyoda trabalhava com tecelagem, em que Toyoda Sakichi desenvolveu uma máquina de tear autoativada – na qual o tear parava automaticamente se algum fio se rompesse. Enquanto o tear funcionava não era de modo geral necessária a presença de um operador, sendo demandada interferência humana, portanto, apenas quando o tear parava. Talvez por essa razão Ohno definisse autono-

mação como uma “automação com toque humano”. A invenção permitiu que um operador controlasse diversos teares ao mesmo tempo. Quando Sakichi fundou a Toyota Motor Company, levou consigo o pilar da autonomia.

A Figura 1.8 apresenta esses princípios do Sistema Toyota de Produção de forma complementar à da Figura 1.1.

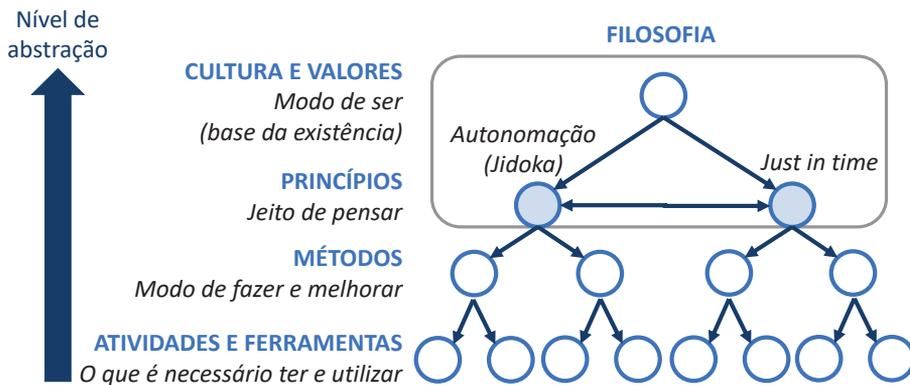


Figura 1.8 – Princípios do Sistema Toyota de Produção

A filosofia é composta por valores e princípios. Enquanto os valores definem o modo como deveríamos ser, os princípios norteiam como as decisões devem ser tomadas e o que deve ser priorizado. Assim, o *just in time* e o *jidoka* vão direcionar como as operações devem se desenvolver. Já os métodos dizem respeito ao modo de fazer. Em outras palavras, são os motores que impulsionam na direção desejada. Um método, por sua vez, é constituído de atividades e ferramentas, isto é, o que é necessário ter e utilizar.

O toyotismo serviu de base para o *lean manufacturing*, traduzido para o português como “produção enxuta”. Independentemente do termo utilizado, não restam dúvidas sobre a contribuição histórica desse modelo que foi desenvolvido por cabeças geniais como Taiichi Ohno e Shingeo Shingo.

CAPÍTULO 2: A BUSCA PELA EFICIÊNCIA DE FLUXO

Como o principal objetivo dos estudos de tempos e movimentos é o aumento da eficiência de um processo ou posto de trabalho, é fundamental apresentar o conceito de eficiência de fluxo, a partir de seus princípios e relações antagônicas com a eficiência de recursos. Em seguida, os problemas causados pelo foco na eficiência de recursos são abordados junto com possíveis soluções. Ao final deste capítulo será exposto um estudo de caso para reforçar os pontos principais desse conceito.

2.1 Eficiência de fluxo

A eficiência de fluxo analisa a quantidade de tempo que se leva desde a identificação de uma necessidade até sua satisfação. Esse conceito deve ser contrastado com a eficiência de recursos, abordagem mais tradicional e recorrentemente utilizada. Enquanto a eficiência de fluxo foca a unidade que “flui” em um processo (unidade de fluxo), a eficiência de recursos objetiva utilizar ao máximo os recursos da organização. Assim, a eficiência de fluxo está interessada em saber o tempo durante o qual a unidade de fluxo recebe valor em relação ao tempo em que ela se encontra parada durante esse processo.

As unidades de fluxo que se movem em um processo podem ser materiais, informações ou pessoas:

- **Materiais:** em indústrias materiais são processados por máquinas e pessoas até se produzir um produto final, o qual pode ser um carro, uma geladeira, etc.;
- **Informações:** funções administrativas muitas vezes envolvem processar informações como requerimentos, processos e outros tipos de documentos – podendo ser físicos ou digitais;
- **Pessoas:** em serviços geralmente as unidades de fluxo podem ser pessoas que vão sendo transformadas pelas atividades do processo.

O livro “Isto é lean: resolvendo o paradoxo da eficiência”, de Niklas Modig e Pär Åhlström, ilustra bem esses conceitos de eficiência. A obra compara duas mulheres que tiveram experiências divergentes no processo de diagnóstico de câncer de mama, apesar de possuírem a mesma necessidade: descobrir se tinham essa doença. A unidade de fluxo nesse exemplo são as pacientes.

Enquanto um dos casos exemplifica o modelo tradicional de foco nos recursos, o outro demonstra o que seria um processo focado no cliente e no fluxo (Figura 2.1).

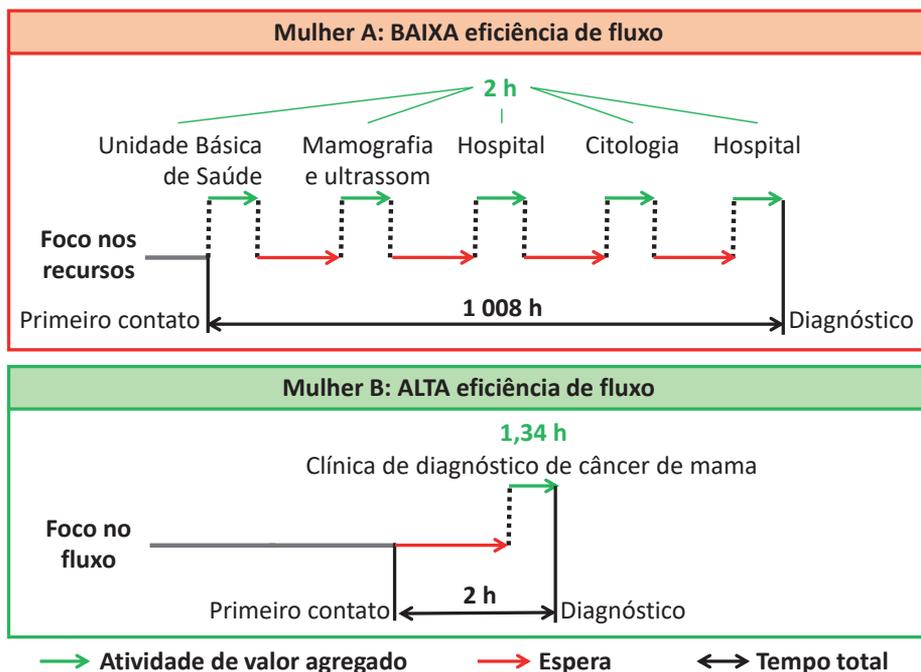


Figura 2.1 – Comparação dos casos: eficiência de recursos *versus* eficiência de fluxo

O tratamento de câncer é geralmente realizado de forma descentralizada, ou seja, atuam no processo diferentes organizações, como clínicas de exames de imagem, hospitais e unidades básicas de saúde. Essa realidade para a maioria das mulheres do Brasil é justamente o exemplo trazido pelo livro com relação à doença da primeira mulher. O processo abrangeu várias organizações e funções (unidade básica de saúde; mamografia e ultrassom; hospital; citologia; e hospital), as quais focavam na eficiência interna de seus recursos e em sua área de competência. Conseqüentemente, o tempo desde a primeira visita à unidade básica de saúde até o diagnóstico foi extremamente longo quando comparado ao tempo real de agregação de valor dos exames. A primeira mulher gastou 42 dias (1 008 horas) para ter o diagnóstico da doença.

No segundo exemplo, uma mulher experimentou processo bem distinto, centralizado em uma única organização cujo foco era a necessidade específica do paciente de diagnosticar câncer de mama. Assim, essa instituição abrangia diferentes áreas de competência específicas. Desde o primeiro contato até o diagnóstico, passaram-se duas horas. Ou seja, um processo de diagnóstico 500 vezes mais rápido que o da primeira mulher.

A Tabela 2.1 compara ambas as experiências quanto à eficiência de fluxo, que pode ser calculada a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Eficiência de fluxo} = \frac{\text{Tempo das atividades que agregam valor}}{\text{Tempo de atravessamento (lead time)}}$$

A eficiência de fluxo é dada, portanto, pela soma das atividades que agregam valor em relação ao tempo de atravessamento. Esse conceito é apresentado na literatura *lean* como porcentagem de valor agregado, termo que também será discutido no capítulo 6.

| | MULHER A | MULHER B |
|---|-------------|------------|
| Foco organizacional | Recursos | Cliente |
| Tempo das atividades que agregam valor | 2 horas | 1,34 horas |
| Tempo de atravessamento (desde primeiro contato até diagnóstico) | 1 008 horas | 2 horas |
| Eficiência de fluxo | 0,2% | 67% |

Tabela 2.1 – Tabela comparativa da eficiência de fluxo

Uma atividade agrega valor quando ela atende as necessidades do cliente, transferindo valor para a unidade de fluxo. Vale ressaltar que existem necessidades diretas e indiretas. A necessidade direta das mulheres A e B era o diagnóstico da doença. Entretanto, elas também tinham necessidades indiretas como segurança, conforto, atendimento profissional e de tratamento digno. Assim, enquanto as necessidades diretas são mais objetivas, as necessidades indiretas envolvem aspectos subjetivos da experiência. Quando as unidades de fluxo são pessoas, devem-se analisar as necessidades diretas e indiretas, apesar de as primeiras serem o foco principal. No exemplo em questão, a mulher B pode ter recebido o diagnóstico mais rápido do que ela conseguiria processá-lo psicologicamente. Afinal, trata-se de uma experiência emocionalmente turbulenta. Logo, embora a necessidade direta de diagnóstico tenha sido prontamente atendida, a necessidade indireta dessa mulher de absorver tudo o que estava acontecendo com ela pode ter sido comprometida.

Em contraste, uma atividade que não agrega valor é um desperdício que consome tempo do processo sem transferir valor para a unidade de fluxo. No exemplo supracitado, as atividades que não agregam valor seriam as esperas que essas mulheres vivenciaram. É importante notar, todavia, que esperas podem agregar valor em circunstâncias que visam atender a necessidade do cliente. Por exemplo, maturar queijo ou envelhecer uísque são situações de esperas que agregam valor a um processo, uma vez que conferem maior qualidade ao produto.

O tempo de atravessamento, também conhecido como *lead time*, refere-se ao tempo necessário para realizar um processo do início ao fim.

Assim, o processo pelo qual a mulher A passou apresenta a seguinte eficiência de fluxo:

$$\begin{aligned} \text{Eficiência de fluxo}_{\text{MULHER A}} &= \frac{2 \text{ horas}}{42 \text{ dias} * 24 \frac{\text{horas}}{\text{dia}}} = \\ &= \frac{2 \text{ horas}}{1\,008 \text{ horas}} \rightarrow 0,2\% \end{aligned}$$

Já para a mulher B, temos:

$$\text{Eficiência de fluxo}_{\text{MULHER B}} = \frac{1,34 \text{ horas}}{2 \text{ horas}} = 0,67 \rightarrow 67\%$$

Portanto, apenas uma pequena porcentagem do tempo de todo o processo de diagnóstico agregou valor para a mulher A. Isto é, seu processo não foi eficiente em termos de fluxo. Assim, enquanto o processo da mulher A apresentou foco na eficiência de recursos, o processo da mulher B focou na eficiência de fluxo.

O foco na eficiência de recursos nada mais é do que usar os recursos disponíveis o máximo possível. Ainda hoje, a maioria das organizações continua a adotar essa perspectiva. Segundo os autores de “Isto é lean”, a tendência é evidenciada, por exemplo, pela adoção de indicadores de eficiência de recursos. Tais indicadores, basicamente, tratam da medição de quanto um recurso é utilizado em relação a um período específico. Esses indicadores também podem tratar de equipamentos específicos ou ser usados em níveis de abstração maior do que equipamentos ou pessoas com o uso combinado de

recursos. Existe um relevante motivo para essa abordagem dominar o mundo empresarial atual: aparentemente, à primeira vista, faz sentido, sob uma perspectiva econômica, focar na eficiência interna dos recursos pensando no custo de oportunidade.

De outro lado, a eficiência de fluxo foca na “unidade” processada da organização. Em serviços de saúde, as unidades a serem processadas são os pacientes. A eficiência de fluxo pode ser medida pelo tempo efetivo das atividades que agregaram valor ao processo em relação ao tempo de atravessamento – ou seja, o tempo desde o primeiro contato até o diagnóstico.

Repare que, para aumentar a eficiência de fluxo, otimizar a velocidade das atividades que agregam valor ao processo não é uma boa estratégia. Afinal, esse tempo é relativamente pequeno em relação ao tempo de atravessamento. Na verdade, a densidade de transferência de valor deve ser maximizada ao se eliminarem os desperdícios.

A partir desse exemplo, também é possível distinguir uma sutil diferença entre eficiência de recursos e de fluxo, a qual é dada pela dependência entre recursos e unidade de fluxo (Figura 2.2).

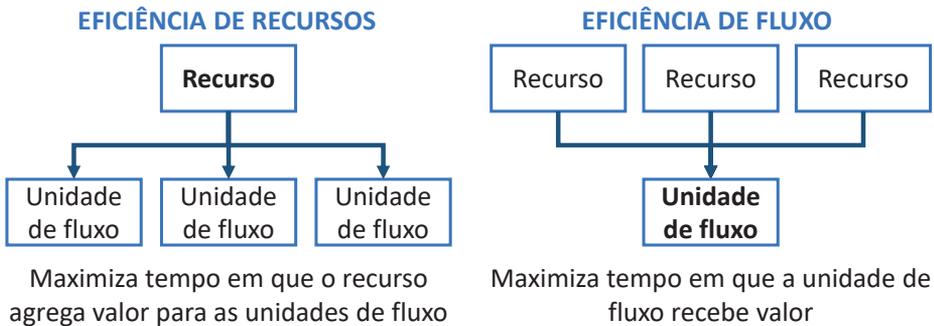


Figura 2.2 – Dependência entre recursos e unidades de fluxo: eficiência de recursos *versus* eficiência de fluxo

Enquanto no primeiro exemplo o paciente se adapta às organizações (garantindo alta eficiência de recursos), no outro são as organizações que se adaptam ao paciente. Assim, enquanto na eficiência de recursos se preconiza maximizar o tempo em que o recurso agrega valor para as unidades de fluxo, na eficiência de fluxo se otimiza o tempo em que a unidade de fluxo recebe valor pelos recursos.

2.2 Princípios dos processos

Os processos são vitais para a eficiência de fluxo, uma vez que são formados por atividades que criam a rota para que uma unidade de fluxo possa atender uma necessidade. Assim, para compreender a eficiência de fluxo, é necessário entender os princípios que regem os processos. Essas “leis” são universais, uma vez que são aplicáveis a qualquer tipo de unidade de fluxo (materiais, informações ou pessoas).

2.2.1 A lei de Little

O primeiro princípio é a lei de Little. Ela é importante, já que quando se gerenciam os fluxos de um processo três importantes questões devem ser respondidas:

- Quantas unidades de fluxo passam pelo processo dada uma unidade de tempo (taxa de fluxo)?
- Quanto tempo uma unidade de fluxo permanece, na média, dentro dos limites do processo (tempo de atravessamento)?
- Quantas unidades de fluxo estão presentes nos limites do processo (estoque)?

A taxa de fluxo se refere ao ritmo em que as unidades de fluxo fluem no processo por unidade de tempo.

O tempo de atravessamento, como já apresentado previamente, diz respeito ao tempo necessário para realizar um processo do início ao fim, a partir dos limites definidos para o sistema.

As unidades de fluxo em processo são todas as unidades que iniciaram o processo, mas ainda não o finalizaram. Isto é, trata-se do estoque de unidades de fluxo dentro dos limites do processo.

Essa lei relaciona esses três conceitos a partir da seguinte fórmula:

$$\textit{Tempo de atravessamento} = \frac{\textit{Estoque}}{\textit{Taxa de fluxo}}$$

A Figura 2.3 ilustra a lógica por trás da lei de Little.

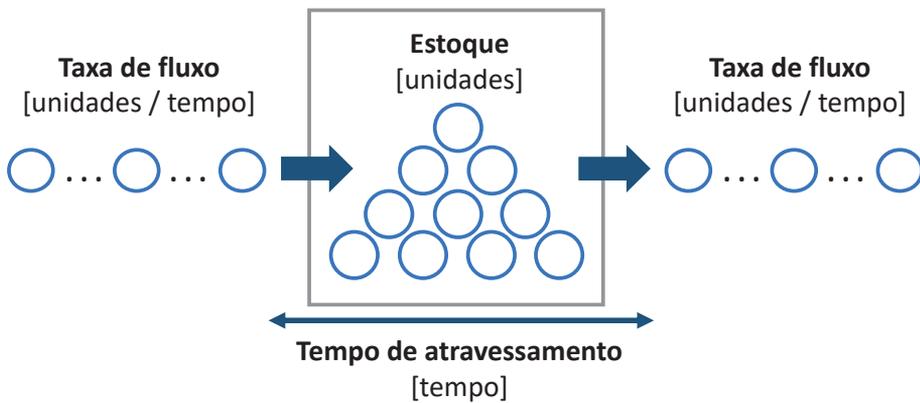


Figura 2.3 – Lógica da lei de Little

Assim, se 10 pessoas estiverem em uma fila (estoque) e uma pessoa for atendida a cada minuto, o tempo de atravessamento será de 10 minutos:

$$\textit{Tempo de atravessamento} = \frac{10 \textit{ pessoas}}{1 \textit{ pessoa por minuto}} = 10 \textit{ minutos}$$

Essa lei mostra que o tempo de atravessamento é afetado por duas variáveis: o número de unidades de fluxo em processo (estoque) e a taxa de fluxo. Consequentemente, quanto maior o número de unidades de fluxo em processo e menor a taxa de fluxo, maior o tempo de atravessamento.

Isso explica o paradoxo criado pelo foco na eficiência de recursos. Objetivando-se utilizar os recursos ao máximo, deve-se criar uma “fila” de unidades de fluxo antes desses recursos, para que o recurso esteja sempre ocupado. A lógica da eficiência de recursos é que quem deve esperar é a unidade de fluxo e não os recursos. Esse é o caso da mulher A que espera entre os vários estágios do processo, o que acaba aumentando o tempo de atravessamento e reduzindo a eficiência de fluxo. Em contraste, no segundo caso, como existe um menor estoque de pacientes no sistema, o tempo de atravessamento é menor e a eficiência de fluxo é maior.

2.2.2 A lei dos gargalos

Os gargalos são estágios do processo ou atividades que, de forma semelhante a um gargalo de uma garrafa, restringem o fluxo de unidades. Assim, eles impactam o tempo de atravessamento, uma vez que o estágio com menor taxa de fluxo limita o fluxo dos demais. Eles são um fenômeno natural dos

processos dadas a execução sequencial e a variação na taxa de fluxo de seus estágios ou subprocessos.

Um gargalo pode ser facilmente identificado a partir dos seguintes sintomas:

- Antes de um gargalo há sempre uma fila: quando a unidade de fluxo é física, isso é prontamente visualizado. Entretanto, quando ela é digital, isso pode ser camuflado e passar despercebido;
- Após o gargalo, verificam-se estágios do processo ou atividades que esperam para serem utilizados, ou seja, que possuem capacidade ociosa.

Logo, como os gargalos geram filas de unidades de fluxo a serem processadas, a lei dos gargalos demonstra, portanto, que os gargalos do processo aumentam o tempo de atravessamento e reduzem a eficiência de fluxo.

2.2.3 A lei da variabilidade

A variabilidade também é inerente aos processos e afeta a eficiência de fluxo. Um bom exemplo é o tráfego de veículos nas grandes cidades brasileiras. Se todos os carros em uma grande avenida se mantivessem na faixa adequada e com a mesma velocidade, problemas de trânsito seriam evitados. Entretanto, a realidade é que as avenidas são muitas vezes caóticas: a velocidade de cada veículo varia, sendo que eles estão constantemente mudando de faixa. Ademais, situações inesperadas com pedestres, bicicletas, animais e patinetes podem ocorrer. Essas variabilidades acabam limitando o fluxo de veículos e gerando filas nas vias de circulação.

A lei da variabilidade declara que o tempo de atravessamento aumenta e a eficiência de fluxo reduz quanto maior a variação do processo.

2.2.4 Aplicação das três leis na eficiência de fluxo

A partir das três leis apresentadas, conclui-se que o tempo de atravessamento é afetado pelas seguintes variáveis do processo:

- Quantidade de unidades de fluxo (estoque);
- Taxa de fluxo;
- Gargalos;
- Grau de variação (variabilidade).

Por sua vez, a partir da definição de eficiência de fluxo, se o tempo de atravessamento aumenta, a eficiência de fluxo reduz.

Assim, a eficiência de fluxo pode ser otimizada a partir das seguintes ações:

- Redução da quantidade de unidades de fluxo em processo (matérias, informações ou pessoas);
- Aumento da taxa de fluxo, isto é, processar mais unidades de fluxo por unidade de tempo;
- Identificação e eliminação de gargalos;
- Controlar as fontes de variabilidade do processo.

Essas leis também demonstram a dificuldade de se aumentar concomitantemente a eficiência de fluxo e de recursos. Uma alta eficiência de recursos demanda uma fila de unidades de fluxo a serem processadas. Quanto maior a variação do processo, maior esse estoque necessário para amortecer a variabilidade e manter os recursos na capacidade máxima. Além disso, gargalos também criam filas adicionais de unidades de fluxo. Segundo a lei de Little, uma maior quantidade de unidades de fluxo dentro dos limites do processo (estoque) aumenta o tempo de atravessamento e reduz a eficiência de fluxo. Assim, quando se aumenta a eficiência de recursos, geralmente se reduz a eficiência de fluxo.

Outro problema do foco exacerbado na eficiência de recursos é que trabalhos supérfluos, que não agregam valor ao processo, podem estar sendo gerados a partir da criação de necessidades secundárias. Isso é conhecido como paradoxo da eficiência. Isto é, acredita-se que, por se utilizar ao máximo um recurso, este é eficiente. Mas, como muitas de suas atividades são desnecessárias ou evitáveis, na verdade se trata de um recurso pouco eficiente. É a famosa “fazeção”: quanto mais eu faço, mais me ocupo, mais eficiente eu sou. Você já deve ter conhecido pessoas que se vangloriam de fazer horas extras. Afinal, quem é mais eficiente: um funcionário que faz horas extras recorrentemente ou outro que exerce a mesma função e entrega os mesmos resultados em um tempo menor que sua jornada de trabalho?

2.3 O paradoxo da eficiência: problemas gerados pelo foco na eficiência de recursos

Essa discrepância entre a eficiência de recursos e a eficiência de fluxo pode ser explicada, segundo o livro de Modig e Åhlström, pelo paradoxo da eficiência, cujo princípio básico é o trabalho supérfluo. Quando se foca apenas na eficiência de recursos, a eficiência de todo o fluxo que perpassa esses recursos é afetada, uma vez que essas ações primárias geram necessidades secundárias, as quais, apesar de aparentemente se mostrarem necessárias e

agregadoras de valor, são em verdade, muitas vezes, desnecessárias e representam desperdício financeiro e temporal para as organizações. Desse modo, o paradoxo está no fato de que muitas organizações preconizam o aumento da utilização de seus recursos como objetivo primário, mas muito desse trabalho seria desnecessário se a organização fosse eficiente em fluxo.

A Tabela 2.2 apresenta as fontes de ineficiência que surgem em um sistema com foco na eficiência de recursos.

| FONTES DE INEFICIÊNCIA |
|---|
| LONGOS TEMPOS DE ATRAVESSAMENTO |
| Gera necessidades secundárias |
| Fecha janelas de oportunidade |
| MUITAS UNIDADES DE FLUXO |
| Alto estoque demanda recursos adicionais |
| Gera necessidades secundárias |
| Perde-se visão geral do processo |
| Escondem-se problemas |
| Criam estímulos produtivistas (fazeção) |
| Gera necessidades secundárias |
| Gera estresse |
| Estimula perda de controle |
| MUITOS REINÍCIOS POR UNIDADE DE FLUXO |
| Gera necessidades secundárias |
| Demanda tempo de preparação mental |
| Risco de transferência de responsabilidade |

Tabela 2.2 – Fontes de ineficiência

O foco exagerado na eficiência de recursos é revelado na forma de três sintomas, os quais são as três fontes primárias de ineficiência:

- Longo tempo de atravessamento;
- Muitas unidades de fluxo;
- Muitos reinícios por unidade de fluxo.

Essas três fontes, por sua vez, criam necessidades secundárias em efeito cascata no sistema que diminuem sua eficiência de fluxo (Figura 2.4), uma vez que consomem recursos sem agregar valor para o cliente.



Figura 2.4 – Efeito cascata de ineficiência

O longo tempo de atravessamento geralmente é consequência do elevado tempo de espera, o qual gera necessidades secundárias e fecha janelas de oportunidade. Por exemplo, a mulher A esperou 42 dias para ter o diagnóstico da doença (necessidade primária). Esse tempo com certeza causou insatisfação e ansiedade nessa mulher, o que consequentemente gerou necessidades secundárias: a mulher A pode ter ligado para se informar sobre sua posição na fila de espera. Contudo, se o diagnóstico fosse dado de forma semelhante ao da mulher B, essa atividade que consome o tempo tanto da unidade de fluxo como do recurso (atendente) não seria necessária. Assim, percebe-se que a demora em atender uma necessidade primária criou uma reação em cadeia de necessidades secundárias para o sistema de saúde. Além disso, essa mulher teve vários pontos de decisão, em que entrou em contato com diversas organizações para agendar os serviços necessários. Esses vários pontos contribuíram para aumentar o tempo de atravessamento, já que nem sempre ela conseguia prontamente agendar os serviços. Logo, várias janelas de oportunidade foram perdidas. Esses efeitos do longo tempo de atravessamento acabam gerando trabalho supérfluo que consome os recursos existentes e ainda pode demandar a aquisição de novos recursos.

Muitas unidades de fluxo no processo estão relacionadas com a capacidade das pessoas de fazer várias coisas simultaneamente. Essa segunda fonte de ineficiência cria estímulos produtivistas (“fazeção”) e o alto estoque

sobrecarrega os recursos existentes. Fazer muitas coisas ao mesmo tempo aumenta o risco de perda de controle, o que deixa as pessoas frustradas e estressadas, gera problemas de comunicação e cria necessidades secundárias (reuniões, busca e organização). Se até as máquinas são recursos limitados, por que os seres humanos também não seriam? Ademais, o alto estoque é prejudicial por gerar necessidades secundárias, esconder problemas e contribuir para se perder a visão global do processo. Um bom exemplo disso é o excesso de informação a que somos submetidos nos dias atuais por *e-mail*, mensagens de aplicativos e redes sociais. Será que o avanço na tecnologia da informação nos tornou mais eficientes? Altos volumes de informação fazem com que tenhamos dificuldade de ter uma visão geral do que é prioridade e do que é importante. Assim, acabamos perdendo muito tempo na procura e organização dessas informações (necessidades secundárias). Sem contar que o elevado estoque tende a esconder problemas e gerar situações de frustração e estresse. Assim, ao final muitas estruturas e rotinas acabam sendo criadas pelas organizações para lidar com os problemas oriundos da alta quantidade de unidades de fluxo em processo, as quais não seriam necessárias caso a organização focasse na eficiência de fluxo.

A terceira fonte de ineficiência, muitos reinícios por unidade de fluxo, é o famoso “arranca e para”. Quando reiniciamos uma tarefa, é necessário um tempo de preparação mental. Além disso, quando mudamos o foco de uma tarefa para outra repetidamente, mais nos cansamos mentalmente, o que pode acarretar um aumento contínuo do tempo necessário para preparação mental. Por exemplo, quando estamos lidando com uma grande quantidade de *e-mails*, com frequência temos de ler o mesmo *e-mail* mais de uma vez. Afinal, algumas vezes eles têm muitos detalhes e são muito complexos. Assim, acabamos preferindo adiar essa tarefa para um momento mais oportuno. Os reinícios geram, por conseguinte, necessidades secundárias de busca e organização desses *e-mails*, sem contar o risco de esquecimento e retrabalho. Ademais, criamos o risco de transferência de responsabilidade em caso de férias, licença-maternidade, afastamento por motivos de saúde e rotatividade de empregados. Se necessitamos de tempo para lembrar e nos preparar mentalmente para uma atividade que reiniciamos, imagine quando é uma nova pessoa que será responsável por ela... Esse “telefone sem fio” gera distorções na informação e problemas de comunicação que, por sua vez, podem acarretar defeitos e problemas de qualidade. Estes, além de gerar retrabalho, podem ocasionar problemas para o cliente.

Como pode ser visto, a ineficiência se propaga em um efeito dominó em que cada uma dessas três fontes de ineficiência influencia as demais. A eficiência de recursos está intimamente relacionada a muitas unidades de fluxo em processo e longos tempos de atravessamento. Essas fontes acabam por gerar a terceira: a necessidade de reiniciar continuamente uma mesma tarefa.

2.4 Resolvendo o paradoxo da eficiência

O paradoxo da eficiência demonstra que, ao se focar na eficiência de recursos, criam-se ilhas “eficientes”, em que as necessidades do cliente são subdivididas em subetapas que são executadas por recursos com alta utilização. As organizações que a mulher A perpassa são um exemplo disso. Se as analisarmos individualmente, veremos que estão sempre ocupadas, processando o maior número de pacientes possível. Entretanto, cada ilha enxerga apenas a si mesma e não possui visão do todo. Consequentemente, o processo é subotimizado com vários ótimos locais, enquanto que o ótimo global é comprometido com essa abordagem, criando necessidades secundárias e reduzindo a eficiência de fluxo.

Esse paradoxo da eficiência existe tanto a nível individual quanto organizacional em todos os contextos: em serviços privados, em indústrias e até em repartições públicas. O supracitado exemplo de diagnóstico de câncer pode parecer distante de uma indústria, mas não é. Imagine uma empresa siderúrgica, por exemplo, em cuja planta temos diversos departamentos como acaria, laminação e trefilaria. Esses departamentos também são subdivididos em subprocessos com gestores ou coordenadores específicos. Se a organização não tiver preocupação e não criar um esforço efetivo na melhoria global, os gestores locais naturalmente vão favorecer interesses locais. Assim, para se otimizar um sistema, todos os envolvidos devem entender o objetivo geral do sistema e começar a pensar diferente, na medida em que interesses locais nem sempre condizem com interesses globais. Além disso, é crucial contar com uma liderança engajada e com a utilização de métricas de performance compartilhadas como a eficiência de fluxo.

No âmbito individual, esse desperdício com trabalhos supérfluos também passa muitas vezes despercebido: achamos que estamos agregando valor por estarmos continuamente ocupados, mas a realidade é que grande parte de nosso trabalho é um desperdício e poderia ser evitado. O trabalho de um engenheiro, por exemplo, muitas vezes envolve tempo considerável com leitura de *e-mails*, coleta de informações para indicadores de performance,

preenchimento de relatórios e reuniões. É óbvio que algumas dessas atividades são necessárias, mas será que todo esse trabalho agrega valor para a organização em que trabalhamos? Logo, é importante sempre nos indagarmos: quanto tempo do nosso trabalho gastamos com atividades desnecessárias que foram criadas a partir de necessidades secundárias? Pode ter certeza de que sempre existem desperdícios camuflados passíveis de ser eliminados.

O autoquestionamento é o primeiro passo para se lidar com o paradoxo da eficiência. Ao nos questionarmos como resolver esse paradoxo, a eficiência de fluxo virá como resposta natural. Em um sistema eficiente em fluxo, o tempo de atravessamento é curto e poucas unidades de fluxo se encontram dentro dos limites do processo. Isso acaba por evitar reinícios desnecessários. Necessidades secundárias e trabalhos supérfluos são, por conseguinte, evitados. Literalmente, tudo flui.

O *lean* é uma estratégia que visa otimizar a eficiência de fluxo. Basta lembrarmos de sua filosofia apresentada na Figura 1.1: busca-se eliminar desperdícios ao se adotar uma visão global em que todos são responsáveis pela melhoria contínua, em detrimento de pensamentos e estímulos individuais, a partir das necessidades reais dos clientes. Não à toa esta obra adota uma abordagem *lean* para os estudos de tempos e movimentos. Vários conceitos *lean* serão apresentados nos capítulos deste livro com o objetivo de que o leitor possa compreender como alcançar a eficiência de fluxo.

2.5 Estudo de caso: Serviços 4.0 – Parte 1 (Resposta no Apêndice 5)

Uma organização criou um projeto com o objetivo de digitalizar seus processos. Assim, os atendimentos que antes eram feitos de forma presencial passaram a ser realizados a distância. A ideia é que futuramente os analistas possam realizar seu trabalho de casa, o que é chamado de teletrabalho. Isso representará considerável ganho em eficiência para a organização. Afinal, será necessário menor estrutura física. Além disso, com um ambiente de trabalho mais “controlado”, com menos interferências, espera-se que esses analistas consigam analisar maior quantidade de requerimentos por dia.

Com o intuito de criar metas de produtividade para esses analistas, mapearam-se suas atividades e realizaram-se cronoanálises para avaliar o tempo necessário a sua realização.

Avaliou-se, pois, o processo 1 e mediu-se o tempo antes e após sua digitalização. Vale ressaltar que, quando falta algum documento necessário, o

analista faz uma exigência para o solicitante, a qual deve ser atendida para que a análise do requerimento possa prosseguir.

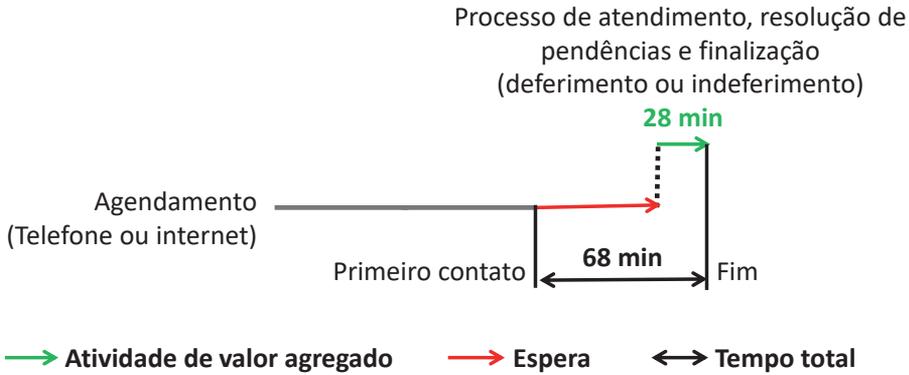


Figura 2.5 – Processo 1 antes de sua digitalização

A Figura 2.5 representa como o processo 1 era realizado antes de sua digitalização: o solicitante agendava o atendimento em uma das unidades da organização por telefone ou internet. Ao chegar ao local na data agendada, aguardava ser chamado. Quando chegava sua vez, era atendido diretamente por um analista, o qual já realizava a análise do caso na presença do usuário. Caso se detectasse alguma pendência em relação à documentação, o analista requeria o documento ao solicitante. Na maioria das vezes o solicitante tinha o documento em mãos e, assim, já o entregava para o analista dar prosseguimento ao processo. No caso cronoanalisado, a pessoa que solicitou o serviço gastou 28 minutos em atividades que agregavam valor (atendimento e resolução de pendências) em um total de 68 minutos, que foi o tempo total que a pessoa permaneceu na agência. Os 40 minutos restantes, a pessoa gastou esperando atendimento.

A Figura 2.6 representa o processo 1 após a digitalização. No futuro, o solicitante também deverá agendar seu atendimento por telefone ou internet, mas na data agendada será atendido por um estagiário, que será responsável por atender o solicitante e digitalizar todos os documentos necessários à análise do seu caso. Estabeleceu-se um tempo predeterminado de 20 minutos para cada agendamento. Após esse atendimento, o requerimento entrará então em uma fila virtual de requerimentos a serem analisados. Na Figura 2.6, as setas verdes representam as atividades que os analistas realizaram que agregam valor ao processo; já as setas vermelhas, os momentos em

que o requerimento ficou parado no sistema aguardando o cumprimento da exigência e a próxima análise. Neste segundo caso, foi necessário que o analista solicitasse a resolução de pendências duas vezes. Assim, o tempo total de trabalho do analista foi de 90 minutos em relação ao tempo total desde sua primeira análise realizada até a data de finalização do processo (18 dias).



Figura 2.6 – Processo 1 após a digitalização

A partir do exposto, pede-se:

1. Calcule a eficiência de fluxo antes e após a digitalização do processo 1 desde o primeiro contato até o fim do processo.
2. Relacione cada um dos cenários avaliados com seu respectivo foco:

Processo antes da digitalização (A)

Processo após a digitalização (B)

() Foco na eficiência de recursos

() Foco na eficiência de fluxo

3. Quantas vezes a eficiência de fluxo é maior quando comparamos o caso do cenário que foca na eficiência de fluxo em relação ao caso que foca na eficiência de recursos?
4. Disserte sobre as seguintes afirmações a partir do que foi respondido anteriormente:

“Isso [um projeto com o objetivo de digitalização de seus processos] representará considerável ganho em eficiência para a organização.”

“Inovações tecnológicas são bem-vindas e devem ser adotadas quando

possível, mas é necessário que se tenha um bom planejamento dessa inovação, de forma a garantir maior sucesso na implementação, ou seja, uma inovação tecnológica ajuda e traz muitas contribuições positivas, desde que bem planejada e gerenciada.”

5. Como os três sintomas do foco exagerado na eficiência de recursos (longos tempos de atravessamento, muitas unidades de fluxo e muitos reinícios por unidade de fluxo) seriam verificados nesse exemplo?

CAPÍTULO 3: METODOLOGIAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

É essencial durante a realização de um estudo de tempos e movimentos que exista uma estrutura sistemática que guie sua condução. Podem ser usados nesse sentido o ciclo PDCA e o DMAICS, os quais conferirão maior assertividade no estudo do problema e de suas causas, além de otimizar a sustentabilidade dos resultados.

Esses métodos apresentam de forma genérica as seguintes etapas:

- Definição do problema;
- Análise do problema;
- Pesquisa de possíveis soluções;
- Avaliação das alternativas;
- Recomendação para ação.

O ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Checar e Agir) e o DMAICS (Definir, Medir, Analisar, Implementar, Checar e Sustentar) são metodologias gerenciais que podem ser usadas para tomar decisões e solucionar problemas de forma a alcançar as metas necessárias, a fim de que uma organização se mantenha competitiva. Assim, trata-se de procedimentos sistemáticos que buscam seguir uma metodologia científica na resolução de problemas.

O PDCA e o DMAICS são utilizados, portanto, para fins semelhantes. A principal diferença é que o DMAICS confere maior ênfase à fase de Planejamento do PDCA, destrinchando-a nas fases de Definição, Medição e Análise. Vale ressaltar também que o DMAICS é geralmente utilizado em projetos de Seis Sigma e de *lean*.

Cada um desses métodos de gestão será abordado em detalhe nos subitens a seguir. Ao final, também será apresentado um estudo de caso para reforçar e internalizar os conceitos apresentados.

3.1 Ciclo PDCA e suas variantes

O ciclo PDCA (Figura 3.1) é utilizado no controle e melhoria contínua de processos e produtos. A sigla PDCA se refere às iniciais em inglês das etapas de seu ciclo:

- P (*Plan*): planejar;
- D (*Do*): executar;
- C (*Check*): checar;
- A (*Act*): agir.

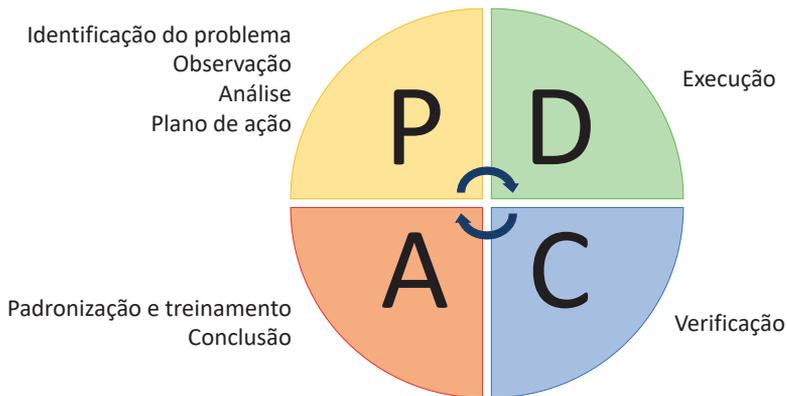


Figura 3.1 – Ciclo PDCA

O PDCA foi criado na década de 1920 por Walter Shewhart, mas ficou famoso por intermédio de William Edward Deming, razão pela qual é também conhecido como ciclo de Deming. Trata-se de um método amplamente aplicado para o controle das atividades de uma organização, principalmente aquelas relacionadas a melhorias.

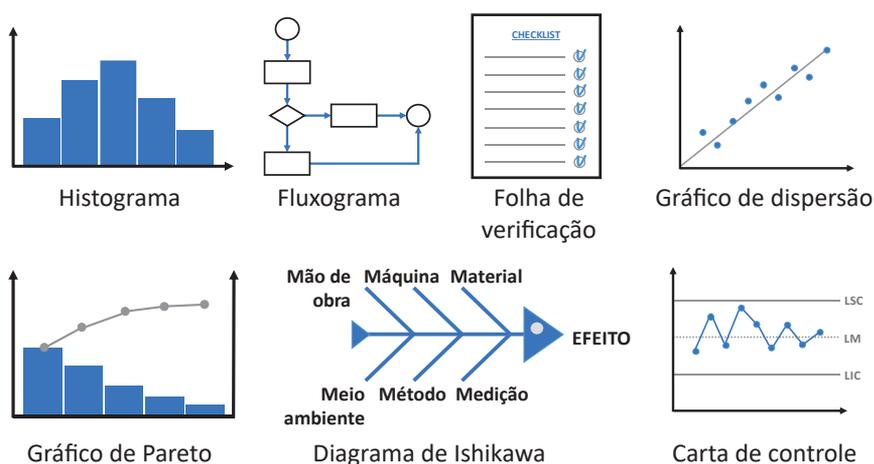


Figura 3.2 – As sete ferramentas da qualidade

É, pois, um método gerencial para a tomada de decisões com o intuito de alcançar metas. Ao se girar o ciclo PDCA, utilizam-se técnicas estatísticas como ferramentas básicas para a coleta, o processamento e a análise das informações. Entre essas técnicas, podemos citar as sete ferramentas da qualidade (Figura 3.2): histograma, fluxograma, folha de verificação, gráfico de dispersão, gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa e carta de controle.

Como mencionado anteriormente, o PDCA visa a alcançar metas. Objetivando compreender a diferença do ciclo PDCA em relação ao SDCA (Padronizar, Fazer, Checar e Agir), é fundamental fazer a distinção entre os dois tipos básicos de metas a serem atingidas (Figura 3.3):

- Metas de melhoria: metas que não apenas objetivam manter um estado nominal, mas desafiam com o intuito de produzir um produto ou fornecer um serviço cada vez melhor. Como exemplo, temos: “reduzir em 20% até o final do próximo ano a porcentagem de tubos não conformes em relação ao comprimento dos tubos produzidos”. Nesse caso, deve-se utilizar o ciclo PDCA;
- Metas para manter (metas-padrão): dadas através de uma faixa de valores quantitativos aceitáveis em relação a determinado item de controle. São representadas, por exemplo, pelos limites de especificação de um produto. Como exemplo de metas-padrão, temos: “o tubo não deve ter uma variação de comprimento superior a 1% em relação ao valor solicitado pelo cliente”. Para esse tipo de meta, deve-se utilizar o ciclo SDCA.

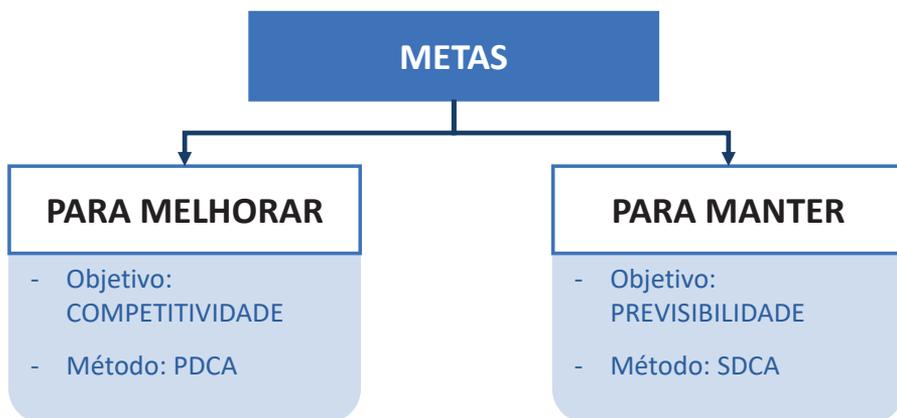


Figura 3.3 – Metas para manter *versus* metas de melhoria

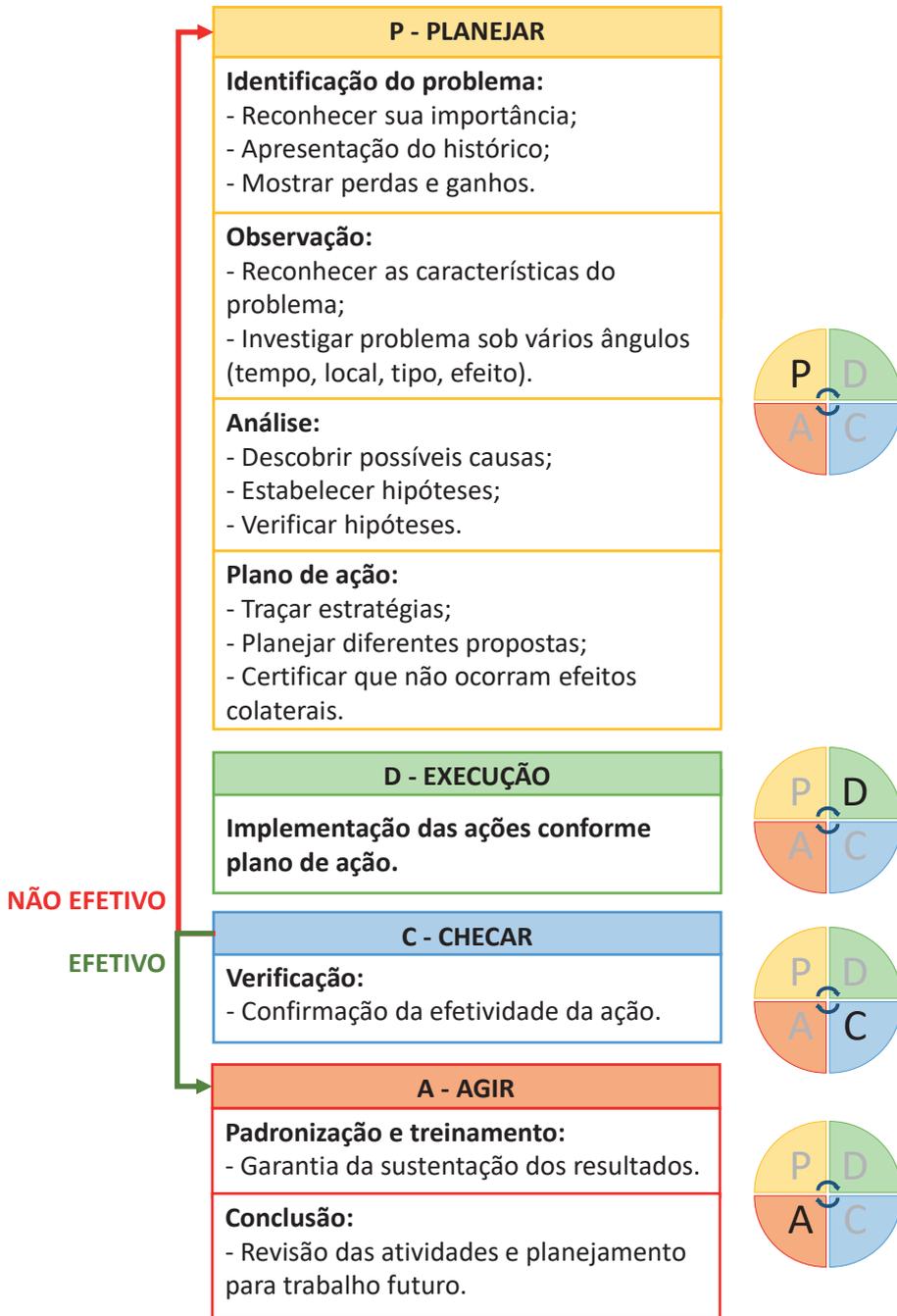


Figura 3.4 – Etapas PDCA

O ciclo PDCA utilizado para atingir as metas de melhoria também é conhecido como Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) ou QC Story – Quality Control Story (História do Controle da Qualidade), haja vista que cada meta de melhoria gera um problema a ser solucionado. A Figura 3.4 apresenta em detalhes as etapas e subetapas do PDCA.

A Tabela 3.1 apresenta as etapas do MASP para evidenciar sua comparação com as etapas do PDCA de melhoria. Basicamente o MASP destrincha o PDCA, colocando em destaque as microetapas deste. Além disso, a tabela também mostra possíveis ferramentas e técnicas que podem ser usadas em cada uma de suas etapas.

| # | Etapa | Objetivo | Ferramentas e técnicas |
|---|---------------------------|--|---|
| 1 | Identificação do problema | Definir escopo do problema a ser estudado, sua importância e a motivação para realização do projeto | Gráficos, fotografias e matriz de decisão |
| 2 | Observação | Estudar o comportamento do problema sob vários pontos de vista (estratificação), buscando levantar informações que auxiliem na identificação de sua causa-raiz | Observação, entrevistas, fluxogramas, estratificação e gráfico de Pareto |
| 3 | Análise | Identificar as causas fundamentais que originaram o problema | <i>Brainstorming</i> , diagrama de causa e efeito (Ishikawa), método dos 5 porquês, gráfico de Pareto, histograma e outros gráficos |
| 4 | Ação | Definir e implantar as ações, evidenciando os responsáveis e prazos | 5W2H e treinamento |
| 5 | Verificação | Verificação da eficácia das ações | Acompanhamento de indicadores, gráficos, fotografias e observação |

| | | | |
|---|--------------|---|---|
| 6 | Padronização | Garantir que resultados sejam sustentáveis e que, assim, o problema não reapareça por degeneração de procedimentos, controles ou mecanismos | Padronização, treinamentos e auditorias |
| 7 | Conclusão | Refletir sobre o projeto e atividades realizadas, registrar o histórico do projeto e planejar trabalhos ou atividades futuras | Formulário-resumo do projeto |

Tabela 3.1 – Ferramentas e técnicas a serem aplicadas em cada etapa do MASP

Em contraste, as metas para manter são alcançadas a partir de operações padronizadas. Com o intuito de se alcançarem essas metas, recomenda-se utilizar o SDCA. O “P” de Planejar do PDCA acaba sendo substituído pelo “S” do verbo inglês *Standardise* no SDCA, o qual pode ser traduzido para o português como “padronizar” ou “sustentar”. A Figura 3.5 ilustra o que está englobado em cada uma das etapas do SDCA.

A Figura 3.6 ilustra o uso conjugado dos ciclos de PDCA e SDCA. O PDCA, como explicado anteriormente, é utilizado quando se tem metas de melhoria. Assim, problemas a serem resolvidos são levantados e, em seguida, priorizados para se alcançarem metas anuais de melhoria. Os problemas então filtrados são estudados e resolvidos conforme as etapas do PDCA. O próximo desafio é manter os resultados alcançados, o que pode ser auxiliado pelo ciclo do SDCA. Primeiramente, as ações realizadas durante o PDCA são padronizadas e as pessoas-chave, treinadas. Caso verifiquem-se desvios futuros, ações corretivas devem ser realizadas e os padrões, atualizados. Esse uso conjugado é intuitivo, já que, após a realização de uma melhoria usando o PDCA, deve-se criar um esforço no sentido de sustentar esse resultado pelo uso do SDCA.

Uma vez apresentados o ciclo PDCA e suas variantes, o DMAICS será abordado de forma a evidenciar suas semelhanças e diferenças. Entretanto, é importante reforçar que tanto o ciclo PDCA quanto o DMAICS são usados com objetivos semelhantes.

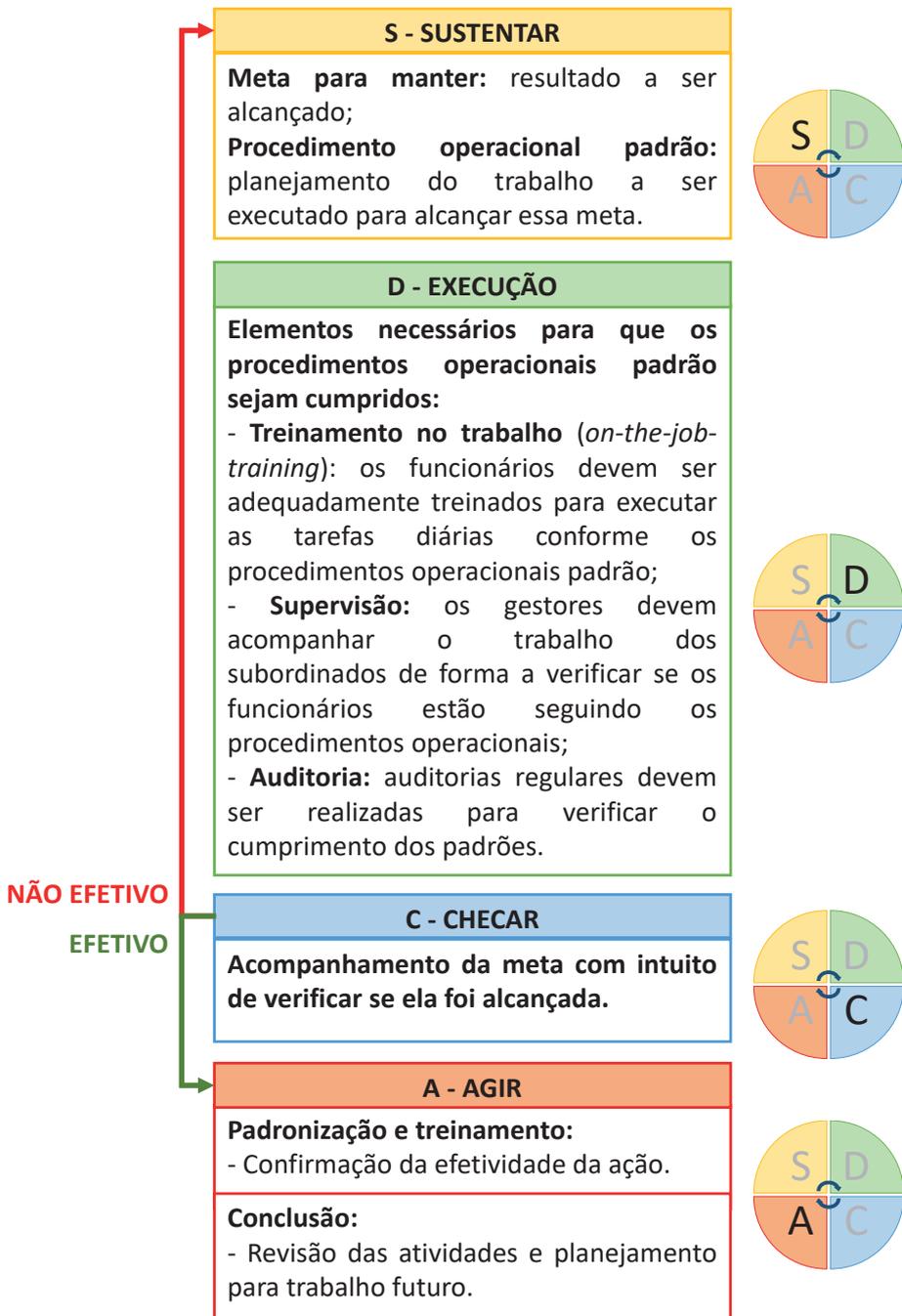


Figura 3.5 – Etapas SDCA

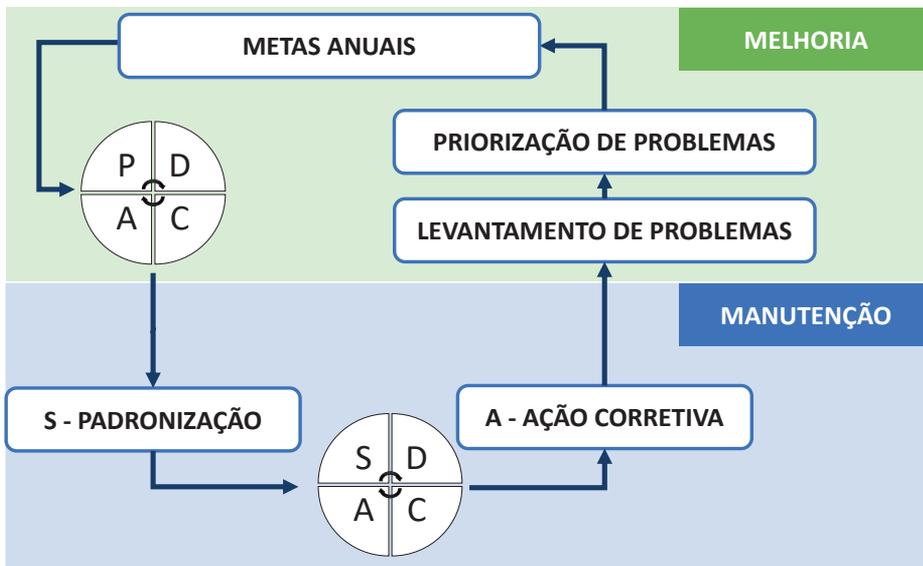


Figura 3.6 – Uso conjunto dos ciclos PDCA e SDCA

3.2 DMAICS

O DMAICS é a metodologia gerencial de resolução de problemas usada em projetos de Seis Sigma e de *lean* (Figura 3.7). O nome DMAICS se origina das iniciais de suas seis fases:

- D (*Define*): Definir;
- M (*Measure*): Medir;
- A (*Analyse*): Analisar;
- I (*Improve*): Implementar;
- C (*Check*): Checar;
- S (*Standardise*): Sustentar / Padronizar.

Vale ressaltar que algumas vezes a última fase não é apresentada. Este livro adota a sexta fase de Sustentação para reforçar a importância da padronização. Afinal, se não há preocupação em sustentar os resultados, as melhorias alcançadas vão retrocedendo ao longo do tempo. É como se o DMAIC implementado rolasse escada abaixo. O DMAICS pode ser utilizado para diferentes fins: resolução de problemas, padronização (redução da variabilidade) e realização de pequenas ou grandes melhorias (Figura 3.8).

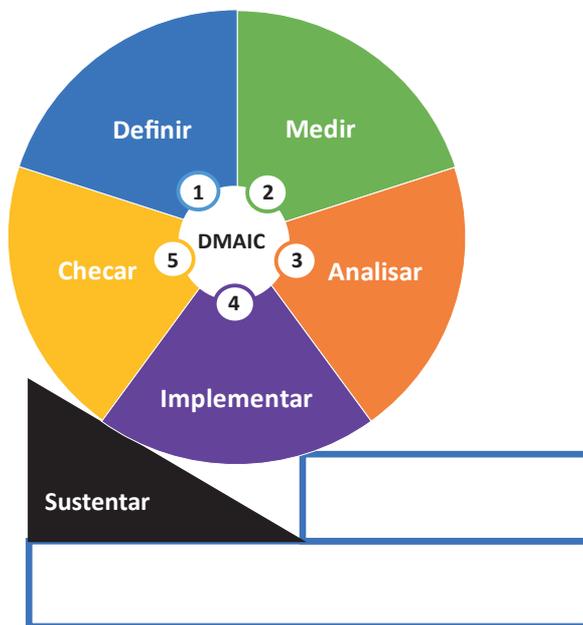


Figura 3.7 – Etapas do DMAICS

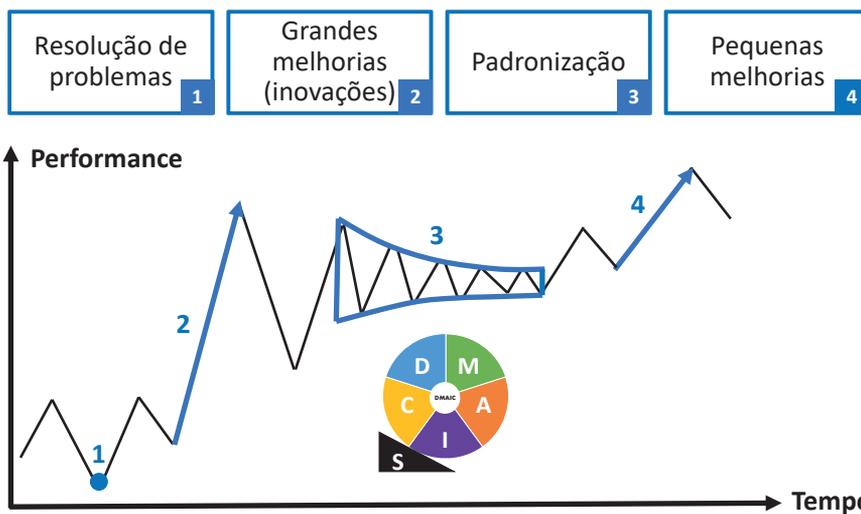


Figura 3.8 – Diferentes aplicações do DMAICS

Existem também outras versões dessa metodologia – como o DMADV (*Define, Measure, Analyse, Design e Verify* – Definir, Medir, Analisar, Desenhar e Verificar) e o DMEDI (*Define, Measure, Explore, Develop e Implement* – Definir, Medir, Explorar, Desenvolver e Implementar).

Medir, Explorar, Desenvolver e Implementar) – que são voltadas para desenvolver ou remodelar produtos, processos e serviços. Essas outras versões não serão apresentadas, uma vez que não são o foco da presente obra. Entretanto, é recomendável seguir todos esses passos de forma a assegurar o sucesso do projeto.

Durante a resolução de qualquer problema por meio do DMAICS, é sempre recomendável que em paralelo se realize a gestão do conhecimento. Isso pode ser feito através do relatório A3, que objetiva resumir o projeto em uma folha. A3 é o tamanho internacional de papel correspondente a duas folhas A4 (Figura 3.9), ou seja, uma folha de papel de 29,7 cm por 42 cm. Todavia, segundo a filosofia *lean*, o A3 tem significado muito maior: é onde se deve registrar todo o histórico de qualquer projeto que uma organização implementa. Em linhas gerais, trata-se de uma folha em formato A3 subdividida em tópicos, baseados no DMAICS, que devem ser preenchidos pelos líderes e pela equipe participantes de um projeto (Figura 3.10). Um formulário em branco de A3 pode ser encontrado no apêndice 4 deste livro.

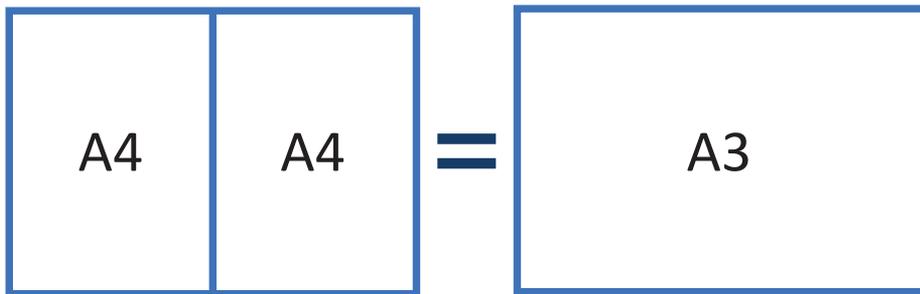


Figura 3.9 – Folha A3

O objetivo do A3 é basicamente favorecer a simplicidade e a síntese, de forma a otimizar a gestão do conhecimento dos projetos realizados. Isso evita os problemas causados por longos relatórios, que geralmente são pouco acessíveis e acabam tendo utilidade futura baixa.

O A3 geralmente é composto pelas seções a seguir, as quais objetivam orientar o andamento do projeto a partir das seguintes questões a serem respondidas:

- Título: qual é o projeto ou questão a ser resolvida?

- Responsáveis: quem é o responsável pelo projeto? Quais pessoas participarão do projeto?
- Data: quando esse projeto foi criado e finalizado?
- Considerações iniciais (contexto): por que esse projeto foi criado? Qual é a sua importância? Qual é o escopo do projeto?
- Condições atuais: qual indicador de performance será utilizado? Qual é o estado atual (média histórica desse indicador) antes da implementação do projeto?
- Objetivos, metas e benefícios: que resultados são almejados? Que benefícios eles trarão para a organização? Qual a meta a ser alcançada em relação ao indicador escolhido?
- Análise: como o problema foi analisado? Que ferramentas foram usadas (5 porquês, diagrama de causa e efeito, etc.)? Qual é a causa-raiz do problema?
- Recomendações e plano de ação: qual é a proposta para atingir o objetivo almejado? Qual será o plano de ação? Quais foram as contramedidas de curto prazo adotadas para resolver os sintomas do problema? Quais foram as ações realizadas para eliminar a causa-raiz do problema?
- Padronização e treinamento: é necessário criar ou atualizar algum padrão existente? Quais são esses padrões? Treinamentos foram realizados ao final desse projeto? Quem participou desses treinamentos?
- Acompanhamento: qual será a periodicidade de atualização do indicador? Por quanto tempo ele será acompanhado? As ações levantadas foram suficientes para se sustentar o resultado almejado? Senão, quais outras ações foram necessárias?

O A3 é muitas vezes escrito a lápis para facilitar e motivar futuras correções e modificações. É um documento “vivo” que deve ser usado no decorrer de todo o projeto e, por isso, deve estar sempre acessível. Trata-se, pois, não de um investimento pontual de tempo, mas sim de um processo que se bem utilizado se torna poderosa ferramenta para a resolução de problemas, realização de melhorias e sustentação de resultados.

| A3: Nome do Projeto | | | |
|--|---|--|---|
| TÍTULO: QUAL É O PROJETO OU QUESTÃO A SER RESOLVIDA? | RESPONSÁVEIS: QUEM É O RESPONSÁVEL PELO PROJETO? QUAIS PESSOAS PARTICIPARÃO DO PROJETO? | DATA INÍCIO: QUANDO ESSE PROJETO FOI CRIADO? | DATA FIM: QUANDO ESSE PROJETO FOI FINALIZADO? |
| 5. RECOMENDAÇÕES E PLANO DE AÇÃO | | | |
| <p>QUAL É A PROPOSTA PARA ATINGIR O OBJETIVO ALMEJADO? QUAL SERÁ O PLANO DE AÇÃO: QUEM? O QUÊ? QUANDO? ONDE? E COMO? QUAIS FORAM AS CONTRAMEDIDAS DE CURTO PRAZO ADOPTADAS PARA RESOLVER OS SINTOMAS DO PROBLEMA? QUAIS FORAM AS AÇÕES REALIZADAS PARA ELIMINAR A CAUSA-RAIZ DO PROBLEMA?</p> | | | |
| 6. PADRONIZAÇÃO E TREINAMENTO | | | |
| <p>É NECESSÁRIO CRIAR OU ATUALIZAR ALGUM PADRÃO EXISTENTE? QUAIS SÃO ESSES PADRÕES? TREINAMENTOS FORAM REALIZADOS AO FINAL DESSE PROJETO? QUEM PARTICIPOU DESSES TREINAMENTOS?</p> | | | |
| 7. ACOMPANHAMENTO | | | |
| <p>QUAL SERÁ A PERIODICIDADE DE ATUALIZAÇÃO DO INDICADOR? POR QUANTO TEMPO ELE SERÁ ACOMPANHADO? AS AÇÕES LEVANTADAS FORAM SUFICIENTES PARA SUSTENTAR O RESULTADO ALMEJADO? SENÃO, QUAIS OUTRAS AÇÕES FORAM NECESSÁRIAS?</p> | | | |
| 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS (CONTEXTO) | | | |
| <p>POR QUE ESSE PROJETO FOI CRIADO? QUAL É A SUA IMPORTÂNCIA? QUAL É O ESCOPO DO PROJETO?</p> | | | |
| 2. ESTADO ATUAL | | | |
| <p>QUAL INDICADOR DE PERFORMANCE SERÁ UTILIZADO? QUAL É O ESTADO ATUAL (MÉDIA HISTÓRICA DESSE INDICADOR) ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO?</p> | | | |
| 3. OBJETIVOS, METAS E BENEFÍCIOS | | | |
| <p>QUE RESULTADOS SÃO ALMEJADOS? QUE BENEFÍCIOS ELÉS TRARÃO PARA A ORGANIZAÇÃO? QUAL A META A SER ALCANÇADA EM RELAÇÃO AO INDICADOR DE PERFORMANCE ESCOLHIDO?</p> | | | |
| 4. ANÁLISE | | | |
| <p>COMO O PROBLEMA FOI ANALISADO? QUE FERRAMENTAS FORAM USADAS (5 PORQUÊS, DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO, ETC.)? QUAL É A CAUSA-RAIZ DO PROBLEMA?</p> | | | |

Figura 3.10 – Exemplo de folha A3 para gestão do conhecimento

3.3 Estudo de caso: Serviços 4.0 – Parte 2 (Resposta no Apêndice 5)

Esta seção é uma continuação do estudo de caso apresentado no capítulo 2. Após a identificação do problema descrito previamente, sua causa-raiz foi investigada. A partir desse estudo, verificou-se que o gargalo do processo após a digitalização foram as exigências feitas pelo analista. Assim, os retrabalhos, que são os responsáveis pela baixa eficiência de fluxo, são oriundos de má qualidade dos fatores críticos ou requisitos das entradas do processo (Figura 3.11). Essa má qualidade desencadeia retrabalhos sucessivos, os quais por sua vez geram alto estoque de requerimentos aguardando análise (longa fila virtual) e recursos sobrecarregados que são altamente eficientes em retrabalhar.



Figura 3.11 – Consequências geradas pela má qualidade dos dados de entrada

Consequentemente, a partir dessa constatação, a organização decidiu investigar a causa-raiz desse gargalo através da metodologia dos 5 porquês (ferramenta simples para resolução de problemas que consiste em formular a pergunta “Por quê” cinco vezes até se encontrar a causa-raiz de um problema). Essa investigação é apresentada a seguir e na Figura 3.12.

Por que é necessário solicitar documentos adicionais?

Porque nem todos os documentos necessários estão à disposição do analista para que ele possa finalizar o processo e concluir se deve deferi-lo ou não.

Por que faltam documentos necessários na avaliação dos benefícios?

Essa falta é gerada, primeiramente, pelo fato de que os requerentes muitas vezes são de baixa instrução, não raro semianalfabetos. Assim, embora sejam informados dos documentos necessários, é comum não conseguirem entender o que está sendo solicitado.

Outro ponto é que frequentemente faltam documentos porque o processo de atendimento é malfeito – isso então vai virar uma exigência que poderia ter sido evitada se no atendimento inicial não houvesse tal lacuna.

Por que o processo de atendimento é malfeito?

O atendimento inicial é malfeito porque não há tempo hábil para digitalizar os documentos básicos e, se preciso, solicitar outros documentos que se mostrarem necessários. Existe também uma pressão do trabalho, e a quantidade de atendimentos realizados acaba influenciando na qualidade do atendimento.

Por que não há tempo hábil para se fazer um bom atendimento?

Primeiramente, porque muitas vezes as pessoas que realizam o atendimento não dispõem de *know-how* suficiente: funcionários com menor experiência são alocados para essa função como estagiários. Assim, muitos problemas que poderiam ser previstos durante o atendimento passam despercebidos e acabam se transformando em exigências posteriores no processo.

Segundo, porque os agendamentos são realizados no sistema de 20 em 20 minutos, tempo já bem curto – mesmo para realizar as atividades básicas. Assim, muitas vezes a pessoa que faz o atendimento até sabe a exigência que irá surgir e que o requerente provavelmente naquele momento está com o documento faltante. Entretanto, ela é instruída a não interferir no processo, porque do contrário será gerado um atraso acumulativo nos atendimentos.

Ante o exposto, pergunta-se:

1. Considerando as metodologias de resolução de problemas como o PDCA, qual etapa dessa metodologia foi negligenciada, culminando no problema de baixa eficiência de fluxo? Por quê?
2. O que você recomenda ser feito para reduzir a necessidade de solicitação de exigências no processo já digitalizado?

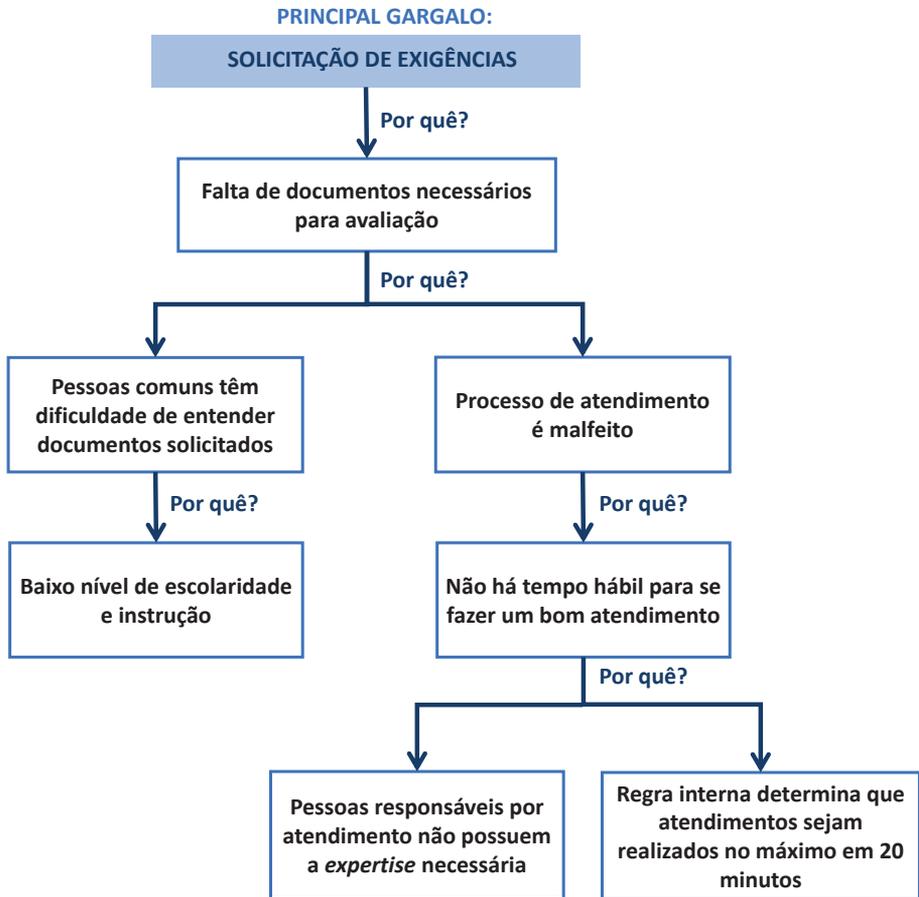


Figura 3.12 – Causa-raiz do principal gargalo

CAPÍTULO 4: **ERGONOMIA E ERGOMOTRICIDADE**

Este capítulo apresenta os conceitos de ergonomia e ergomotricidade, os quais são base para as próximas unidades. A frase de Taiichi Ohno ilustra bem o objetivo do capítulo:

“A velocidade não tem sentido sem continuidade. Basta lembrar-se da tartaruga e da lebre. Além do mais, não podemos deixar de perceber que máquinas que não são projetadas para resistir a altas velocidades terão sua vida útil encurtada se nós as acelerarmos.”

Bom, então imagine os seres humanos... Tratar pessoas como máquinas não faz sentido. Só para se ter noção, em muitos casos, uma máquina com eficiência superior a 60% é vista de forma positiva. Se até as máquinas possuem limitações, com o homem não pode ser diferente. Afinal, o ser humano não é um recurso infinito, mas sim um organismo complexo com restrições e capacidade finita. É essencial, pois, entender como funciona o ser humano e seu corpo de forma a otimizar sua eficiência de trabalho e sua empregabilidade.

Assim, entender conceitos importantes como saúde; ergonomia e ergomotricidade; tarefa e atividade; estresse e tensão; e sintoma e causa-raiz é essencial para a realização de um estudo de tempos e movimentos. Além disso, é importante também conhecer as principais patologias que podem ser geradas a partir de um mau projeto de um posto de trabalho e como podemos, conseqüentemente, controlar o estresse e limitar a tensão durante a realização de um estudo de tempos e movimentos.

4.1 Conceitos básicos

4.1.1 Saúde

Desde 1948, a Organização Mundial de Saúde (OMS) define saúde como “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades” (Figura 4.1).

Muitas vezes as pessoas veem saúde apenas sob aspectos tangíveis e biológicos. Entretanto, conforme definição da OMS, a saúde deve ser enxergada

de forma holística. Logo, uma pessoa que não apresenta sintomas observáveis de doença não necessariamente pode ser considerada saudável.

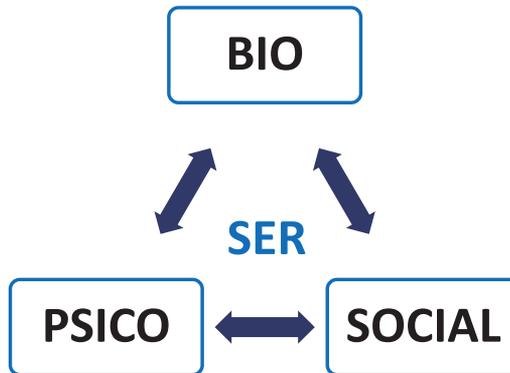


Figura 4.1 – Conceito de saúde segundo a OMS

Além disso, hoje em dia muitas funções de trabalho são executadas com o auxílio do computador. A evolução rápida da tecnologia nas últimas décadas fez o índice de problemas relacionados à saúde mental crescer significativamente. Vale ressaltar, ainda, que saúde mental implica bem mais que a ausência de doenças mentais. Por serem muitas vezes “doenças invisíveis”, antes de se tornarem sintomáticas, acabam passando despercebidas e sendo negligenciadas pelas organizações.

Assim, antes de implementar qualquer projeto de melhoria nos tempos e métodos de trabalho, é crucial que os aspectos relacionados a ergonomia e ergomotricidade sejam contemplados para que a saúde a médio/longo prazo dos funcionários possa ser sustentada. Performance organizacional e saúde não devem ser vistas de forma excludente. Na verdade, para sustentar a performance organizacional, a saúde e a segurança dos funcionários devem ser sempre priorizadas, objetivando manter a empregabilidade dessas pessoas no trabalho independentemente da idade.

4.1.2 Ergonomia e ergomotricidade

A palavra “ergonomia” tem origem no grego antigo:

- *Ergon*: Trabalho;
- *Nomos*: Leis, normas ou regras.

Ergonomia pode ser definida, pois, como o conjunto de leis ou normas que dizem respeito à organização do trabalho. Ou seja, a ergonomia é a ciência que adapta o ambiente de trabalho ao homem (Figura 4.2). Repare que em geral tentamos adaptar o funcionário ao trabalho. Mas ele não é uma máquina, e o raciocínio deve ser inverso: adaptar o trabalho ao funcionário. Assim, essa ciência envolve o estudo do posto de trabalho, o local em que está inserido, sua organização e os fluxos nos quais está envolvido. Concluindo, a ergonomia engloba todo o ambiente de trabalho.

| ERGONOMIA: ciência que adapta o ambiente de trabalho ao homem | | | |
|--|--|---|---|
| Ambiente de trabalho Luz, temperatura, ruído e pessoas | Posto de trabalho Distâncias, alturas, localização de ferramentas e suportes | Organização do trabalho Divisão de tarefas, padrões e liderança | Fluxo produtivo <i>Layout físico e estoques</i> |

Figura 4.2 – Conceito de ergonomia

A ergonomia pode ser utilizada, portanto, em diferentes projetos:

- Reorganização do trabalho com o objetivo de redução do estresse;
- Adaptação das demandas de trabalho às capacidades humanas;
- Desenvolvimento de novos *layouts* ou mudanças no fluxo produtivo;
- Projeto de postos de trabalho e de equipamentos;
- Criação e revisões de padrões de trabalho;
- Projetos de melhoria nos métodos e tempos de trabalho.

No Brasil e nos Estados Unidos, a ergonomia é apresentada de forma macro envolvendo aspectos cognitivos, organizacionais, psicológicos, sociais, ambientais e físicos. No entanto, como este livro foca em estudos de tempos e movimentos, a parte da ergonomia relacionada aos movimentos dinâmicos do corpo humano deve ser evidenciada. Na França essa parte da ergonomia, devido a sua importância em relação ao projeto de trabalho, é vista de forma

independente e recebe o nome de *ergomotricité*, termo que pode ser traduzido para o português como “ergomotricidade”. O neologismo foi usado pela primeira vez em um congresso europeu em 1980 por Michel Gendrier.

A palavra “ergomotricidade” tem origem no grego e latim antigos. Enquanto “*ergon*” significa “trabalho” em grego, “*motricidade*” deriva da palavra latina “*moveo*”, que significa “mover”. Logo:

- *Ergon*: Trabalho;
- *Moveo*: Ideia de movimento.

Assim, a ergomotricidade estuda os movimentos realizados em um trabalho, objetivando adaptar um padrão operacional à pessoa que o executa (Figura 4.3). Nessa segunda ciência se estuda não apenas o potencial motor de uma pessoa e seus movimentos gestuais e posturais, mas também seu potencial psíquico.

| ERGOMOTRICIDADE: ciência que adapta o padrão de trabalho à pessoa que o executa | | | |
|---|---|---|--|
| Potencial motor Potencial físico e tangível de um ser como energia e tônus muscular | Gestos Movimentos de articulações específicas do corpo como punhos, cotovelos e pescoço | Posturas Posições espaciais do corpo e de suas partes | Potencial psíquico Potencial mental e subjetivo de um ser como seus pensamentos e sua saúde mental |

Figura 4.3 – Conceito de ergomotricidade

Assim, a ergomotricidade é a física aplicada ao corpo humano. Afinal, as articulações funcionam como alavancas e os músculos realizam forças que, a partir de ângulos, distâncias e pesos, realizam trabalho.

Se pararmos para pensar, ergomotricidade é um conceito muito trabalhado no esporte, já que as equipes objetivam aumentar a performance de seus atletas e ao mesmo tempo mitigar riscos de problemas ocupacionais de mé-

dio e longo prazo. A ideia deve ser semelhante no ambiente de trabalho: deve-se buscar aumentar a produtividade dos funcionários, mas mantendo sua empregabilidade no médio e longo prazo.

Outro ponto interessante a tratar quando se fala em ergomotricidade é que alguns autores a veem como uma resposta à síndrome dos dois corpos. Quando praticamos um esporte, por exemplo, nosso corpo está 100% integrado e é o centro de toda nossa atenção. Nós escutamos, aquecemos, alongamos, regulamos e cuidamos dele. Contudo, no trabalho ou durante a execução de algumas atividades cotidianas, acabamos agindo de forma automática. A gestão corporal passa a ser negligenciada e muitas vezes até inexistente. Não cuidamos, não preparamos, não alongamos e não aquecemos o corpo. É quase como se nos desconectássemos de nosso próprio corpo e não mais o sentíssemos. Assim, agimos como se tivéssemos dois corpos distintos: um físico e outro mental. É fundamental, todavia, que esses dois corpos estejam integrados em um só, para que haja coerência e saúde em nossa vida. Hoje em dia, passamos a maior parte da rotina semanal no trabalho. Consequentemente, é justamente nesse local que nossa preocupação com o corpo deve ser maior.

4.1.3 Tarefa e atividade

Tarefa se refere àquilo que uma pessoa tem de realizar em sua função. Ou seja, é o trabalho prescrito nos procedimentos operacionais. Logo, a tarefa basicamente responde à pergunta: QUAL é o trabalho a ser realizado?

Já a atividade possui conceito mais amplo, na medida em que inclui todos os aspectos tangíveis e intangíveis inerentes a uma tarefa. Assim, é o próprio trabalho que acontece na realidade, envolvendo os gestos, posturas, comunicações, comportamentos e pensamentos de uma pessoa. Logo, a atividade busca responder à seguinte questão: COMO o trabalho deve ser realizado?

Repare que muitos gestores e padrões de trabalho focam apenas em responder QUAL é o trabalho que uma pessoa deve fazer. Entretanto, muitas vezes também é preciso reforçar COMO e POR QUE se deve realizar certa tarefa de determinada forma, a fim de chamar atenção para questões que possam ser interessantes do ponto de vista da saúde, segurança e performance.

Por exemplo, existem diversas formas de se pegar uma caixa no chão (Figura 4.4). Ou seja, “pegar uma caixa no chão” corresponde à tarefa a ser execu-

tada. Mas, objetivando não criar riscos de problemas na coluna e joelhos do funcionário, cabe reforçar a atividade correta de se pegar uma caixa no chão, uma vez que as pernas devem ser flexionadas e a coluna, mantida ereta.

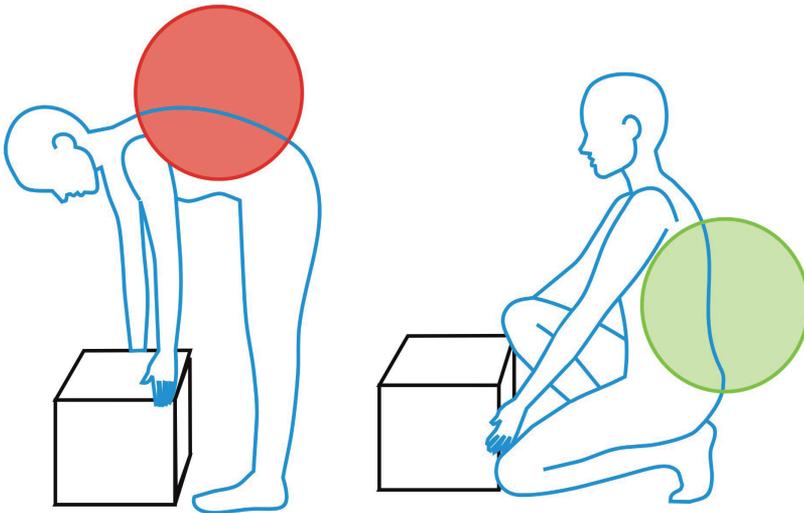


Figura 4.4 – Diferentes formas de realizar a tarefa “pegar uma caixa no chão”

4.1.4 Estresse e tensão

Outros dois conceitos que devem ser distinguidos são “estresse” e “tensão”. A Figura 4.5 ilustra o relacionamento entre os conceitos de estresse e tensão.

O estresse inclui fatores que têm impacto direto na atividade como: contexto externo (cultura, contexto socioeconômico, leis, regulamentos); ambiente institucional (turnos de trabalho, fluxo, divisão de trabalho, relações coletivas, valores, clima organizacional); ambiente técnico (máquinas, equipamentos de proteção individual, ferramentas, local de trabalho, procedimentos operacionais); e ambiente físico (temperatura, luminosidade, cargas, ângulos, distâncias, repetições).

Assim, o estresse é a influência do ambiente sobre o corpo. É, portanto, um conjunto de perturbações biológicas e psicológicas provocadas por uma agressão ao organismo do indivíduo.

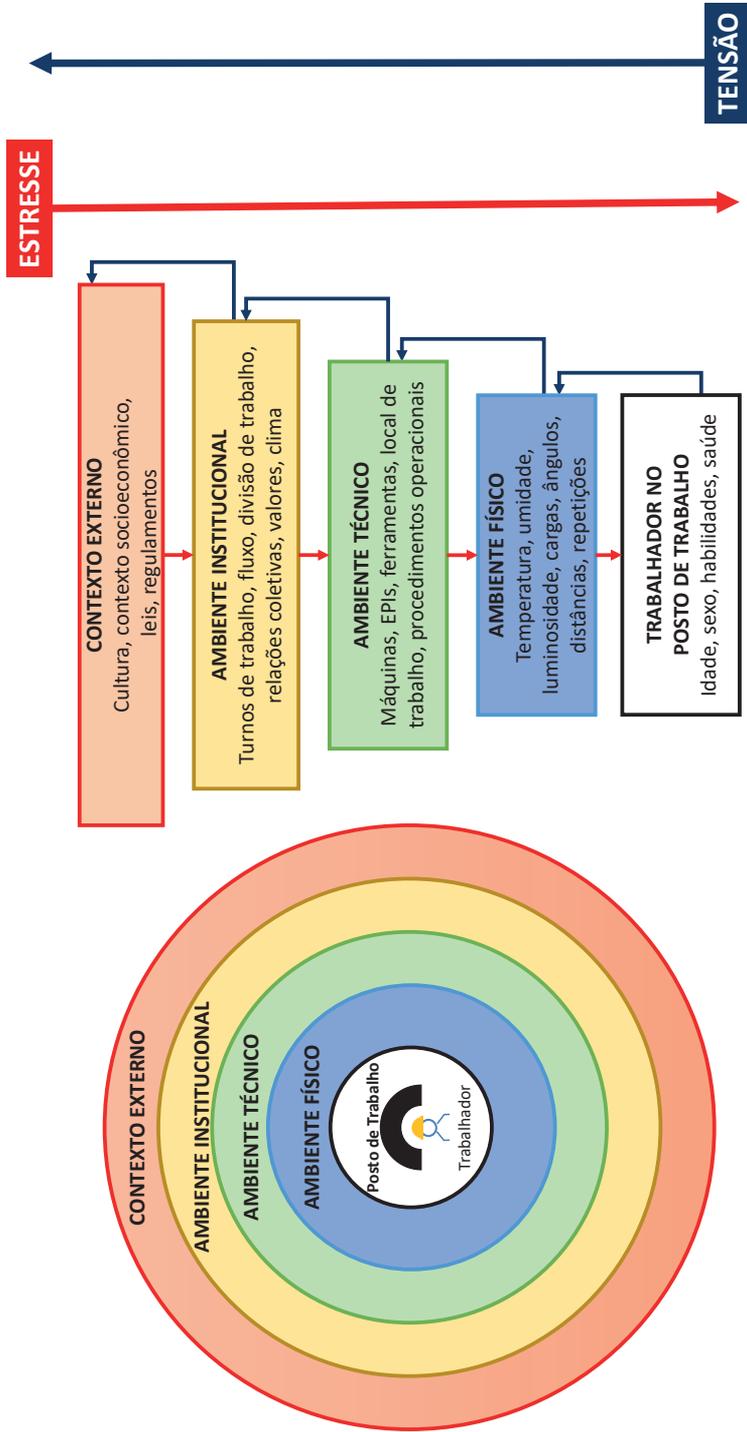


Figura 4.5 – Relacionamento entre os conceitos de estresse e tensão

A tensão, por sua vez, é aquilo que se manifesta no corpo como consequência do estresse a que se está submetido. Ou seja, é como o corpo reage ao ambiente. A tensão inclui, pois, todos os efeitos em nosso organismo oriundos da tentativa de se adaptar ao novo estresse: dor, desconforto, fadiga, redução do limite da sensibilidade e até perda funcional.

A seta vermelha da Figura 4.5 representa a influência do estresse, que passa do macro ao micro. Isto é, o contexto externo, por exemplo, afeta o ambiente institucional, que por sua vez influencia o ambiente técnico. Este afeta o ambiente físico, que influencia o posto de trabalho do funcionário. Assim, o estresse é transmitido até o posto de trabalho que, dependendo das características físicas e psicológicas do trabalhador, será transmitido de forma particular à atividade por ele realizada. Como reação ao estresse, surge a tensão. A seta azul representa, desse modo, a tensão gerada como resposta ao estresse. A tensão, em contraste com o estresse, vai do micro para o macro. É a reação consciente e inconsciente do trabalhador a todos esses fatores que o estressam.

4.1.5 Sintoma e causa-raiz

Assim como na engenharia devemos discernir os conceitos de sintoma *versus* causa-raiz dos problemas, essa definição também é crucial quando se fala em saúde.

Parece coisa simples, mas infelizmente são raras as pessoas que fazem isso na prática. Para ilustrar a dificuldade e confusão entre ambos os conceitos, cito alguns exemplos a seguir.

Se você for a um posto de saúde ou pronto-socorro de hospital, caso apresente sintomas como febre ou diarreia, muitas vezes os médicos tratarão apenas os sintomas. Se febre, provavelmente recomendarão antitérmicos; se diarreia, soro intravenoso para hidratação. Sem investimento de tempo para uma análise clínica criteriosa e realização de outros exames como de sangue, urina, fezes ou imagem, é muito difícil que um médico forneça diagnóstico preciso de várias doenças. É claro que no caso de uma gripe comum isso não deverá gerar muitos problemas, mas no caso de doenças mais graves pode, sim, representar grandes riscos.

O corpo é nosso melhor amigo. Muitas vezes ele nos dá vários indícios de que as coisas não andam bem. No início são sinais mais leves, como dores de cabeça esporádicas, insônias, bruxismo, entre outros. Mas com frequência as

pessoas apenas tratam os sintomas em si, utilizando analgésicos, ansiolíticos – o que é bastante problemático se a causa-raiz não for tratada concomitantemente, uma vez que os sintomas podem acabar evoluindo para doenças mais graves ao longo dos anos.

A Figura 4.6 ilustra as diferenças entre os dois conceitos.

Assim, uma doença, uma dor ou um desconforto não são apenas algo ruim que deve ser abafado e ignorado. Óbvio que os sintomas devem ser sempre tratados, mas tão importante quanto tratá-los é compreender que na verdade trata-se de sinais de alerta de que as coisas não andam bem. Vale a pena uma reflexão profunda sobre quais seriam as causas-raiz desses sintomas, o que muitas vezes requer investigação profunda. Além disso, o tratamento comumente demanda tempo e revisão de hábitos cotidianos e de trabalho. Por isso muitas pessoas preferem abafar os sintomas e simplesmente “seguir o fluxo”. Afinal, é mais cômodo, não?

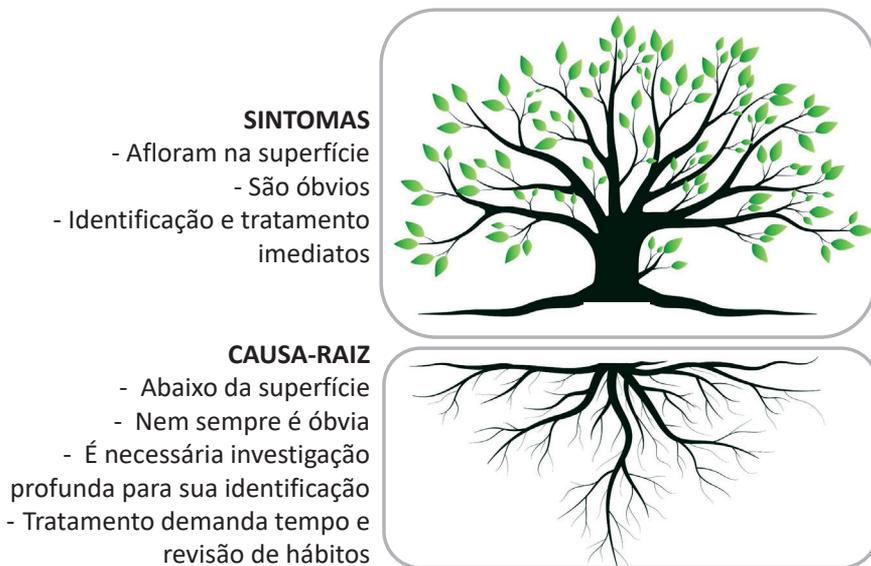


Figura 4.6 – Sintoma *versus* causa-raiz

4.2 Principais patologias

Objetivando entender as principais causas de afastamento decorrentes do trabalho no Brasil, avaliaram-se os dados divulgados pelo Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) acerca das categorias de concessão dos benefícios de auxílios-doença acidentário e previdenciário. Enquanto o auxílio-doença acidentário decorre de doença ou acidente que guarda relação com o local de trabalho do segurado, o auxílio-doença previdenciário diz respeito a doenças ou acidentes sem relação com o local de trabalho.

Abaixo estão evidenciadas as cinco principais categorias concedidas desses dois tipos de benefício em 2017 (Figuras 4.7 e 4.8). Tais categorias são organizadas em 21 capítulos, conforme padronização internacional.

A principal categoria de auxílio-doença acidentário e previdenciário, “Lesões, envenenamento e algumas outras consequências de causas externas”, diz respeito a acidentes que geralmente são episódios pontuais – fraturas, por exemplo. Por sua vez, a segunda categoria mais presente, “Doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo”, é o primeiro ponto de atenção, já que tais doenças podem ser consequência de maus hábitos no local de trabalho por um longo período de tempo.

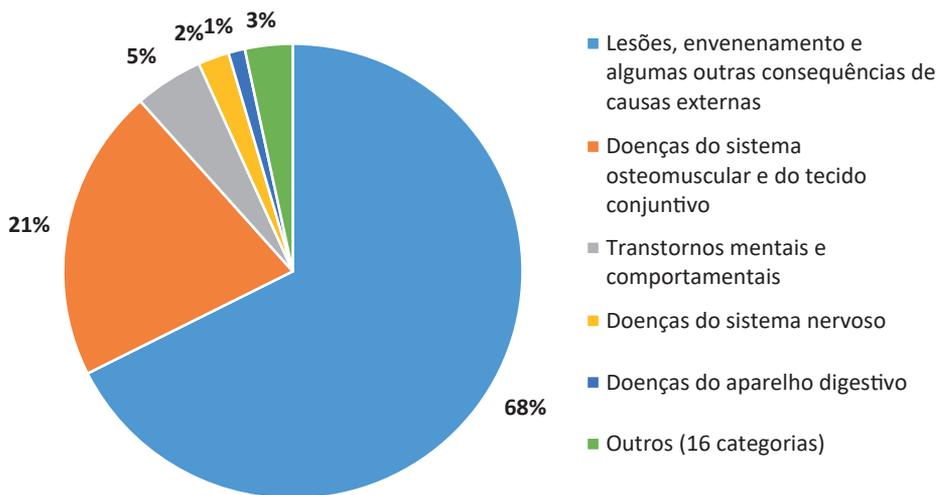


Figura 4.7 – Porcentagem de concessões de auxílio-doença acidentário pelo INSS em 2017 por capítulo

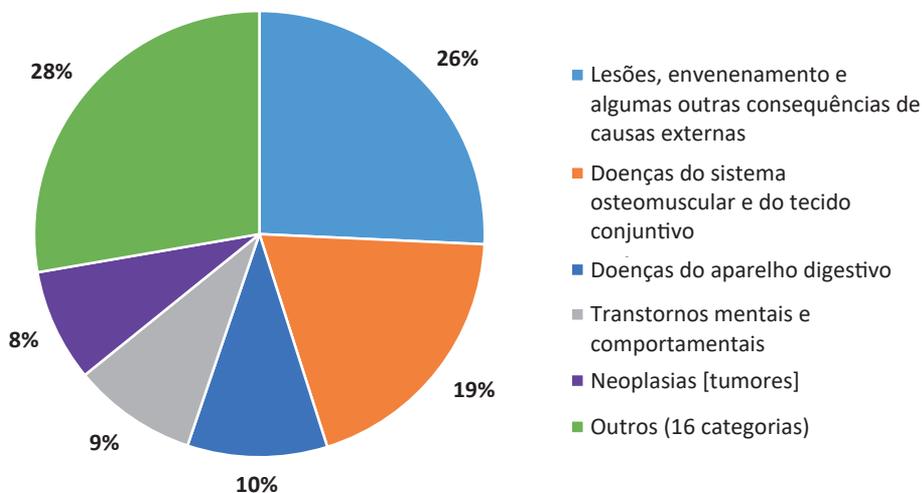


Figura 4.8 – Porcentagem de concessões de auxílio-doença previdenciário pelo INSS em 2017 por capítulo

Além disso, outro ponto que será tratado são as patologias mentais, haja vista que os problemas relacionados à saúde mental dos trabalhadores têm experimentado nas últimas décadas crescimento significativo.

4.2.1 *Desordens musculoesqueléticas*

As desordens musculoesqueléticas (MusculoSkeletal Disorders – MSDs) são enfermidades que afetam os músculos, nervos, tendões, articulações, cartilagens e discos da coluna vertebral.

Independentemente do setor econômico e do tipo de profissão, as MSDs se manifestam em contextos semelhantes que geralmente envolvem:

- Uso de força excessiva durante movimentos normais;
- Altas taxas de repetição de um mesmo movimento;
- Movimentos articulares desarticulados ou extremos;
- Falta de descansos e alongamentos periódicos necessários para a recuperação do corpo.

Assim, para a prevenção desses distúrbios, deve-se melhorar o local de trabalho, as ferramentas, e criar momentos para descanso e alongamentos de forma a mitigar os fatores de risco.

Como exemplo de MSDs, podemos citar as dorsalgias (dores nas costas), as hérnias de disco e a síndrome do túnel do carpo.

A dorsalgia foi a principal causa de concessão de auxílio-doença previdenciário em 2017 – correspondendo a mais de 4% das concessões desse tipo de auxílio. O termo se refere de forma genérica às popularmente conhecidas dores nas costas. É importante contrastá-lo com os termos “lombalgia” e “cervicalgia”. O primeiro é um termo que se refere especificamente às dores no segmento lombar da coluna. Já o segundo diz respeito às dores no segmento cervical da coluna. A Figura 4.9 ilustra a divisão da coluna vertebral em vértebras cervicais, torácicas e lombares.

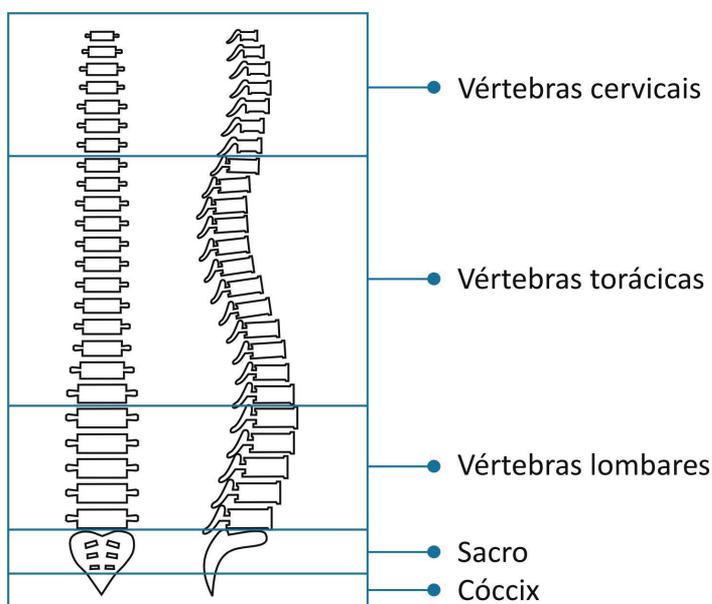


Figura 4.9 – Coluna vertebral

Já a hérnia de disco se refere a lesões que ocorrem com mais frequência na região lombar, na qual discos intervertebrais, estruturas em forma de anel localizadas entre as vértebras, saem de seu local de origem e acabam comprimindo a raiz nervosa (Figura 4.10), resultando em dor intensa.

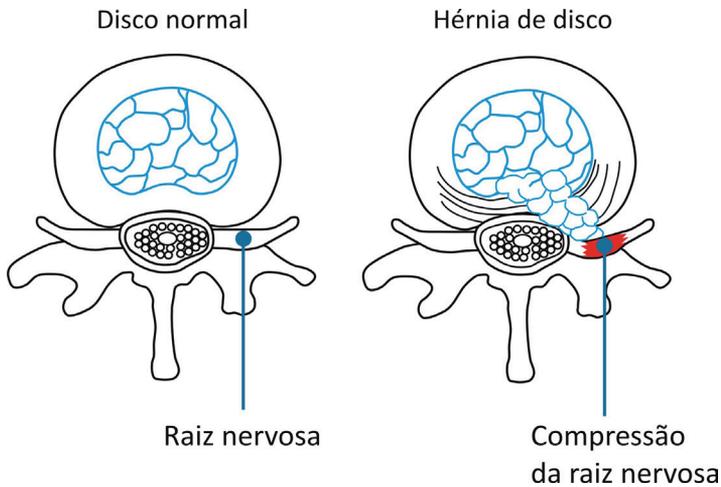


Figura 4.10 – Hérnia de disco

Cumpramos ressaltar que, devido ao uso de celulares, *tablets* e outros hábitos modernos, casos de hérnias de disco cervicais se tornaram mais frequentes.

Outra MSD é a síndrome do túnel do carpo, que resulta da compressão do nervo mediano que passa pelo túnel do carpo no pulso (Figura 4.11). É uma doença que pode ocorrer quando:

- As mãos ficam em uma posição fixa por período prolongado;
- Esforços repetitivos com pulso flexionado são realizados com pouca ou muita força;
- Existe uma pressão contínua na base da palma da mão;
- Ocorre vibração continuada em contato com as bases das mãos.

Assim, trata-se de enfermidade comum, relacionada ao uso prolongado de teclados e *mouses* – o que é recorrente em trabalhos de escritório e serviços em que se faz uso intenso de computador e *laptop*.

Concluindo, é importante estudar as MSDs mencionadas anteriormente, visto que elas são desenvolvidas ao se realizarem repetitivamente movimentos de forma não adequada no ambiente de trabalho. Todas elas geram dor e impactos negativos na vida profissional e pessoal dos funcionários acometidos por essas doenças.

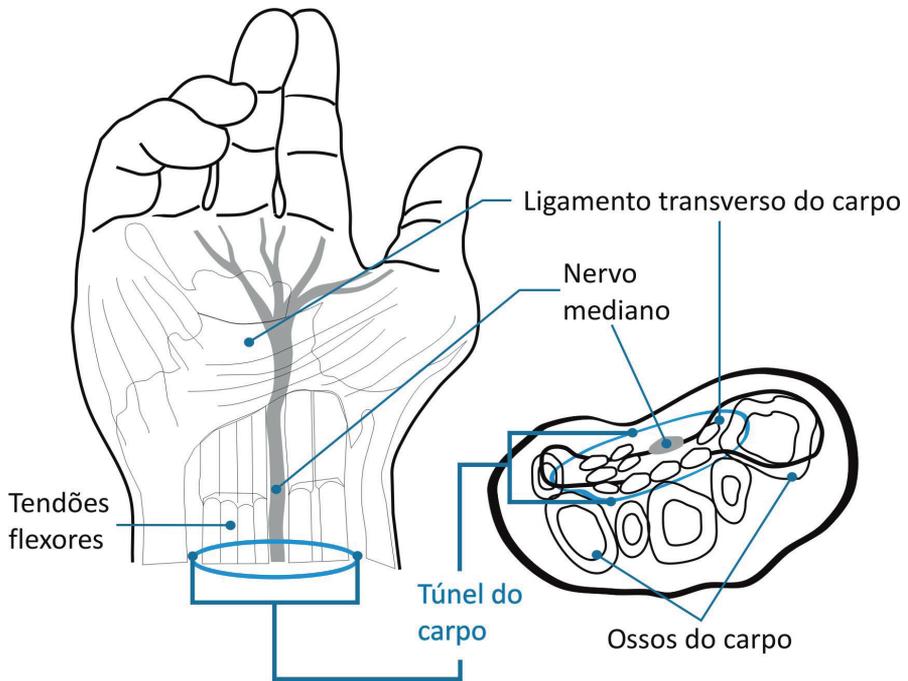


Figura 4.11 – Nervo mediano do túnel do carpo

4.2.2 Transtornos mentais e comportamentais

A Figura 4.12 ilustra a evolução em porcentagem, de 2006 a 2017, de concessões de auxílio-doença acidentário para o capítulo “Transtornos mentais e comportamentais”. É importante evidenciar esses transtornos em relação a esse tipo de auxílio-doença, uma vez que é o índice referente a benefícios concedidos em razão de acidente ou doença decorrente do local de trabalho. Em 2006, 0,4% dos auxílios-doença acidentários concedidos eram decorrentes de “Transtornos mentais e comportamentais”. Em 2017, o percentual foi de aproximadamente 4,8% – aumento superior a 1 100%. Isso reforça a importância de se abordarem as patologias mentais no presente capítulo, uma vez que estas, apesar de se apresentarem de forma silenciosa, também podem ser muito danosas.

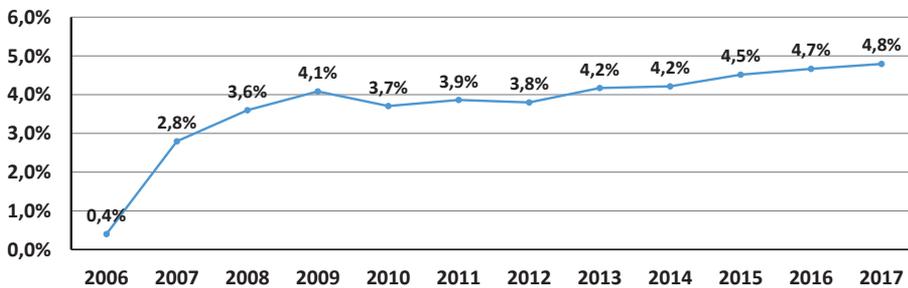


Figura 4.12 – Evolução percentual de auxílio-doença acidentário por “Transtornos mentais e comportamentais” (2006 a 2017)

Além disso, analisando as subcategorias de “Transtornos mentais e comportamentais” de concessão de auxílio-doença previdenciário em 2017, “episódios depressivos” geraram 43,3 mil concessões, representando a décima doença com mais afastamentos tanto nesse ano quanto em 2016. O segundo transtorno mental mais recorrente foram as enfermidades classificadas como “outros transtornos ansiosos”, as quais apareceram entre as que mais afastaram em 2017 na décima quinta posição, com 28,9 mil casos.

4.3 Controlando o estresse e limitando a tensão

O objetivo deste capítulo não é entrar em conceitos ergonômicos avançados, mas chamar a atenção do leitor para conceitos básicos. A seguir serão apresentadas recomendações ergonômicas e de ergomotricidade para se reduzir o estresse e limitar a tensão. Além disso, serão apresentadas ferramentas que auxiliam na análise de situações de trabalho em relação à ergonomia e ergomotricidade.

Afinal, analistas de tempos e movimentos devem fornecer condições de trabalho adequadas, seguras e confortáveis para o funcionário. De forma geral plantas que fornecem essas condições de trabalho aos seus empregados trazem melhores resultados de produtividade e ao mesmo tempo reduzem o absenteísmo e rotatividade dos funcionários.

4.3.1 Recomendações ergonômicas

Em relação à ergonomia, é importante que durante um estudo de tempos e movimentos seja desenvolvido um ambiente de trabalho que:

1. Permita manter a coluna ereta em posições estáticas. Importante apenas ressaltar que o pescoço também faz parte da coluna;

2. Possibilite o apoio dos pés no chão ou sobre algum outro tipo de suporte;
3. Forneça apoio também para os braços;
4. Tenha pausas predefinidas para que o operador possa se mover, exercitar e alongar;
5. Estimule a pessoa a escutar seu corpo. Produtividade é consequência e não causa. Além do mais, nosso corpo é nosso melhor amigo. Por isso, ele sempre nos dará um *feedback* se o local de trabalho está adequado.

4.3.2 Recomendações de ergotricidade

Uma vez desenvolvido um ambiente de trabalho ergonômico, a próxima questão deve ser: quais seriam os bons gestos e posturas para se realizar determinado movimento? Assim, enquanto a ergonomia diz respeito mais ao local e rotina de trabalho de forma ampla, a ergotricidade fornece sugestões para a realização de movimentos dinâmicos como levantar objetos e movimentos em geral.

Desse modo, algumas questões da ergotricidade que devem ser cuidadosamente avaliadas durante a execução de uma tarefa são as seguintes:

1. Aproximar o centro de gravidade do objeto em movimento: o centro de massa do corpo humano encontra-se aproximadamente no umbigo. Assim, ao se alinhar e aproximar esse centro com o objeto a ser pego, o corpo consegue se ajustar em uma postura mais confortável para o movimento. Basta reparar como bebês, quando começam a caminhar, carregam grandes objetos (Figura 4.13). Eles não possuem o mesmo equilíbrio e força que adultos, então naturalmente usam essa estratégia para executar certos movimentos;
2. Realizar o movimento com a coluna ereta: a coluna deve ser mantida reta e firme durante a realização de movimentos dinâmicos, de forma que os discos intervertebrais se mantenham na posição correta. Dessa maneira previnem-se problemas futuros como hérnias de disco;

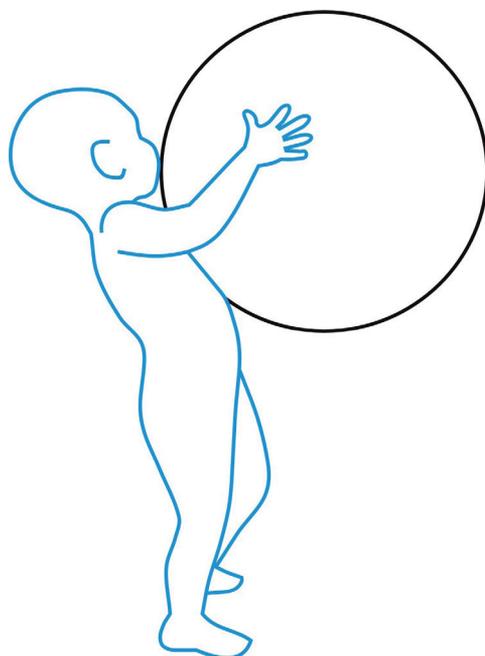


Figura 4.13 – Bebê carregando grande objeto

3. Utilizar os grupos musculares que favorecem o movimento: os músculos das pernas, do abdômen e das costas podem ser utilizados, por exemplo, para auxiliar a execução da tarefa “pegar uma caixa no chão”. Repare como na Figura 4.4 são aplicadas as recomendações 2 e 3 conjuntamente;
4. Respeitar a biodinâmica do corpo: os ângulos e distâncias do corpo podem ser ajustados para favorecer um movimento. As articulações do corpo como joelho, ombro e punho possuem ângulos de conforto que permitem que um movimento seja executado de forma mais confortável e segura, mesmo quando se trata de um movimento repetitivo. Além disso, ao se realizar um movimento, é interessante avaliar a distância que facilita o movimento e otimiza a força a ser empregada;
5. Usar pontos de apoio: os apoios ajudam a estabilizar o corpo e mitigar fadigas prematuras. Quando temos que pegar um objeto distante em uma mesa, por exemplo, cada ponto de apoio ajuda a distribuir o peso e torna essa tarefa mais fácil.

4.3.3 Ferramentas ergonômicas e de ergomotricidade

Existem várias ferramentas ergonômicas que auxiliam na análise de situações de trabalho, entre as quais podemos citar:

- Equação de NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health (Instituto Nacional de Saúde e Segurança Ocupacional): equação para calcular o peso limite recomendável em tarefas repetitivas de levantamento de cargas estáticas;
- JSI – Job Strain Index (Índice de Esforço ou Índice de Moore e Garg): método de análise do risco de um trabalhador desenvolver doenças musculoesqueléticas na parte distal dos membros superiores, devido a movimentos repetitivos;
- OWAS – Ovako Working Posture Analysing System (Sistema Ovako de Análise de Posturas de Trabalho): ferramenta prática para análise de posturas desenvolvida pela indústria finlandesa Ovako;
- REBA – Rapid Entire Body Assessment (Avaliação Rápida do Corpo Inteiro): método baseado no RULA, OWAS e NIOSH, desenvolvido com o intuito de avaliar posturas de trabalho imprevisíveis;
- RULA – Rapid Upper Limb Assessment (Avaliação Rápida dos Membros Superiores): método de avaliação rápida de riscos de lesões musculoesqueléticas com ênfase nos membros superiores.

Além disso, hoje em dia existem *softwares* como o 3D Static Strength Prediction Program (3DSSPP), desenvolvido pela Universidade de Michigan (Figura 4.14). Uma versão de teste de 14 dias pode ser baixada e no *site* oficial do *software* também estão disponíveis vídeos de treinamento sobre sua utilização. O 3DSSPP prevê a força estática necessária para realizar tarefas como LEVANTAR, PUXAR e EMPURRAR objetos. Trata-se de uma simulação de trabalho aproximada que inclui dados de postura, parâmetros de força e questões da antropometria masculina *versus* feminina. O resultado inclui a porcentagem de homens e mulheres que têm a força para realizar o trabalho descrito, as forças de compressão da coluna vertebral e as comparações de dados com as diretrizes do NIOSH. O usuário pode analisar torções e curvaturas do tronco e fazer entradas complexas de força manual. A análise é auxiliada por um recurso de geração de postura automática e ilustrações gráficas humanas tridimensionais.

Nas referências ao final deste livro podem ser encontrados os endereços eletrônicos dos *softwares* mencionados nesta obra como o 3DSSPP.

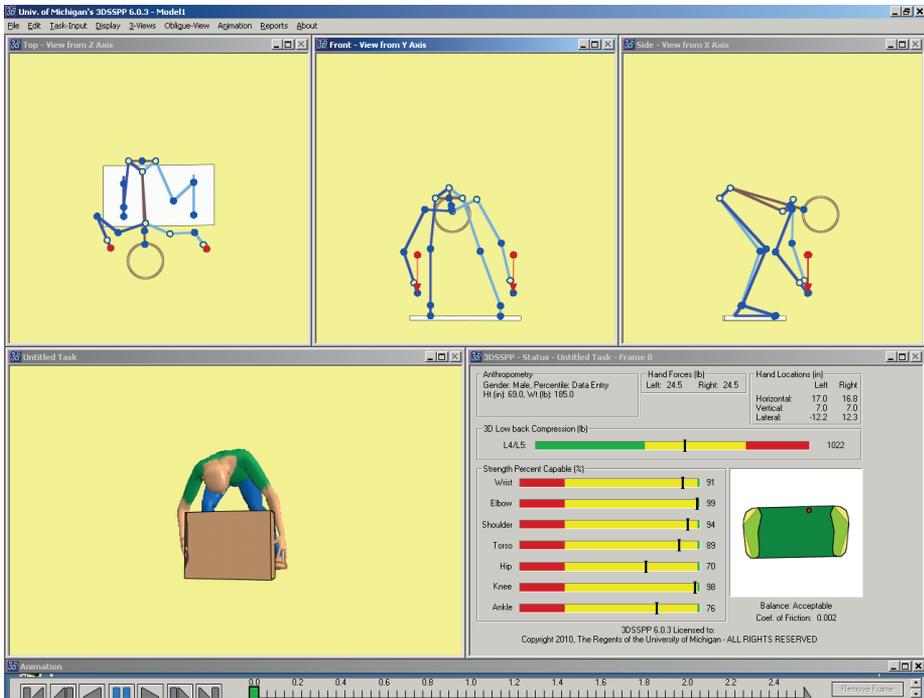


Figura 4.14 – Simulação pelo software 3DSSPP

UNIDADE 2

PROJETO E MELHORIA CONTÍNUA DE MÉTODOS

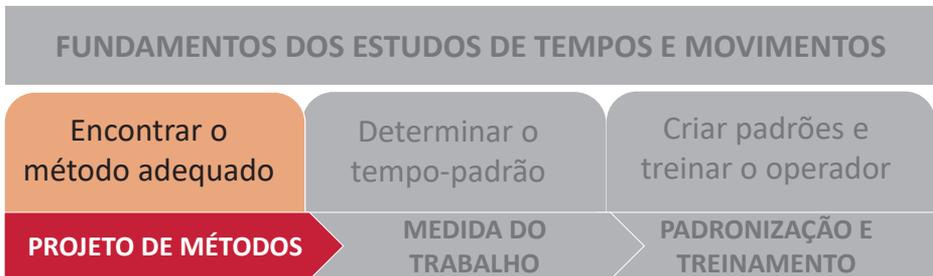
- Princípios da eliminação de desperdícios
- Análise do fluxo (Gráfico de fluxo, mapofluxograma do processo e mapa de fluxo de valor)
- Análise das operações em função do tempo (Gráficos de atividade e gráficos homem-máquina)
- Balanceamento de linha



UNIDADE 2: PROJETO E MELHORIA CONTÍNUA DE MÉTODOS

Antes de se realizarem estudos de medição de tempo, deve-se encontrar o método adequado para se efetuar uma operação. Esta unidade trata dos princípios, ferramentas e técnicas que podem ser utilizados para se estudar o melhor método. Entre essas ferramentas e técnicas, podemos citar o gráfico de fluxo, o mapofluxograma do processo, o mapa de fluxo de valor, o gráfico de atividade e o gráfico homem-máquina.

Esta unidade é dividida em quatro capítulos conforme figura abaixo.



- **Capítulo 5:** Princípios da eliminação de desperdícios
- **Capítulo 6:** Análise do fluxo (gráfico de fluxo, mapofluxograma do processo e mapa de fluxo de valor)
- **Capítulo 7:** Análise das operações em função do tempo (gráficos de atividade e gráficos homem-máquina)
- **Capítulo 8:** Balanceamento de linha

O capítulo 5 trata dos princípios da economia de movimentos, que nos ajudam a aprender a “enxergar” eventuais desperdícios que trazem ineficiência a determinada operação. Assim, conseguimos quebrar nossos paradigmas e repensar nossos métodos de trabalho. Os princípios da economia de movimentos podem ser subdivididos em três focos distintos: estudo dos movimentos do corpo humano; projeto do local de trabalho; e projeto de ferramenta e maquinário. Esses princípios servirão de base para o conteúdo que será apresentado nos capítulos subsequentes.

O capítulo 6 apresenta as ferramentas e as técnicas que podem ser utilizadas no projeto e otimização do fluxo, como o gráfico de fluxo do processo, o

diagrama de espaguete, o mapofluxograma do processo e o mapa de fluxo de valor. Essas metodologias podem ser utilizadas para estudar o fluxo tanto em nível macro, perpassando vários postos de trabalho, quanto em nível micro, como em um estudo que foque exclusivamente em um posto de trabalho. De qualquer forma, antes de se definir o foco do trabalho, é sempre interessante realizar um estudo que se desenvolva do macro para o micro. Dessa maneira, oportunidades de melhoria global serão priorizadas frente a demandas pontuais que nem sempre refletirão em melhorias globais.

Em seguida, o capítulo 7 introduz as técnicas para estudar as operações em função do tempo. Essas ferramentas, a exemplo dos gráficos de atividade e dos gráficos homem-máquina, apresentam subdivisões de um processo produtivo ou de uma série de operações expressas em função do tempo. Portanto, já têm foco mais micro em relação às ferramentas discutidas no sexto capítulo e devem ser, por isso, utilizadas de forma complementar. A partir desses gráficos, podemos realizar melhorias no tempo de troca de ferramentas e no tempo de ciclo de um posto de trabalho.

Finalmente, o capítulo 8 é uma continuação do anterior. É interessante utilizar as técnicas descritas no capítulo 7 quando se verificam trabalhos desbalanceados entre diferentes postos de trabalho ou esperas que podem ser reduzidas. O oitavo capítulo apresenta o passo a passo que deve ser seguido no balanceamento de uma linha, o qual proporciona melhor equilíbrio de carga de trabalho entre os trabalhadores e os equipamentos e introduz um fluxo mais uniforme de produção.



É importante apenas reforçar que a sustentabilidade e a melhoria contínua dos métodos de trabalho estão atreladas à constância de propósito de uma

organização, isto é, à manutenção de suas prioridades ao longo do tempo. Em uma organização hierárquica tradicional, apresentada na figura da página anterior, muitas vezes os funcionários estão mais preocupados em satisfazer a demanda de seus superiores do que aos próprios clientes. Afinal, quanto mais agradam aos “chefes”, maior sua probabilidade de ascensão profissional.

Tal pensamento é prejudicial para uma organização sustentar melhorias ao longo do tempo. Com a rotatividade de gestores e o distanciamento das prioridades reais do cliente, muitas vezes as organizações acabam se perdendo e não conseguem manter seus resultados. É o efeito “barata tonta”. Ou seja, as organizações que querem tudo para “ontem”, mas sem uma direção clara, acabam forçando seus recursos (máquinas, materiais e pessoal) e não necessariamente andam para a frente. Comprometem sua sustentabilidade e até a empregabilidade de seus funcionários, sem aumento condizente de eficiência. Devemos ser, pois, “tartarugas”, que gastam mais energia no planejamento dos projetos e melhoria de métodos a fim de ter certeza da direção a seguir.

Repare também que a parte mais basal da pirâmide hierárquica tradicional é apresentada como “Gemba”, termo japonês que significa “local real” ou “local em que as coisas acontecem”. Esse termo é normalmente utilizado para designar a área de produção ou qualquer lugar onde ocorre trabalho que agrega valor ao produto ou serviço. Ou seja, esse local é que deveria ser valorizado, uma vez que a qualidade, a segurança, os custos do produto e os prazos são resultado direto dele.



O ideal seria, portanto, que os níveis hierárquicos superiores servissem os inferiores, de forma a facilitar seu trabalho ao se utilizar o conceito de pirâmide invertida que é apresentado na figura da página anterior.

Afinal, as prioridades dos clientes devem sobressair em relação às prioridades dos superiores hierárquicos. Assim, a continuidade nessa direção ao longo do tempo será uma prioridade para a organização, e ao final se alcançarão os resultados almejados.

CAPÍTULO 5: PRINCÍPIOS DA ELIMINAÇÃO DE DESPÉRDÍCIOS

Este capítulo apresenta conceitos e princípios que devem ser seguidos quando se realizam melhorias em uma operação. Ele serve, pois, de base para os demais capítulos da unidade.

Assim, inicialmente serão conceituados os diferentes tipos de desperdício que existem. Em seguida, como o foco do livro se encontra nos estudos de tempos e movimentos, serão discutidos os princípios da economia de movimentos relacionados aos movimentos do corpo humano, ao projeto do local de trabalho e das ferramentas e maquinário. Ao final será apresentado o 5S, uma filosofia japonesa de eliminação de desperdícios.

O objetivo do capítulo é que os leitores desta obra, ao usarem os métodos e técnicas descritos nos capítulos subsequentes para analisar o fluxo e as operações, possam enxergar os desperdícios e as oportunidades de melhoria de uma determinada operação.

5.1 Desperdícios

Desperdícios são atividades que consomem tempo, recursos ou espaço, mas não necessariamente contribuem para satisfazer a necessidade dos clientes.

Existem três tipos de atividades que geram desperdícios, segundo o *lean* (Figura 5.1):

- 1 *Muda*: palavra japonesa que pode ser traduzida como “inútil”;
- 2 *Muri*: palavra japonesa que pode ser traduzida como “desproporcional” ou “sobrecarga”;
- 3 *Mura*: palavra japonesa que pode ser traduzida como “falta de equilíbrio” ou “variabilidade”.

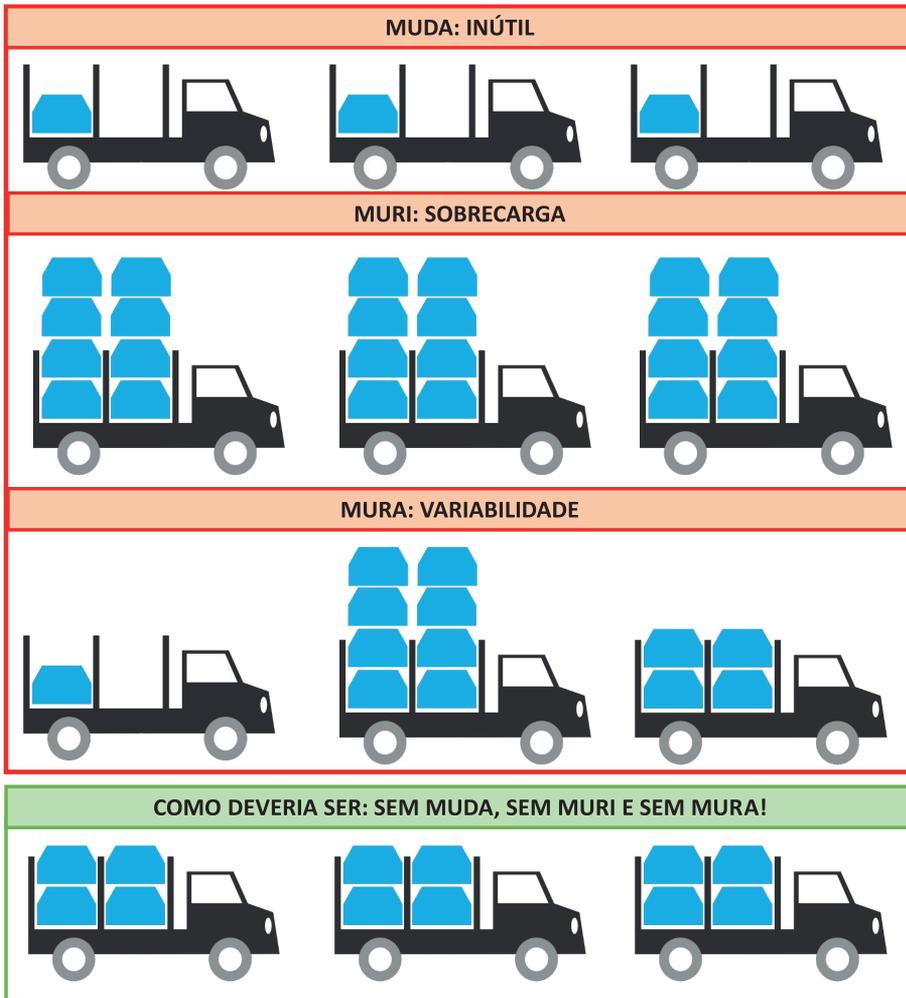


Figura 5.1 – Muda, Muri e Mura

Esses termos também são conhecidos como os “3Ms”, uma vez que Muda, Muri e Mura começam com a letra “M”. O ideal seria que os processos fossem respeitados em sua capacidade ideal, sem muda, sem muri e sem mura. Ou seja, sem sobrecargas, subutilizações e com a menor variabilidade possível. Conseqüentemente, os custos seriam otimizados e os riscos de problemas de qualidade e de segurança seriam reduzidos.



Figura 5.2 – Os 8 desperdícios

Os desperdícios podem ser caracterizados em oito categorias, segundo Taiichi Ohno (Figura 5.2):

1. Superprodução: esse desperdício ocorre quando a empresa produz mais do que precisa para atender o cliente. É considerado o pior tipo de desperdício, a mãe de todos os outros, uma vez que quando se produz em excesso são gerados estoques elevados, movimentações desnecessárias, e recursos são utilizados desnecessariamente, consumindo capacidade produtiva que poderia ser utilizada para atender as necessidades do cliente. A causa da superprodução é a falta de previsibilidade de seus processos internos ou de suas relações externas com clientes e fornecedores. Por essa razão, o controle da variabilidade deve ser sempre um objetivo a ser alcançado;

2. Espera: quanto mais contínuo e fluido o fluxo produtivo, maior a eficiência e a rapidez com que podemos entregar o pedido a um cliente. Assim, esperas estão relacionadas a pessoas ou máquinas “paradas”. Afinal, é comum observarmos pessoas aguardando materiais ou informações. Entre as causas desse tipo de desperdício, estão a instabilidade e o desbalanceamento entre etapas;
3. Estoque: em contraste com a espera, o estoque diz respeito a materiais ou informações “parados”. Estoques são problemáticos, uma vez que escondem problemas ao retardar, por exemplo, a detecção de defeitos, gerando muitas vezes retrabalhos em grandes lotes. Além disso, representam capital imobilizado, isto é, um dinheiro que é investido em insumos e cujo retorno só ocorrerá quando o cliente receber e pagar pelo produto ou serviço adquirido. Logo, deve-se definir a quantidade necessária de estoque a ser utilizada para amortecer possíveis variabilidades no processo, mas sem criar custos excessivos;
4. Transporte: trata-se do desperdício relacionado a movimentos desnecessários com o foco nos materiais ou informações. Esse desperdício pode ser fruto de fluxos truncados, estoques intermediários distantes das linhas de produção e esquemas de abastecimento ineficientes. O custo logístico interno e externo da empresa deve ser, pois, otimizado;
5. Movimentação: de forma similar ao transporte, o desperdício de movimentação envolve movimentos desnecessários com o foco nas pessoas que o realizam. Afinal, o tempo dessas pessoas poderia estar sendo utilizado para produzir e criar valor. Por exemplo, a procura desnecessária por materiais ou informações é perda de tempo. Assim, as estações de trabalho, os *layouts* e os estoques devem ser planejados de forma a se otimizar os movimentos que deverão ser realizados por seus funcionários. As movimentações desnecessárias não se restringem aos recursos físicos; as informações localizadas em computadores e outros bancos de dados devem ser organizadas a fim de otimizar a gestão do conhecimento da empresa e permitir que seus funcionários possam rapidamente acessá-las;

6. **Processamento desnecessário:** enquanto a movimentação foca em movimentos desnecessários, o processamento desnecessário trata do desperdício de se realizarem operações que, se fossem eliminadas, não fariam a menor diferença para o cliente. Por exemplo, inspeções de qualidade excessivas podem gerar mais custos que benefícios. Além disso, mudanças de contrato também podem ocasionar desperdícios desse tipo, uma vez que o que era antes obrigação perante o cliente passa a ser uma opção da empresa de imobilizar recursos que poderiam ser direcionados para criar valor para o cliente;
7. **Defeitos:** o ideal é sempre “produzir certo da primeira vez”. Esse desperdício diz respeito, pois, a comprometer recursos financeiros, humanos e tempo para refazer, corrigir ou retrabalhar o que foi feito de forma errada;
8. **Recursos humanos:** esse oitavo desperdício não foi originalmente descrito por Ohno, mas nem por isso deve ser negligenciado. Trata-se do desperdício intelectual das pessoas que trabalham para uma empresa. Não utilizar o potencial das pessoas de uma empresa é desperdício muito sério. A ideia não é pensar os funcionários como máquinas que devem ter a maior quantidade de projetos e atividades possíveis alocadas a si. Isso pode ser “genial” a curto prazo, mas a médio e longo prazo pode ser um suicídio. Se seu funcionário for bom e proativo, provavelmente irá para outra empresa, ou se for acomodado é possível que venha a ter problemas de saúde física e mental que poderão comprometer sua empregabilidade. Por exemplo, um grande desafio é a recente evolução tecnológica que permitiu que a maioria das pessoas hoje em dia trabalhe usando computadores, internet e celulares. Entretanto, a informação excessiva também é um desperdício, e muitas empresas e pessoas não sabem lidar com isso. Assim, engenheiros recebem altos salários para na maior parte do seu tempo ler e responder *e-mails*, elaborar e assistir a apresentações, atualizar indicadores, preencher relatórios e participar de reuniões. Obviamente, essas atividades são necessárias, mas não deveriam consumir mais do que 30% do tempo de traba-

lho de uma pessoa. A verdade é que engenheiros, por exemplo, hoje em dia gastam até 90% de seu tempo com essas atividades que muitas vezes representam desperdício. Engenheiros deveriam permanecer a maior parte de seu tempo no processo produtivo, enxergando e investigando os problemas *in loco*. Assim, as empresas devem contratar e gerenciar seus recursos humanos de forma inteligente, estimulando um ambiente de trabalho que permita que o funcionário desenvolva e pratique suas capacidades e habilidades de forma plena como ser humano.

5.2 Princípios da economia de movimentos

Os princípios da economia de movimentos não são assunto recente. Como já mencionado no primeiro capítulo deste livro, os Gilbreth enunciaram “regras para eficiência e economia de movimentos”. Posteriormente, outros investigadores do mesmo campo complementaram a lista.

Esses princípios podem ser divididos em três grupos, conforme seu foco de atuação:

- Estudo dos movimentos do corpo humano;
- Projeto do local de trabalho;
- Projeto de ferramental e maquinário.

Os princípios da economia de movimentos nos ajudarão a projetar o local de trabalho, o local das ferramentas e maquinário, e a definir os movimentos necessários para se realizar uma operação. O objetivo é que os movimentos fatigantes e desnecessários sejam sempre que possível evitados.

5.2.1 Estudo dos movimentos do corpo humano

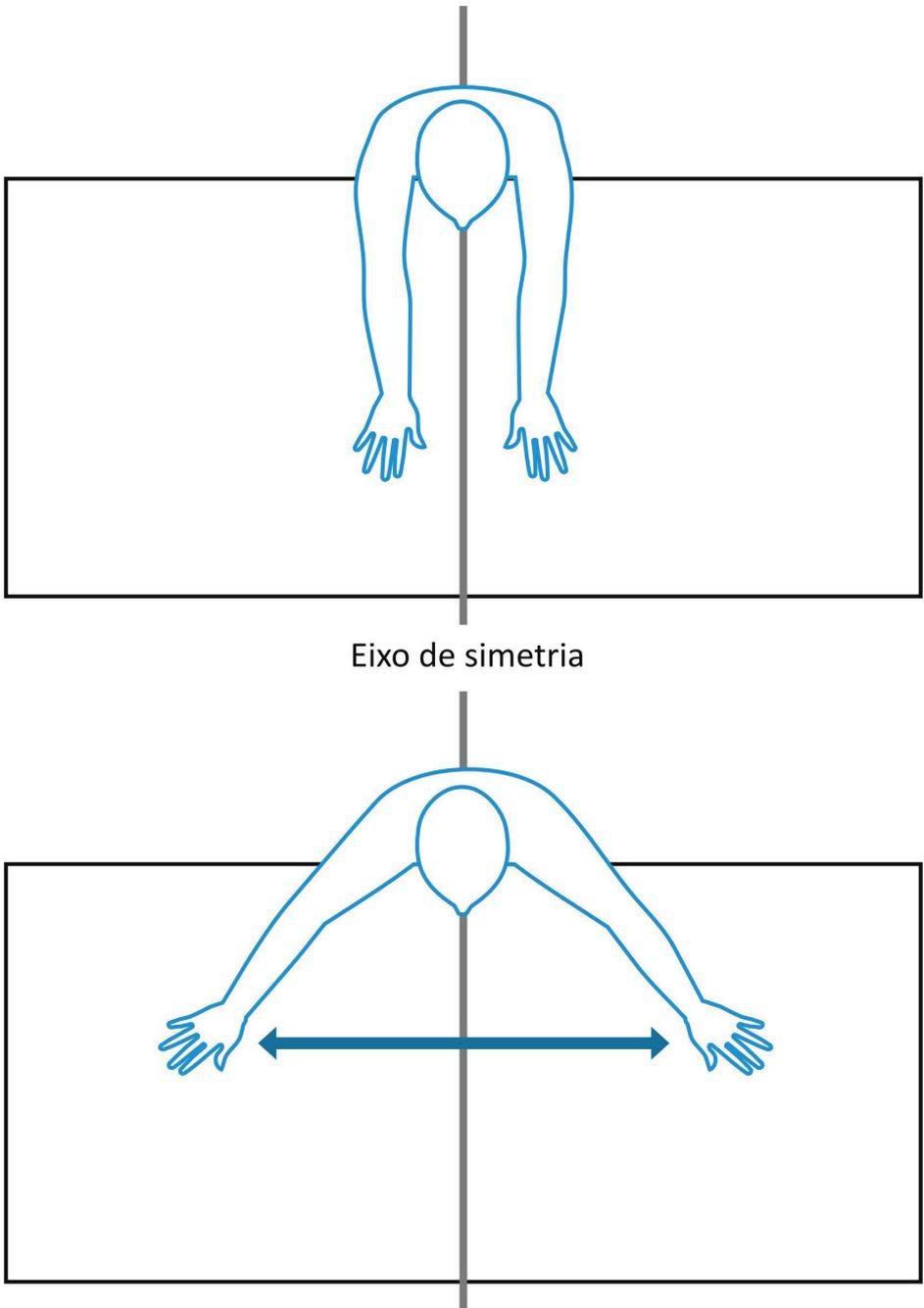
Os movimentos do corpo humano devem ser realizados harmonicamente, conforme os conhecimentos de ergonomia e ergomotricidade apresentados no capítulo 4. Essa harmonia acontece quando os movimentos são realizados de forma simétrica, simultânea, com sincronia e suavidade (Figura 5.3).



Figura 5.3 – Os 4S dos movimentos do corpo humano

Para que os movimentos possam ser realizados de forma harmônica, recomenda-se que:

- As duas mãos iniciem e terminem seus movimentos no mesmo instante;
- As duas mãos não permaneçam inativas ao mesmo tempo, exceto durante os descansos;
- Os movimentos dos braços sejam executados em direções opostas e simétricas, devendo ser feitos simultaneamente (Figura 5.4). Quando isso não for possível, outra opção é movimentar os braços simultaneamente em direções perpendiculares entre si (Figura 5.5);
- Os movimentos manuais sejam tão curtos quanto o trabalho permitir;
- Empregue-se a quantidade necessária de movimentos para ajudar o operador, devendo esta ser reduzida ao mínimo nos casos em que tiver de ser vencida pelo esforço muscular;
- Os movimentos de linha reta que necessitem de mudanças bruscas de direção sejam substituídos por movimentos suaves, curvos e contínuos das mãos;
- Os movimentos restritos ou “controlados” sejam substituídos por movimentos parabólicos, que são mais rápidos, mais fáceis e mais precisos;
- O trabalho seja disposto de modo a permitir um ritmo suave e natural sempre que possível.



Eixo de simetria

Figura 5.4 – Movimento simultâneo dos braços em direções opostas e simétricas

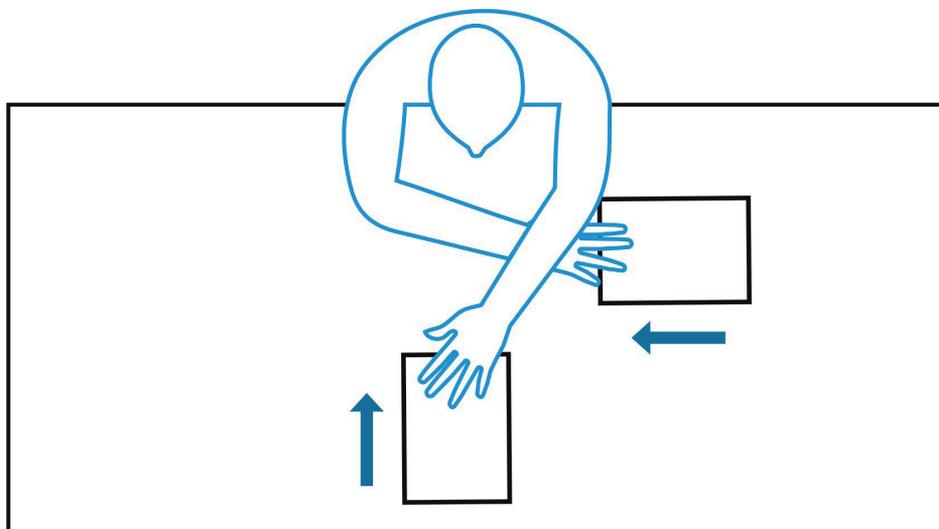


Figura 5.5 – Movimento simultâneo dos braços em direções perpendiculares entre si

5.2.2 Projeto do local de trabalho

Os materiais, ferramentas e máquinas que serão utilizados no local de trabalho devem ser dispostos em pontos predefinidos, fixos e próximos ao local de uso, permitindo dessa maneira que se realize a sequência de movimentos mais adequada e se evitem movimentos desnecessários. Assim, as ferramentas e os materiais devem ser pré-colocados sempre que possível. Pré-colocar significa deixar um objeto em local predeterminado de forma que, quando for preciso utilizá-lo novamente, possa ser agarrado na posição mais conveniente ao seu uso.

A disposição de materiais deve ser realizada com base nos conceitos ergonômicos de área normal e área máxima de trabalho, que são aplicados tanto no plano horizontal quanto no vertical (Figuras 5.6 e 5.7).

A área normal de trabalho é aquela percorrida durante o movimento das mãos tendo como centro os cotovelos. Essa área limita o local a ser usado pelo funcionário com dispêndio normal de energia.

Em contraste, a área máxima de trabalho é aquela percorrida durante o movimento das mãos tendo como referência os ombros. Essa área deve ser utilizada para trabalhos ocasionais, na medida em que gera maior fadiga em comparação com a área normal de trabalho. Vale ressaltar que a área comum de ambas as mãos é uma área que gera fadiga excessiva.

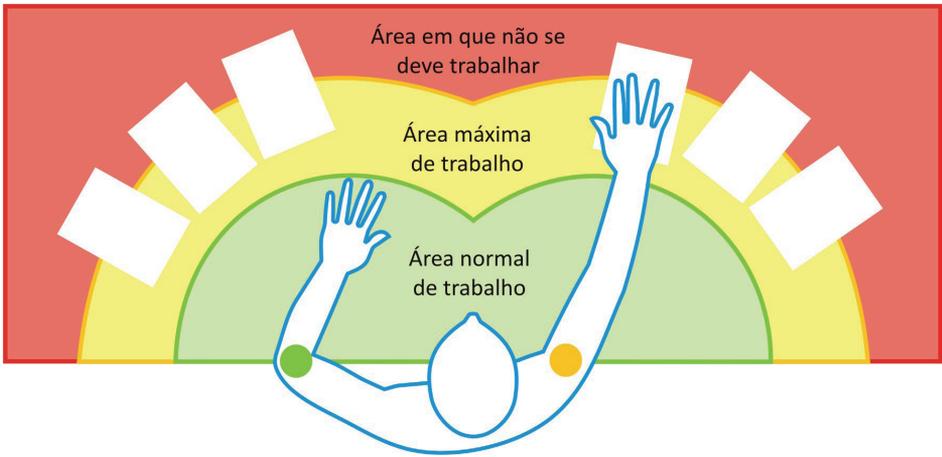


Figura 5.6 – Áreas de trabalho no plano horizontal

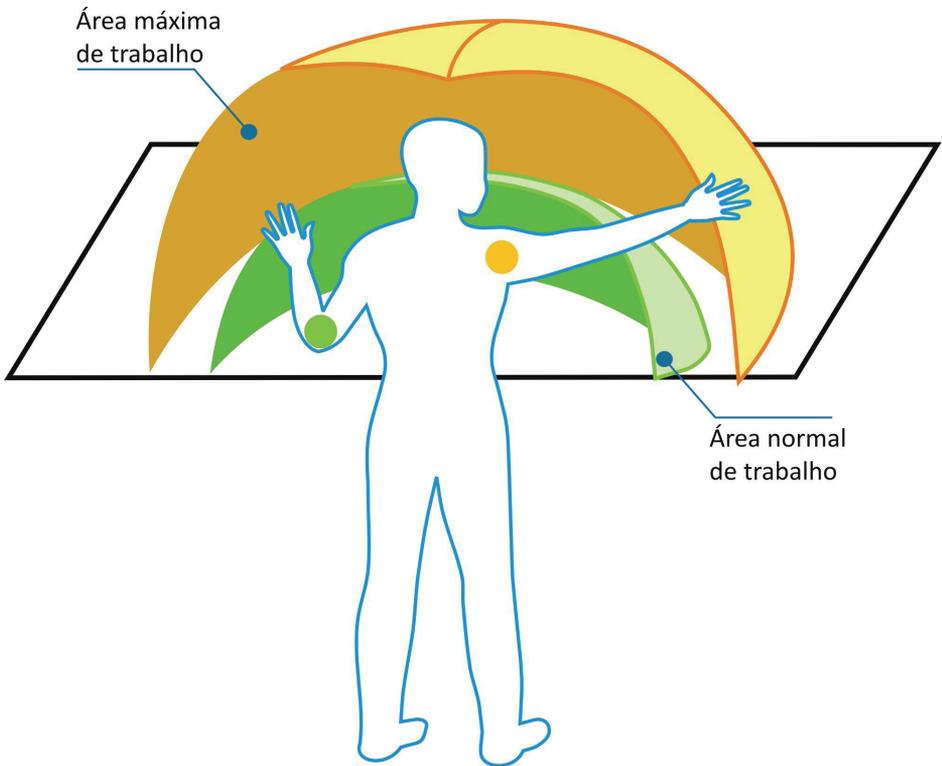


Figura 5.7 – Áreas de trabalho em plano tridimensional

Outro aspecto importante no projeto do local de trabalho é aproveitar a gravidade a favor do operador: sempre que possível se devem usar depósitos e eliminadores por gravidade para facilitar a distribuição do material próximo ao seu local de uso e, também, para repassar a peça processada ao processo subsequente.

As condições ambientais relacionadas a iluminação, ruído e assento também devem ser cuidadosamente planejadas:

- A iluminação deve ser planejada com o intuito de fornecer percepção visual satisfatória para a atividade requerida. Tanto o excesso quanto a falta de iluminação podem ser prejudiciais;
- O local deve ser ajustado de forma que o ruído não atrapalhe a execução do trabalho nem crie riscos futuros;
- O *layout* do local de trabalho deve possibilitar que o funcionário trabalhe alternadamente em pé e sentado;
- O tipo de cadeira e sua altura devem ser escolhidos com o intuito de proporcionar a postura adequada ao funcionário.

Por exemplo, a Figura 5.8 ilustra como deve ser planejado o ambiente de trabalho para um funcionário de escritório.



Figura 5.8 – Ambiente de trabalho ergonômico para escritório

5.2.3 Projeto de ferramentas e maquinário

O desenvolvimento e o planejamento das ferramentas e maquinários também são uma fonte de oportunidades de economia de movimentos realizados pelo funcionário.

A seguir serão descritos alguns aspectos a serem considerados no projeto de ferramentas e máquinas.

Ferramentas

Quando possível, devem-se combinar duas ou mais ferramentas. Por exemplo, um martelo geralmente apresenta duas funções em uma única ferramenta: pode ser utilizado para pregar objetos e para retirar os pregos (Figura 5.9).

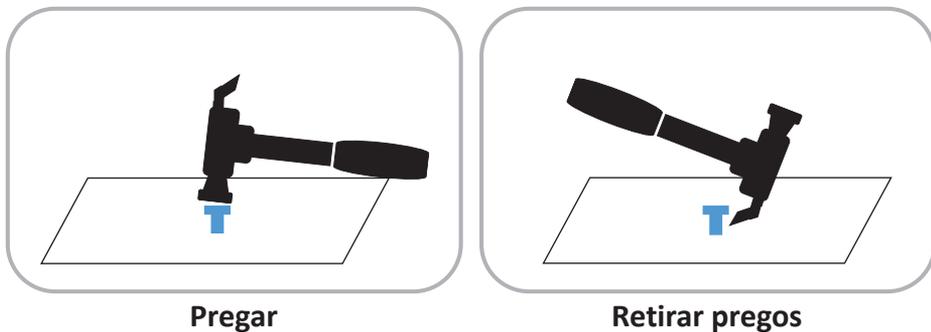


Figura 5.9 – Martelo: ferramenta com dupla função de pregar e retirar pregos

Gabaritos, pedais e outros dispositivos

Sempre que for conveniente, deverão ser utilizados dispositivos como gabaritos ou pedais com o objetivo de aliviar as mãos do trabalho a ser executado.

Alavancas, barras cruzadas e volantes

As alavancas, as barras cruzadas e os volantes devem ser posicionados de forma que o operador possa manipulá-los com alteração mínima da posição do corpo e com a maior vantagem mecânica possível.

Teclado e outros dispositivos para digitação

Normalmente se usam mais os dedos polegar, indicador e médio. Os dispositivos que requerem principalmente a ação dos dedos devem ser projetados

de forma que todos os dedos e a palma da mão sejam usados de forma uniforme. Além disso, é importante que a carga seja distribuída de acordo com as capacidades intrínsecas de cada dedo.

5.3 5S: Filosofia japonesa de eliminação de desperdícios

5S é uma filosofia japonesa de eliminação de desperdícios do local de trabalho. O nome é oriundo das iniciais de cinco palavras japonesas que se iniciam com a letra “S” (Figura 5.10): *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*.

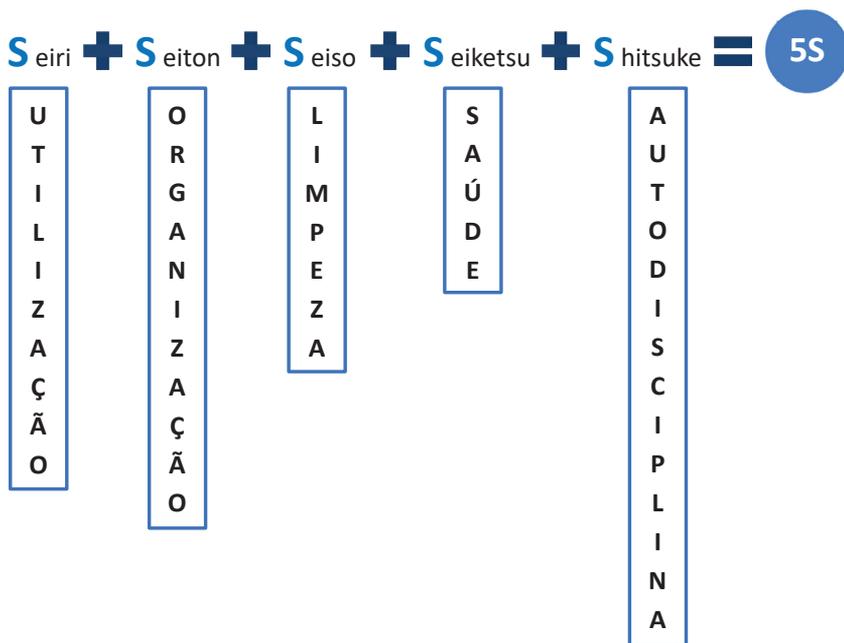


Figura 5.10 – 5S

Primeiro S (*Seiri*): Utilização

O senso de utilização (*Seiri*) significa “dar um jeito” nas coisas que não são úteis. Ou seja, deve-se remover do local de trabalho tudo aquilo que não for necessário.

O senso de utilização envolve as seguintes ações:

- Analisar tudo que se encontra no local de trabalho;
- Verificar a utilidade de cada item perguntando: “Esse item será utilizado por mim ou por outra pessoa?”. O objetivo é identificar coisas que não estão sendo utilizadas ou que não funcionam;

- Reunir todos os materiais desnecessários em um mesmo local;
- Quando possível, esses materiais deverão ser reaproveitados ou vendidos como sucata. Do contrário, deverão ser descartados;
- Ao final se devem manter no local apenas os materiais que sejam estritamente necessários.

Segundo S (*Seiton*): Organização

Organização (*Seiton*) se refere a deixar os materiais a serem utilizados sempre disponíveis, de forma que não seja necessário procurá-los. A ideia básica por trás desse senso é criar uma lógica de organização e ordenação dos materiais, tornando previsível sua localização.

Para promover o senso de organização, podemos realizar as seguintes ações, por exemplo:

- Projetar o *layout* do local de trabalho;
- Demarcar as áreas de circulação;
- Definir o local em que cada material deve ser colocado;
- Guardar objetos semelhantes no mesmo lugar de acordo com critérios de frequência e local de uso;
- Identificar materiais por meio de rótulos e etiquetas padronizadas;
- Possibilitar a visualização dos materiais: usar cores diferenciadas para a identificação (gestão visual);
- Determinar a quantidade de materiais a ser colocada em cada local;
- Conscientizar as pessoas da importância de se manter a área de trabalho organizada.

Terceiro S (*Seiso*): Limpeza

O senso de limpeza (*Seiso*) objetiva conservar sempre limpo o ambiente de trabalho e os equipamentos. Pode ser estimulado por meio das seguintes ações:

- Identificar as fontes de sujeira;
- Definir as pessoas responsáveis pela limpeza;
- Determinar o que deve ser feito e com qual frequência;
- Conscientizar as pessoas de que elas são responsáveis por limpar a sujeira que elas mesmas geraram;
- Procurar reaproveitar e reciclar materiais;
- Após realizar um trabalho, sempre reorganizar o que foi utilizado;
- Evitar produzir lixo;
- Estimular o sentimento de responsabilidade coletiva pela limpeza.

O último ponto é a chave da limpeza, haja vista que o local mais limpo não é aquele que mais se limpa, e sim aquele que menos se suja. No Japão, por exemplo, as crianças são responsáveis pela limpeza das escolas onde estudam. Afinal, não é intuitivo que, por exemplo, uma criança irá pensar duas vezes antes de jogar um papel de bala no chão quando ela mesma terá de limpar o chão naquele dia?

Quarto S (*Seiketsu*): Saúde

O sentido de *Seiketsu* no Japão está mais ligado à saúde física. Entretanto, no Brasil, o senso de saúde adquiriu significado mais amplo ao contemplar tanto a saúde física quanto a mental.

Abaixo estão listadas algumas ações no sentido de promover a saúde física:

- Conscientizar as pessoas da importância da higiene corporal;
- Melhorar e limpar continuamente as instalações sanitárias (banheiros, vestiários e pias de refeitórios);
- Estimular práticas de ginástica e exercícios laborais pelos funcionários tanto no ambiente de trabalho quanto fora dele;
- Promover contramedidas a riscos laborais como pó, ruído, trabalhos pesados e sob condições extremas como calor;
- Projetar e melhorar os postos de trabalho com base nos conhecimentos de ergonomia e ergomotricidade;
- Criar instalações para descanso com a finalidade de recuperação da fadiga.

Além disso, hoje em dia questão tão importante quanto a saúde física é a saúde mental. As novas tecnologias estenderam as jornadas de trabalho com os *e-mails* e aplicativos de mensagens. Em consequência, a ansiedade e o estresse mental se tornaram problemas crônicos em nossa sociedade. Logo, também se devem promover ações com o objetivo de melhorar a saúde mental das pessoas:

- Tornar o trabalho do dia a dia um momento agradável;
- Conscientizar as pessoas de como elas devem utilizar as novas tecnologias em seu trabalho e fora dele;
- Criar limites ao uso dessas novas tecnologias;
- Em caso de trabalho que envolva uso constante de computadores, as pessoas devem ser estimuladas a criar períodos intermitentes para descansar, alongar ou para realizar outros trabalhos físicos, a fim de contrabalancear essa carga de trabalho mental (Figura 5.11);

- Criar um ambiente de trabalho onde as pessoas possam dialogar com clareza sobre seus problemas e insatisfações;
- Construir instalações destinadas a lazer.

Quinto S (*Shitsuke*): Autodisciplina

Shitsuke pode ser traduzido como a criação de bons hábitos. Assim, trata-se do desenvolvimento de uma cultura de melhoria em todos os envolvidos. Para se alcançar esse nível mais elevado de autodisciplina, os outros quatro sentidos já devem estar plenamente estabelecidos. Ou seja, este é o sentido mais difícil de ser alcançado e, ao mesmo tempo, determinante para transformar um esforço pontual de implementação do 5S em melhoria sustentável.

Algumas ações que auxiliam no desenvolvimento de autodisciplina são:

- Cumprir os regulamentos e os padrões;
- Desenvolver listas de verificação (*checklist*) para avaliar o local de trabalho a partir dos 5S;
- Criar calendário de auditorias;
- Definir os responsáveis por realizá-las;
- Realizar treinamentos periódicos.

Ponto crítico na realização de auditorias são os limites de responsabilidade. Não é incomum que problemas sejam “escondidos” entre esses limites para evitar penalidades. Assim, se for evidenciada sujeira entre dois setores – por exemplo, entre o setor de pintura e o de usinagem –, é recomendável que ambos sejam penalizados. A melhoria deve ser realizada naturalmente por todos ao longo do tempo e irrestrita a delimitações espaciais. Somos responsáveis por manter nosso local de trabalho limpo e organizado, mas temos um desafio maior ainda de passar esse trabalho para o próximo setor de maneira organizada e adequada. Muitos problemas nos limites de responsabilidade são causados por pensamentos como “fiz minha parte e agora é com você”, como em um revezamento de natação. Mas, como todos somos responsáveis pelo resultado que alcançamos, devemos trabalhar como em uma corrida de revezamento, tendo o dobro de cuidado e atenção nas zonas de passagem de bastão entre dois setores (Figura 5.12). Consequentemente, os pensamentos e as atitudes coletivas devem ser valorizados frente aos pensamentos e atitudes individuais e desagregadores.

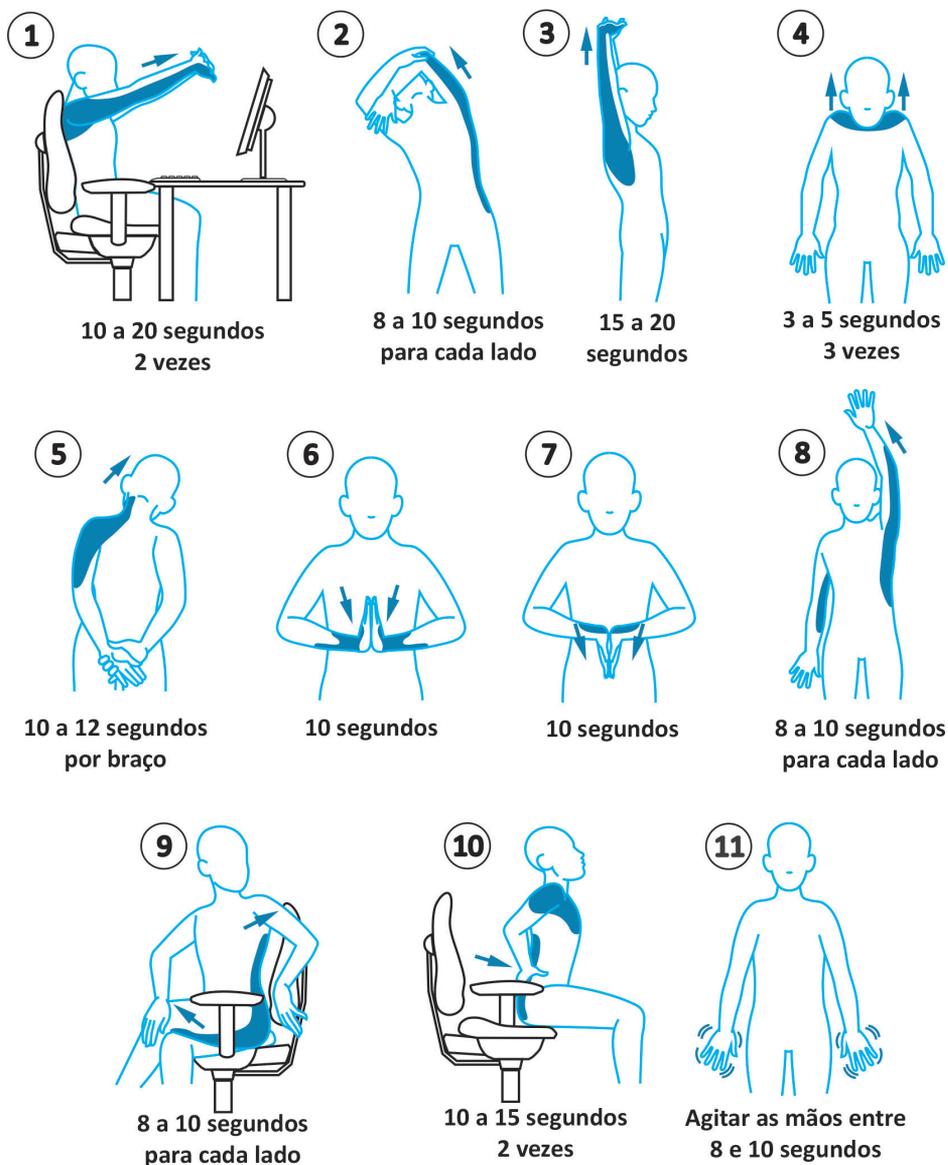
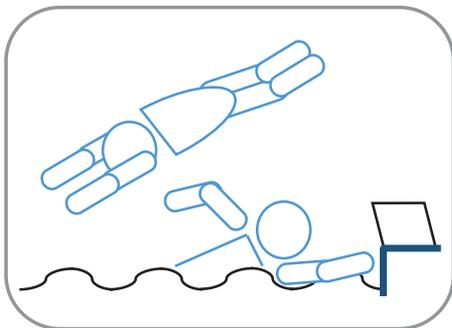


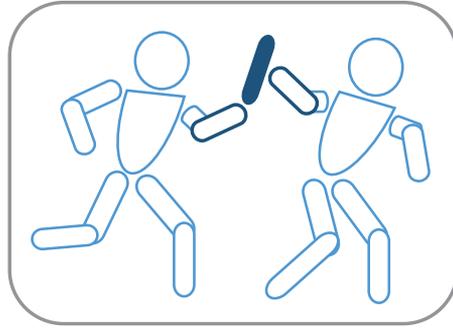
Figura 5.11 – Exercícios laborais a serem realizados por funcionários que usam computadores por longo período

REVEZAMENTO DE NATAÇÃO



Fiz minha parte, agora é com você

CORRIDA DE REVEZAMENTO



Todos somos responsáveis pelo resultado que alcançamos

Figura 5.12 – Revezamento de natação *versus* corrida de revezamento

CAPÍTULO 6: ANÁLISE DO FLUXO (GRÁFICO DE FLUXO, MAPOFLUXOGRAMA DO PROCESSO E MAPA DE FLUXO DE VALOR)

É recomendável que o processo de se executar um trabalho seja estudado GLOBALMENTE, ANTES que se possa efetuar uma investigação detalhada de uma operação ESPECÍFICA desse processo.

O presente capítulo trata de três metodologias que podem ser utilizadas com o objetivo de se estudar o fluxo:

- Gráfico de fluxo do processo;
- Mapofluxograma do processo;
- Mapa de fluxo de valor.

Essas técnicas são usadas para representar um processo de maneira global, objetivando aumentar sua compreensão e, conseqüentemente, facilitar a identificação de potenciais melhorias.

Além do mais, ao final deste capítulo também se apresenta a aplicação conjugada dessas metodologias de análise de fluxo.

6.1 Gráfico de fluxo do processo

O gráfico de fluxo do processo basicamente representa suas atividades a partir de símbolos em sequência (Figura 6.1).

Esses símbolos podem ser combinados quando as atividades são realizadas em um mesmo local (espaço) ou quando ocorrem simultaneamente (tempo). Por exemplo, um operador pode realizar a inspeção e a operação de uma peça de forma simultânea (Figura 6.2).

Deve-se ter cuidado com o símbolo da Figura 6.2, já que alguns autores também o utilizam para representar operações necessárias, mas que não agregam valor.

A Figura 6.3 apresenta um formulário que pode ser utilizado para elaborar um gráfico de fluxo do processo, o qual também pode ser encontrado em versão avulsa no Apêndice 4 deste livro. A ideia é que cada linha do formulário seja preenchida com as informações acerca de uma única atividade: operação, inspeção, transporte, estoque ou espera. É importante coletar informações complementares como o tempo gasto em cada operação ou a distância percorrida.



OPERAÇÃO: modificação intencional de um objeto, informação ou pessoa em pelo menos uma de suas características, representando as atividades mais importantes, já que agregam valor ao produto ou serviço. Geralmente é realizada em uma máquina ou estação de trabalho.



INSPEÇÃO: exame de objeto para identificação ou comparação com um padrão de qualidade ou quantidade.



TRANSPORTE: deslocamento de um objeto de um lugar para outro, exceto quando o movimento faz parte de operação ou inspeção.



ESTOQUE: é quando a unidade de processamento é mantida sob controle e a sua retirada requer autorização.



ESPERA: execução da próxima ação planejada não é efetuada. Em contraste com o estoque, a espera é uma interrupção pontual.

Figura 6.1 – Símbolos do gráfico de fluxo do processo



OPERAÇÃO e INSPEÇÃO ocorrem de forma simultânea.

Figura 6.2 – Exemplo de combinação de símbolos

A Figura 6.4 ilustra um exemplo de gráfico de fluxo do processo para a montagem de um sanduíche. Repare que os símbolos de transporte são sempre intercalados com os demais (operação, espera, inspeção e estoque) e que o tempo total por sanduíche é dado por:

$$\frac{360}{10} + 4 + 27 + 10 + \frac{30}{10} + 8 + 120 + 2 = 210 \text{ segundos}$$

GRÁFICO DE FLUXO DO PROCESSO

Método atual

Método proposto

Operação observada:

Data:

LEGENDA

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
|  Operação |  Inspeção |  Transporte |  Estoque |  Espera |
|--|--|--|---|--|

| DISTÂNCIA | TEMPO | SÍMBOLOS | DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE |
|-----------|-------|--------------|------------------------|
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | ○ □ ⇨ ▽ D | |
| | | TOTAL | |

Figura 6.3 – Formulário para elaboração de gráfico de fluxo do processo

GRÁFICO DE FLUXO DO PROCESSO

Método atual

Método proposto

Operação observada: Montagem de sanduíches

Data: XX/XX/XXXX

LEGENDA



| DISTÂNCIA (metros) | TEMPO (segundos) | SÍMBOLOS | DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|--|
| - | 360 por lote de 10 sanduíches | ● □ → ▽ D | Preparação: abrir saco de pão de forma e preparar outros recipientes (abrir embalagens, partir ingredientes) |
| 0,3 | 4 | ○ □ → ▽ D | Pegar duas fatias de pão e colocá-las na mesa de montagem |
| - | 27 | ● □ → ▽ D | Montagem sanduíche: acrescentar recheios e fechar pão |
| 0,2 | 0 | ○ □ → ▽ D | Transporte para local de inspeção |
| - | 10 | ○ ■ → ▽ D | Inspeção final |
| 0,5 | 0 | ○ □ → ▽ D | Deslocamento para finalização |
| - | 30 por lote de 10 sanduíches | ● □ → ▽ D | Finalização: fechar recipientes, jogar lixo fora e limpar mesa. |
| 1 | 8 | ○ □ → ▽ D | Transporte para estoque de produtos acabados |
| - | 120 | ○ □ → ▽ D | Estoque de produtos acabados |
| 0,5 | 2 | ○ □ → ▽ D | Entrega para cliente |
| 2,5 | 210 | TOTAL POR SANDUÍCHE | |

Figura 6.4 – Exemplo de gráfico de fluxo do processo

6.2 Mapofluxograma do processo

Algumas vezes, para se visualizar melhor um processo, as linhas de fluxo são representadas em uma planta ou figura ilustrativa da área em que o processo se desenvolve. A metodologia que representa visualmente o fluxo da unidade de fluxo através dos processos é conhecida como diagrama de espaguete. A Figura 6.5 apresenta um diagrama de espaguete para o exemplo da montagem de sanduíches que foi elaborado com o objetivo de identificar desperdícios de movimentos e transportes.

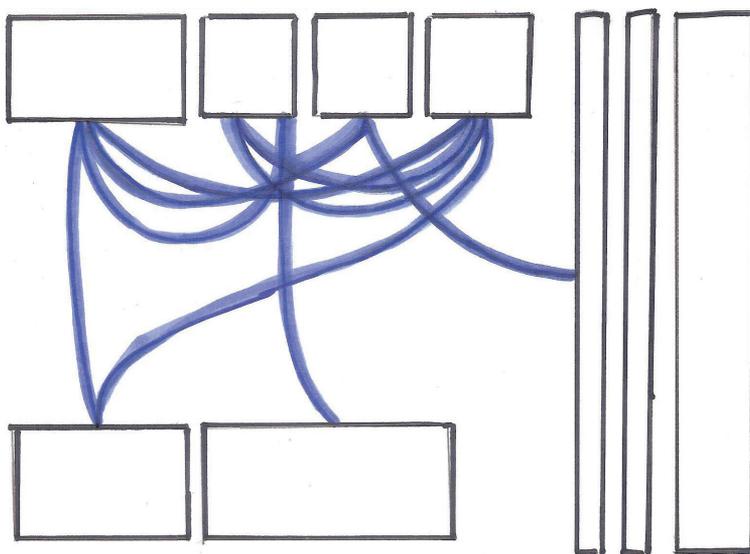


Figura 6.5 – Diagrama de espaguete

Já um mapofluxograma do processo é a combinação de um gráfico de fluxo do processo com um diagrama de espaguete, o qual pode ser representado em duas ou três dimensões.

A seguir são apresentados os passos a serem percorridos na elaboração de um mapofluxograma de processo. Esse exemplo será continuação da montagem de sanduíche após melhorias serem realizadas com base no diagrama de espaguete da Figura 6.5.

Passo 1 (Figura 6.6) – Desenvolva um diagrama escalonado ou adquira o *layout* da área a ser estudada

Deve-se iniciar o trabalho com o *layout* da área a ser estudada ou, caso não seja possível obtê-lo, com um diagrama ou representação à mão livre desse espaço.

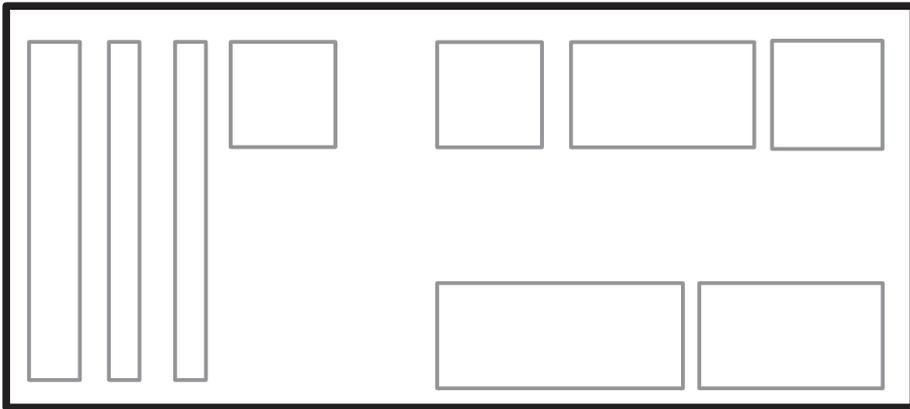


Figura 6.6 – Mapofluxograma do processo (Passo 1)

Passo 2 (Figura 6.7) – Evidencie as áreas de interesse onde será o foco do trabalho

As áreas de interesse, definidas a partir dos objetivos do projeto, deverão ser evidenciadas.

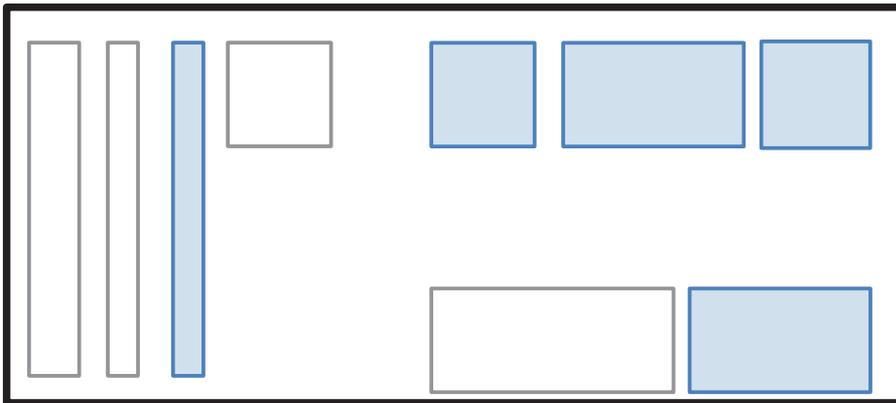


Figura 6.7 – Mapofluxograma do processo (Passo 2)

Passo 3 (Figura 6.8) – Acompanhe o processo como se fosse a unidade de fluxo que você está analisando

Nessa etapa os dados necessários para a construção do mapofluxograma do processo serão coletados. Para isso, deve-se usar o formulário apresentado na Figura 6.3, que também se encontra no apêndice 4.

O processo deve ser acompanhado desde o estoque de produtos acabados até o estoque inicial de matéria-prima. O *lean* recomenda seguir esse contra-fluxo, uma vez que a ideia é partir da necessidade do cliente e entender os requisitos que devem ser atendidos pelas atividades precedentes.

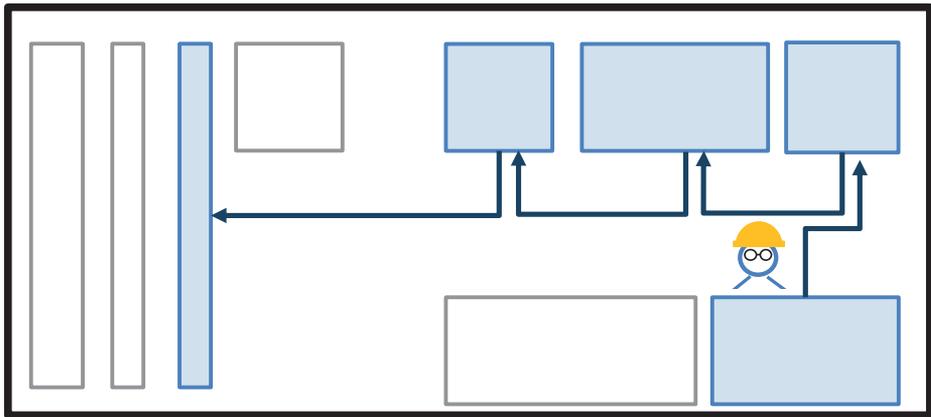


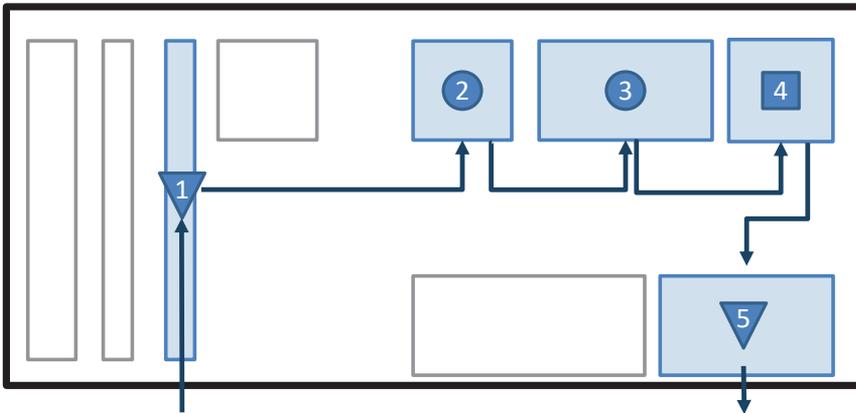
Figura 6.8 – Mapofluxograma do processo (Passo 3)

Se possível, os tempos e as distâncias deverão ser anotados. Se não, uma alternativa é plotar os deslocamentos em *softwares* como o AutoCAD e estimar a distância percorrida. Além disso, diferentes cores devem ser usadas para representar caminhos ou informações distintas.

Passo 4 (Figura 6.9) – Construa o mapofluxograma do processo

Com os dados coletados, o mapofluxograma do processo pode ser construído com *post-its* em uma planta impressa ou em *softwares* como Microsoft Excel e AutoCAD. Repare que os mesmos símbolos do gráfico de fluxo do processo são utilizados.

A Figura 6.10 ilustra um mapofluxograma do processo plotado em um *layout* de uma fábrica. Nesse caso, o símbolo conjunto de quadrado e círculo foi utilizado para representar operações necessárias, mas que não agregam valor. As bolinhas azuis foram usadas para representar os operadores que participavam do processo. Ou seja, outros símbolos podem ser criados ou adaptados conforme a necessidade de um projeto.



- | | |
|---|--|
| ➔ Recebimento de matéria-prima | ➔ Transporte para local de inspeção |
| ⚠️ 1 Estoque matéria-prima (ingredientes) | 4 Inspeção final |
| ➔ Transporte para mesa de preparação | ➔ Transporte para estoque de produtos acabados |
| 2 Preparação dos ingredientes | ⚠️ 5 Estoque de produtos acabados |
| ➔ Transporte para mesa de montagem | ➔ Entrega para cliente |
| 3 Montagem dos sanduíches | |

Figura 6.9 – Mapofluxograma do processo (Passo 4)

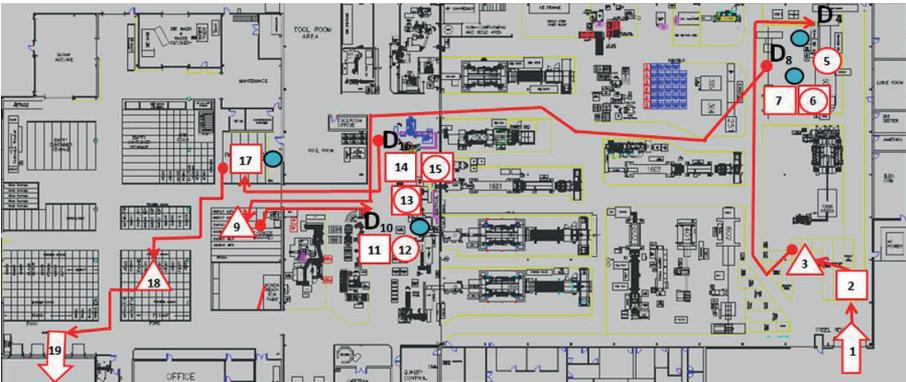


Figura 6.10 – Mapofluxograma em *layout* industrial

6.3 Mapa de fluxo de valor

Um fluxo de valor se refere a todas as ações que agregam ou não valor e que são necessárias na transformação de um produto ou serviço desde a matéria-prima até o cliente. Portanto, mapas de fluxo de valor focam no fluxo do sistema como um todo e não apenas em um processo ou operação individual. Trata-se de uma ferramenta intrinsecamente relacionada ao conceito de eficiência de fluxo, discutido no capítulo 2.

Assim, inicialmente é importante estabelecer alguns conceitos importantes, como atividade que agrega valor, *lead time* e tempo *takt*. Em seguida, será apresentado o passo a passo a ser seguido na elaboração de um mapa de fluxo de valor.

6.3.1 Conceitos básicos

Atividade que agrega valor

Uma atividade que agrega valor atende aos seguintes critérios:

- Satisfaz o cliente em relação a quesitos tangíveis e intangíveis do produto ou serviço. Ou seja, ela oferece ao cliente o que ele está disposto a pagar;
- “Transforma” a unidade de fluxo, conferindo valor.

Lead time (tempo de atravessamento)

Lead time se refere ao tempo necessário para realizar um processo do início ao fim. Esse conceito pode ser aplicado em diferentes contextos:

- Produção industrial: tempo entre o registro da encomenda do cliente e a expedição do produto;
- Prestação de serviços: tempo desde a solicitação do serviço pelo cliente até a execução do serviço prestado;
- Desenvolvimento de produto: tempo desde a ideia de um novo produto até sua efetiva disponibilização no mercado consumidor.

O termo *lead time* pode apresentar-se com outros nomes em contextos diversos. Por exemplo, um indicador plenamente acompanhado na área de saúde em todo o mundo é o Length Of Stay (LOS), conhecido no Brasil como “tempo de permanência” e que diz respeito ao tempo que o paciente leva desde sua entrada em um estabelecimento de saúde (um hospital, por exemplo) até sua saída.

Independentemente do contexto, na maioria dos processos, as atividades que NÃO agregam valor representam 90% ou mais do *lead time* (Figura 6.11).

Assim, geralmente se mostra mais vantajoso reduzir o não valor agregado do que otimizar as operações de valor agregado.



 Tempo das atividades que **AGREGAM VALOR**

 Tempo das atividades que **NÃO AGREGAM VALOR**

Figura 6.11 – *Lead time* subdividido em atividades que agregam ou não valor

Tempo *takt*

A palavra alemã “*takt*” pode ser traduzida para o português como “relógio”. Assim como os músicos acompanham o ritmo da música por intermédio de um metrônomo, o tempo *takt* seria o ritmo que a produção deveria acompanhar para atender o cliente. Esse tempo fornece a uma organização, pois, o tempo de produção por peça para responder à demanda do cliente. Logo, pode-se concluir que:

- Se o tempo necessário para produzir um produto for maior do que o tempo *takt*, o cliente receberá o produto com atraso;
- Se o tempo necessário para produzir um produto for bem menor que o tempo *takt*, o custo de produção provavelmente poderá ser otimizado.

Assim, o tempo *takt* pode ser calculado por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Tempo } takt = \frac{\text{Tempo de produção disponível}}{\text{Demanda}}$$

6.3.2 Passo a passo na elaboração de um mapa de fluxo de valor

Passo 1 – Definição do produto ou família de produtos a serem estudados

A escolha deverá basear-se no problema a ser resolvido. Assim, nessa etapa é importante estudar o problema e compreender o recorte que deverá ser feito no trabalho. Como é impossível estudar todos os produtos e serviços, precisamos “recortar” um produto, serviço ou família de produtos para os quais vamos elaborar o mapa de fluxo de valor.

Passo 2 – Coleta de dados (escritório)

Antes de iniciar a elaboração do mapa, é importante coletar informações de diferentes departamentos.

Informações sobre o fornecedor:

- Nome das empresas que fornecem os insumos necessários na produção desse produto ou serviço;
- Número de entregas de matéria-prima por um dado período de tempo (dia, semana ou mês);
- Número de peças ou peso por entrega;
- Custo da matéria-prima;
- Quantidade de matéria-prima necessária na produção de um produto ou prestação de um serviço.

Informações sobre o cliente:

- Nome das empresas para as quais fornecemos nosso produto ou serviço;
- Demanda do produto a ser analisado para cada uma dessas empresas;
- Número de entregas de produto acabado por um dado período de tempo (dia, semana ou mês);
- Número de peças ou peso por entrega.

Informações sobre o processo:

- Estoque de matéria-prima, estoque intermediário (WIP – Work-In-Progress) e estoque de produtos acabados;
- Número de peças agrupadas por lote no sequenciamento de produção;
- Para cada operação do processo produtivo:
 - Número de operadores por máquina;
 - Número de turnos por dia de trabalho;
 - Número de dias de operação por mês;
 - Percentual de Efetividade Total do Equipamento (OEE – Overall Equipment Effectiveness): o OEE apresenta percentualmente o tempo em que o equipamento efetivamente produziu em relação ao tempo disponível (Figura 6.12), sendo que este já desconsidera atividades planejadas de não funcionamento (manutenção preventiva, testes e modificações no equipamento). Ou seja, esse indicador evidencia as perdas de disponibilidade (quebras, *setups*, pausas, lanches,

- reuniões), de performance (velocidade reduzida e ciclo vazio) e de qualidade (defeitos);
- Média de tempo em que a máquina se encontra parada (em horas por semana ou %);
- Média da perda por não qualidade (número de partes descartadas ou em %).
- Custos das partes processadas ao longo do processo;
- Custos associados às partes descartadas por problemas de qualidade.

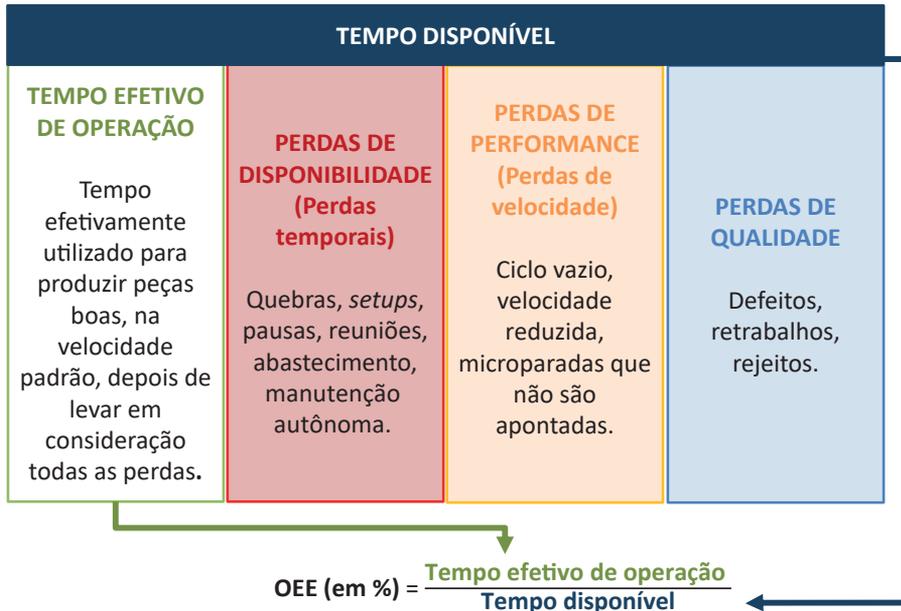


Figura 6.12 – Conceito de OEE

Passo 3 – Coleta de dados (área de produção)

Nesta etapa deve-se acompanhar o processo como se fosse a unidade de fluxo em análise desde o estoque de produtos acabados (processos a jusante/*downstream*) até o estoque inicial de matéria-prima (processos a montante/*upstream*). Os conceitos de processos a jusante e a montante são ilustrados na Figura 6.13. Como são termos utilizados para descrever os locais referenciais de um curso de rio, a ideia é transpor esses conceitos para representar

o curso de um produto ou serviço em uma indústria. Assim, “a jusante” remete à direção da foz, que na indústria seriam os últimos processos, mais próximos do cliente; já “a montante” faz referência à nascente do rio, o que representa no contexto industrial os primeiros processos de transformação de um produto ou serviço.

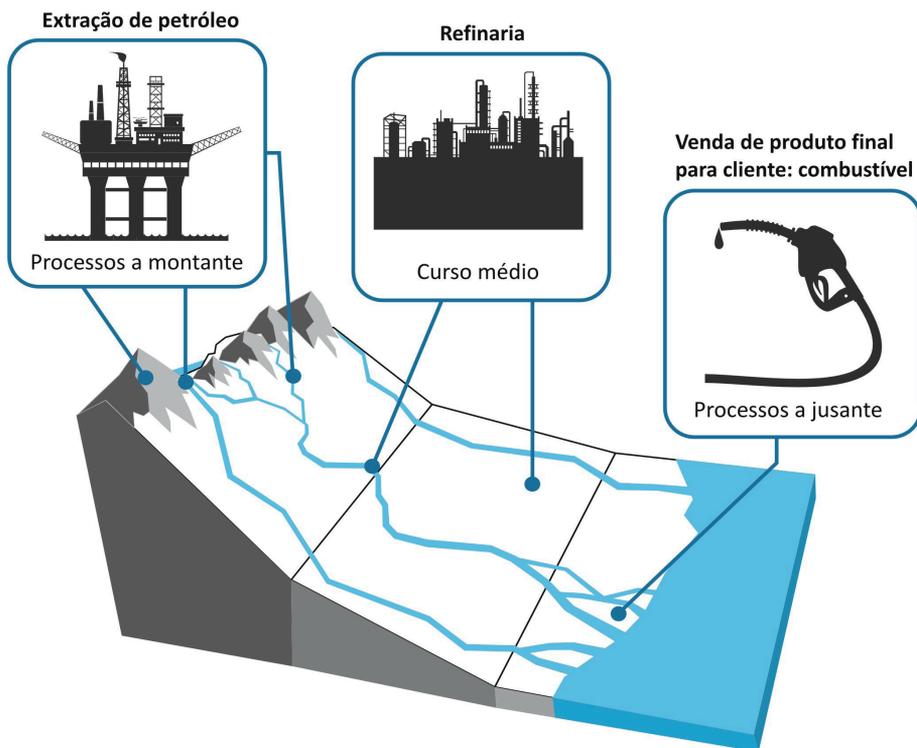


Figura 6.13 – Processos a jusante e a montante

Os dados necessários à construção do mapa de fluxo de valor serão coletados. Para isso, pode-se usar o formulário apresentado na Figura 6.14 e que também está disponível no Apêndice 4 deste livro.

Quando elaboramos um mapa de fluxo de valor, não estamos interessados em como o processo deveria funcionar, mas sim em como realmente ocorre. É como se tirássemos uma foto daquilo que observamos. Os problemas devem, pois, ser evidenciados e não escondidos. Assim, em vez de construir o mapa de fluxo de valor com base em dados secundários, é importante que se acompanhe o processo e se validem os dados secundários obtidos.

COLETA DE DADOS PARA MAPA DE FLUXO DE VALOR

Operação observada: Montagem de treliças

Data: XX/XX/XXXX

LEGENDA



| | | | | | DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE |
|--------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|---|
| Tempo | Tempo | Distância | Quantidade | Tempo | |
| | | 10 metros | | | Empilhadeira entrega peças de eucalipto a partir da área de estocagem externa |
| 35 minutos | | | | | Operador #1 corta seis peças na medida apropriada |
| | | 5 metros | | | Transporte para posto de trabalho do montador #1 |
| 25 minutos | | | | | Montador #1 pega três peças pequenas e monta um triângulo pequeno |
| | | 5 metros | | | Transporte para posto de trabalho do montador #2 |
| 20 minutos | | | | | Montador #2 pega três peças longas e monta um triângulo grande |
| | | 5 metros | | | Transporte para posto de trabalho do montador #3 |
| 25 minutos | | | | | Montador #3 pega cada um dos triângulos montados nos passos 3 e 4 e monta treliça |
| | | 5 metros | | | Transporte para inspeção |
| | 5 minutos | | | | Supervisor inspeciona treliça completa |
| | | 10 metros | | | Empilhadeira transporta treliças para estoque final |
| | | | 100 treliças | | Treliças aguardam ser entregues em estoque final |

Figura 6.15 – Formulário preenchido para estudo sobre montagem de treliças

O preenchimento desse formulário será apresentado na Figura 6.15 com base em um estudo sobre os passos na montagem de uma treliça de madeira (pequeno triângulo de três peças pequenas dentro de um triângulo grande de três peças grandes).

Passo 4 – Construção do mapa de fluxo de valor

O mapa de fluxo de valor pode ser construído com *post-its* ou através de *softwares* como o Microsoft Excel ou o Microsoft Visio a partir das subetapas descritas a seguir.

Subpasso 4.1 – Cálculo do tempo *takt* (Figura 6.16)

O primeiro passo é calcular o tempo *takt*, cuja fórmula foi previamente apresentada.

$$\begin{aligned} \text{Tempo takt} &= \frac{\text{Tempo de produção disponível}}{\text{Demanda semanal}} = \\ &= \frac{\text{Dias/semana} \times \text{Turnos/dia} \times \text{Horas/turno}}{\text{Demanda (em peças)/semana}} = \\ &= \frac{6 \times 3 \times 8}{12\,500} = 0,01152 \text{ hora/pç} \times 3\,600 \text{ s/hora} = \\ &= \text{aproximadamente 41,5 segundos por peça} \end{aligned}$$

| Dias/semana | Turnos/dia | Horas/turno | Tempo de produção disponível (s/semana) | Demanda semanal (pçs) | Tempo <i>takt</i> (s/pç) |
|-------------|------------|-------------|---|-----------------------|--------------------------|
| 6 | 3 | 8 | 518 400 | 12 500 | 41,5 |

Figura 6.16 – Cálculo do tempo *takt* de um mapa de fluxo de valor

Subpasso 4.2 – Adicionar informações do cliente

A Figura 6.17 representa o cliente no mapa de fluxo de valor. Por sinal, o

mapa deve ser iniciado pelo cliente, uma vez que este puxará os demais processos. Nesse local devem ser colocadas as informações sobre o cliente, como o nome da empresa, o tempo *takt*, a periodicidade e a carga das entregas, entre outros dados que se julgarem necessários.

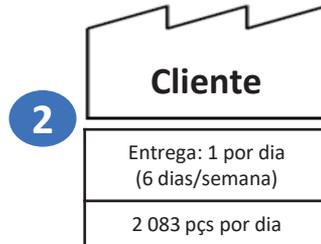


Figura 6.17 – Informações sobre o cliente em um mapa de fluxo de valor

Subpasso 4.3 – Adicionar informações sobre as operações que agregam valor ao sistema

As operações que agregam valor ao sistema devem ser adicionadas (Figura 6.18). No exemplo em questão, as operações que agregam valor são as de estampagem, tratamento térmico e usinagem.

Para cada uma, é interessante colocar dados como:

- Número de operadores por máquina;
- Número de dias de operação por um período de tempo que se julgar informativo;
- Tempo de ciclo padrão;
- Média da perda por não qualidade (número de partes descartadas ou %) ou de retrabalho gerado;
- Número de turnos por dia que a operação acontece;
- Número de máquinas;
- Média de tempo em que a máquina se encontra parada (em horas por semana ou %);
- Percentual de Efetividade Total do Equipamento (OEE – Overall Equipment Effectiveness);

- *Tempo de ciclo efetivo* =

$$\frac{\text{Tempo de ciclo padrão}}{1 - \text{Perda percentual por não qualidade e paradas}}$$

$$\text{Tempo de ciclo efetivo} = \frac{\text{Tempo de ciclo padrão}}{OEE}$$

- Quantidade de peças por ciclo.

| ESTAMPAGEM | |
|--------------------------------------|------|
| 2 operadores | |
| Dias/semana | 2,5 |
| Tempo de ciclo (s/pç) | 7,2 |
| Taxa de retrabalho | 2,0% |
| Número de turnos | 2 |
| Número de máquinas | 1 |
| % do tempo de máquina parada | 4,2% |
| Tempo de ciclo efetivo (s/pç) | 7,7 |
| Quantidade de pçs por ciclo | 1 |

Figura 6.18 – Informações sobre operações que agregam valor

Esses dados servirão de *input* para o cálculo do tempo efetivamente gasto na operação por peça.

Subpasso 4.4 – Adicionar informações sobre as operações que não agregam valor (Figura 6.19)



Figura 6.19 – Informações sobre estoques em um mapa de fluxo de valor

Nesta etapa devem ser acrescentadas informações sobre os estoques que geralmente existem entre as operações, como a quantidade de peças em estoque ou seu peso.

Em seguida, os dados do número de peças ou do peso dos insumos em estoque devem ser convertidos no tempo médio que esses materiais permanecerão no estoque. Para isso, basta multiplicar a quantidade de peças pelo tempo *takt* para se obter o tempo médio em estoque.

$$\text{Tempo em estoque} = \text{Quantidade em estoque} \times \text{Tempo takt}$$

Por exemplo, vamos supor que temos 10 peças em estoque e que o tempo *takt* é de 5 horas por peça. Logo, temos:

$$\text{Tempo em estoque} = 10 \text{ peças} \times 5 \frac{\text{horas}}{\text{peça}} = 50 \text{ horas}$$

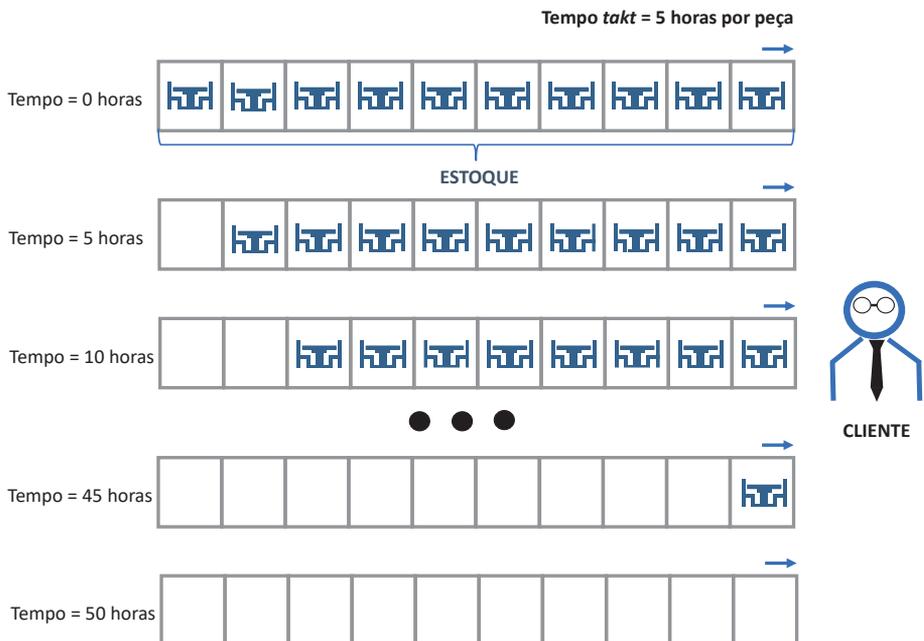


Figura 6.20 – Lógica da transformação do estoque em tempo pelo uso do tempo *takt*

Essa fórmula considera que as peças estariam em fila e seguiriam uma retirada do tipo “Primeiro a Entrar Primeiro a Sair” (PEPS). Assim, como o cliente ou o próximo processo puxa uma peça a cada 5 horas, em aproximadamente 50 horas (10 x 5) todo o estoque de 10 peças será consumido (Figura 6.20).

Subpasso 4.5 – Adicionar informações do fornecedor (Figura 6.21)



Figura 6.21 – Informações sobre o fornecedor em um mapa de fluxo de valor

Nesta subetapa devem ser adicionadas as informações sobre os fornecedores, como o nome da empresa, o tempo *takt*, a periodicidade e a carga das entregas, entre outros dados que se julgarem interessantes.

Subpasso 4.6 – Cálculo do percentual de valor agregado (Figura 6.22)

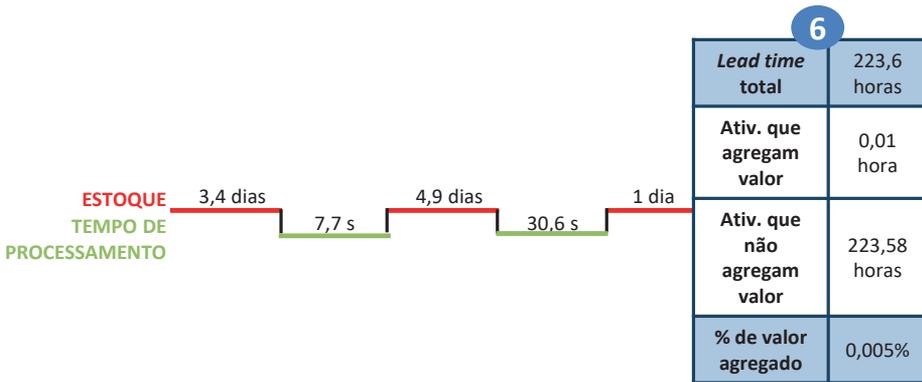


Figura 6.22 – Cálculo do percentual de valor agregado em um mapa de fluxo de valor

Primeiramente, deve-se calcular o *lead time*, que corresponde à soma dos tempos de todas as operações que agregam ou não valor ao processo (tempo em estoque, tempo em operação, esperas, transportes e inspeções).

$$\text{Lead time} = \text{Tempo das operações que agregam valor} + \\ \text{Tempo das operações que não agregam valor}$$

Então, pode-se finalmente calcular a porcentagem de valor agregado do processo:

$$\text{Porcentagem de valor agregado} = \\ \frac{\text{Tempo das operações que agregam valor}}{\text{Lead time}}$$

Reparem que o percentual de valor agregado nada mais é que a eficiência de fluxo apresentada no capítulo 2.

Nesta etapa se deve ter o cuidado de transformar os tempos envolvidos na mesma unidade para que a porcentagem seja corretamente calculada. Os resultados encontrados para a porcentagem de valor agregado geralmente são muito baixos, podendo ser até inferiores a 1%. Isso é comum em processos de produção em larga escala, que utilizam altos estoques para absorver a variabilidade do processo. Dessa maneira, na maior parte do tempo o produto permanece em estoque e o tempo em que ele está efetivamente agregando valor e sendo transformado se torna irrisório.

Subpasso 4.7 – Adicionar informações sobre o fluxo de informações (facultativo)

Dados sobre o fluxo de informações podem ser adicionados quando for interessante entender não apenas o fluxo de materiais, mas também o planejamento e controle de produção.

Subpasso 4.8 – Resumo executivo

Ao final, é interessante apresentar um resumo gerencial dos gastos envolvidos nas operações que agregam ou não valor ao processo, como:

- Análise dos custos de estocagem (Figura 6.23):

Neste caso basta multiplicar o valor necessário de produção em cada fase do processo pela quantidade de peças ou kg em estoque.

| Estoque | Valor | Quantidade em estoque | Valor do estoque |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|
| Matéria-prima | R\$ 0,51 por kg | 33 0000 kg | R\$ 16 978,50 |
| WIP | R\$ 2,87 por peça | 13 896 peças | R\$ 39 926,65 |
| Produto acabado | R\$ 4,65 por peça | 2 500 peças | R\$ 11 621,94 |
| VALOR TOTAL EM ESTOQUE | | | R\$ 68 527,09 |

Figura 6.23 – Análise dos custos de estocagem

- Análise dos custos de perda por não qualidade (Figura 6.24):

Pode-se calcular o custo médio da perda de não qualidade, por exemplo, por meio do cálculo dos custos envolvidos no descarte e retrabalho de peças.

$$\begin{aligned} & \textit{Perda semanal de não qualidade (R\$)} = \\ & \textit{Taxa de retrabalho por equipamento} \times \\ & \textit{Custo de cada peça retrabalhada} \times \textit{Demanda semanal} \end{aligned}$$

Por exemplo, as máquinas de estampagem têm uma taxa média de retrabalho de aproximadamente 2,013%; o valor da peça até esse processo é R\$ 2,87, e a cada semana são produzidas 12 500 peças nessa máquina. Assim, temos:

$$\begin{aligned} & \textit{Perda semanal de não qualidade (R\$)} = \\ & 0,02013 \times 2,87 \times 12\ 500 = \text{R\$ } 729,56 \end{aligned}$$

| Operações em que ocorrem problemas de qualidade | Perda semanal de não qualidade |
|--|--------------------------------|
| Estampagem | R\$ 729,56 |
| Tratamento térmico | R\$ 216,30 |
| PREJUÍZO TOTAL POR PROBLEMAS DE QUALIDADE | R\$ 945,86 |

Figura 6.24 – Análise dos custos de perda por não qualidade

Subpasso 4.9 – Adicionar observações de melhoria (*kaizen box*)

Finalmente, observações poderão ser acrescentadas para evidenciar problemas e oportunidades de melhoria. Essas observações são conhecidas como “*kaizen box*”.

A Figura 6.25 apresenta o mapa de fluxo de valor construído a partir desse passo a passo.

6.4 Uso híbrido dos métodos de análise de fluxo

É importante mencionar que, na prática, muitas vezes essas metodologias podem ser usadas de forma conjunta. Isso é exemplificado na Figura 6.26, que é uma continuação do estudo sobre montagem de treliças cujo formulário de coleta de dados foi apresentado na Figura 6.15.

Essa figura ilustra um gráfico de fluxo do processo construído com *post-its* em que se evidenciam, como no mapa de fluxo de valor, as informações acerca das atividades que agregam valor. Essas informações serão utilizadas para se calcular o percentual de tempo do processo que efetivamente agrega valor.

O uso complementar dessas metodologias de análise de fluxo enrobustece, conseqüentemente, os possíveis resultados de um projeto de melhoria. Ademais, a gestão visual com o uso de *post-its* estimula o espírito de trabalho em equipe e de melhoria contínua.

Assim, não se trata de metodologias mutuamente excludentes. Pelo contrário: como no exemplo anterior, podem ser utilizadas de formas híbridas ou complementares. O mapa de fluxo de valor da Figura 6.25 foi desenvolvido de maneira complementar ao mapofluxograma da Figura 6.10 com o objetivo de se identificarem melhorias para um mesmo problema.

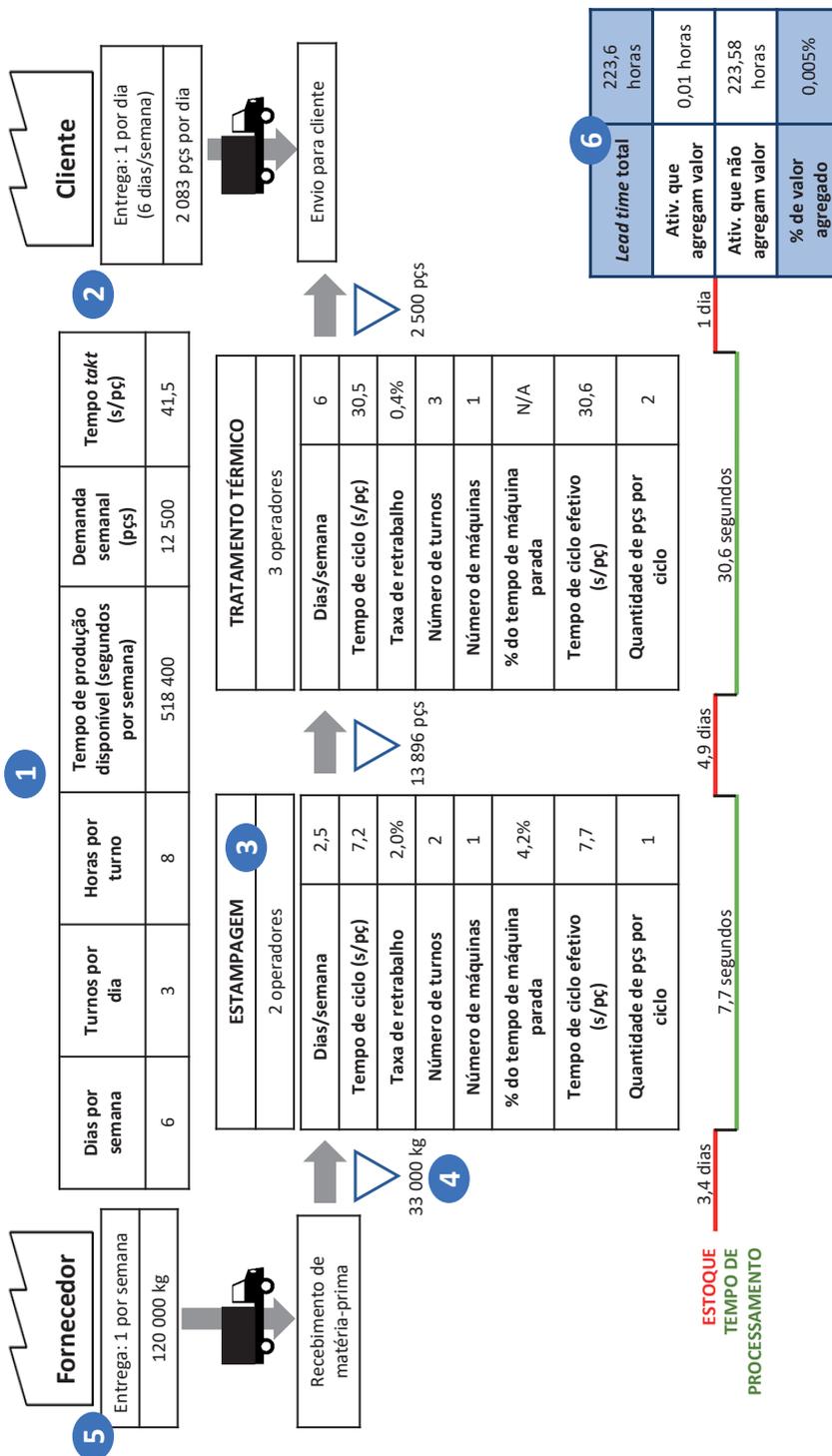


Figura 6.25 – Exemplo de mapa de fluxo de valor

Montagem de Treliças

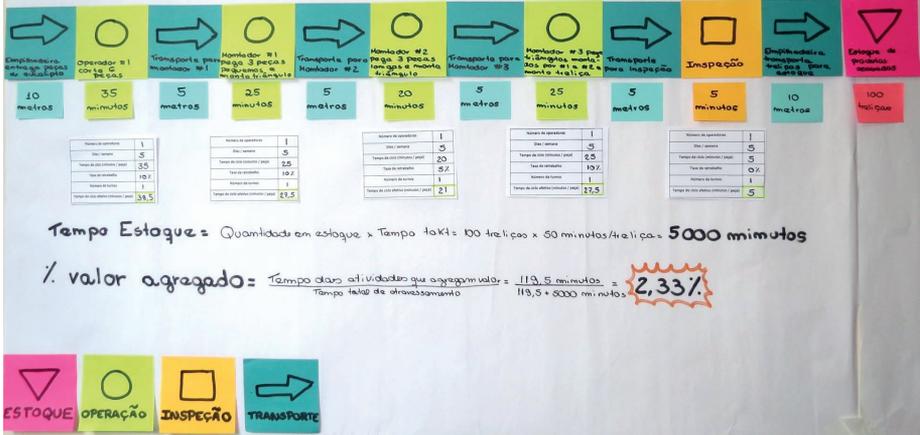


Figura 6.26 – Exemplo de uso híbrido de mapa de fluxo de valor e gráfico de fluxo do processo

CAPÍTULO 7:

ANÁLISE DAS OPERAÇÕES EM FUNÇÃO DO TEMPO (GRÁFICOS DE ATIVIDADE E GRÁFICOS HOMEM-MÁQUINA)

Neste capítulo serão apresentadas as técnicas utilizadas para analisar as operações a partir de subdivisões de tempo, como:

- Gráficos de atividade;
- Gráficos homem-máquina.

Na seção sobre gráficos homem-máquina, será apresentado como se pode utilizar esse tipo de gráfico para realizar o balanço entre o número de operadores e o de máquinas necessários a determinada operação. Além disso, também será apresentado como utilizar o gráfico para otimizar o tempo de troca (Single Minute Exchange of Die – SMED) e o tempo de ciclo de um posto de trabalho (Single Minute Cycle Time – SMCT).

7.1 Gráficos de atividade

Quando a carga de trabalho está desbalanceada entre diferentes funcionários ou existem esperas que podem ser reduzidas, é interessante ter uma subdivisão de um processo produtivo ou de série de operações expressas em função do tempo. Os gráficos de atividade apresentam as atividades realizadas APENAS pelo operador em função do tempo.

Por exemplo, em uma padaria foi construído um gráfico de atividade para identificar possíveis melhorias na atividade de preparação de torradas. No início do dia havia grande demanda pelo produto. Entretanto, muitos clientes estavam reclamando do tempo elevado que despendiam esperando suas torradas, já que tinham pressa de ir para o trabalho.

Ao se estudar o processo, verificou-se que o local em que se encontravam as embalagens de pão de forma estava muito longe de onde ficava a torradeira. Diante dessa constatação, o estoque de pão de forma foi realocado para um local próximo da torradeira – melhoria após a qual a atividade de “levar fatia até mesa da torradeira e retornar” foi eliminada, o que representou ganho de 5 segundos. A Figura 7.1 apresenta os gráficos de atividades antes e depois da implementação das melhorias, evidenciando as atividades envolvidas em um ciclo de trabalho com seus respectivos tempos e desconsiderando eventuais ociosidades. Assim, o tempo efetivo de trabalho do funcionário por torrada que antes era de 21 segundos foi reduzido, após as melhorias, para 16 segundos.

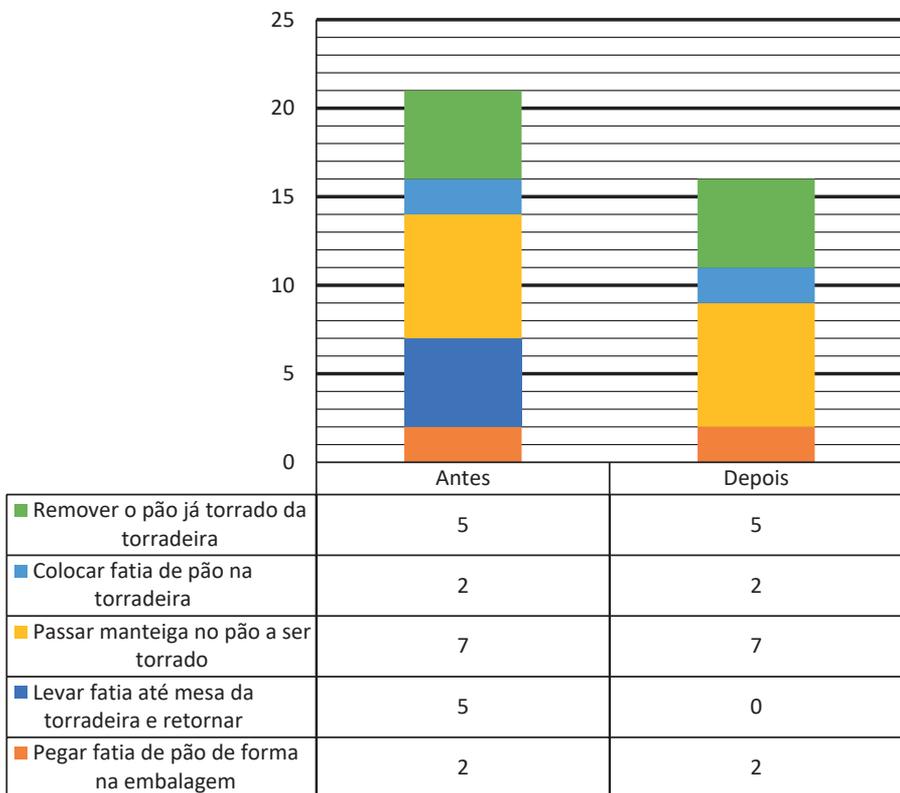


Figura 7.1 – Gráfico de atividades comparando preparação de torradas antes e após melhorias

7.2 Gráficos homem-máquina

Em alguns tipos de trabalho, operador e máquina trabalham intermitentemente. Assim, torna-se interessante construir um gráfico em escala para se obter uma inter-relação mais clara entre o operador e a máquina que ele opera. Esse gráfico possui várias finalidades como, por exemplo, identificar oportunidades de melhoria no método de trabalho.

O gráfico basicamente mostra o tempo de ciclo considerando o conjunto homem-máquina.

De forma geral, operações desse tipo apresentam três macroetapas:

- Preparação: alimentação do material em uma máquina (máquina parada);

- Execução: tempo-máquina do ciclo (máquina em operação);
- Disposição (de peças): remoção da peça acabada (máquina parada).

Com base no exemplo anterior da padaria, a melhoria realizada não foi suficiente para alcançar os resultados almejados, visto que não se evidenciou a ociosidade do funcionário enquanto ele aguardava o processamento da torrada pela torradeira. Desse modo, construiu-se um gráfico homem-máquina de forma que se pudesse identificar outras oportunidades de melhoria nesse método de trabalho (Figura 7.2). Por meio do gráfico, percebe-se que o funcionário “adianta” a preparação da próxima torrada, enquanto aguarda o processamento pela torradeira. O tempo de ciclo (tempo gasto para realizar um ciclo de trabalho, ou seja, o tempo gasto por unidade produzida), considerando a torradeira e o funcionário, é de 25 segundos (Figura 7.3). Esse tempo é superior ao apresentado na Figura 7.1, já que se evidenciou o tempo em que o funcionário ficou ocioso (9 segundos).

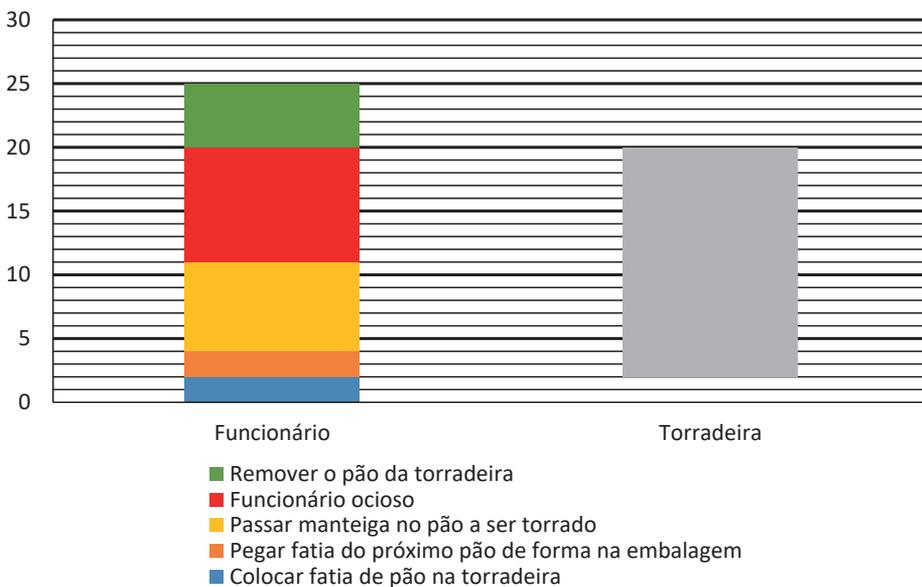


Figura 7.2 – Gráfico homem-máquina para atividade de preparação de torradas



Figura 7.3 – Ilustração do conceito de tempo de ciclo

Podemos também calcular a porcentagem de utilização do funcionário e da torradeira pela seguinte fórmula:

$$\text{Utilização (\%)} = \frac{\text{Tempo em Operação}}{\text{Tempo Total de Ciclo}}$$

Assim, a Tabela 7.1 compara a utilização do funcionário e da torradeira neste exemplo.

| | Funcionário | Torradeira |
|----------------------|-------------|------------|
| Tempo de espera | 9 s | 7 s |
| Tempo em operação | 16 s | 18 s |
| Tempo total de ciclo | 25 s | 25 s |
| Utilização | 64% | 72% |

Tabela 7.1 – Comparação da utilização do funcionário e da torradeira

Por esse gráfico ficou evidente que se poderia tentar utilizar o tempo ocioso do funcionário para adiantar a preparação de outra torrada. A Figura 7.4 apresenta o gráfico homem-máquina reconstruído para esse novo cenário. Repare que no caso também foi adquirida uma torradeira mais moderna que,

em vez de torrar uma fatia por vez, torra duas fatias no mesmo tempo que a torradeira antiga.

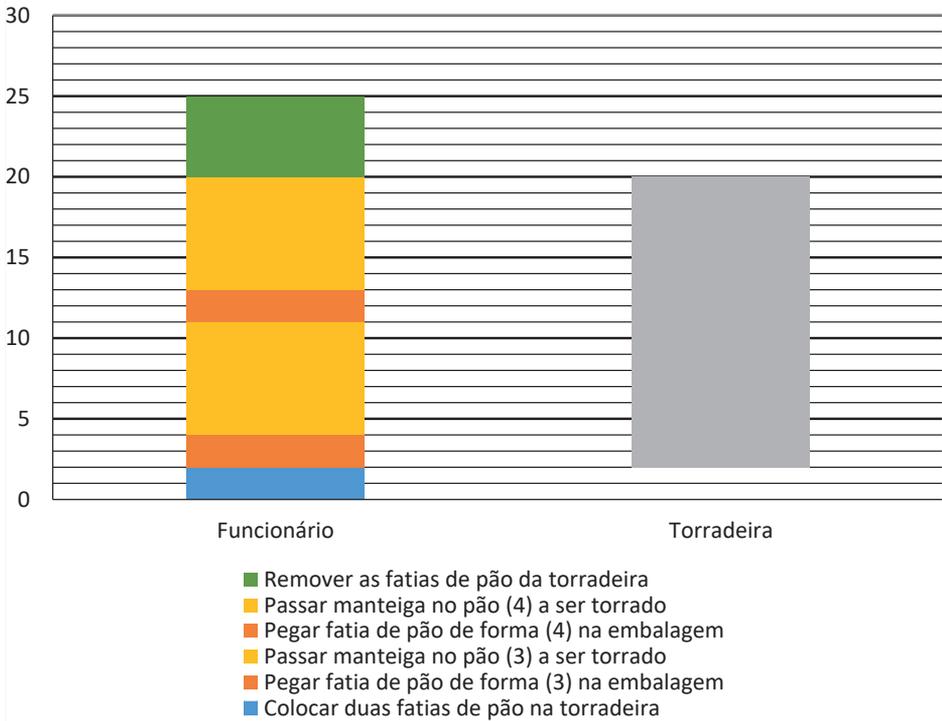


Figura 7.4 – Gráfico homem-máquina que aproveita o tempo ocioso do funcionário

Assim, com as melhorias, a utilização do funcionário passou de 64% para 100% (Tabela 7.2). Já a utilização da operação se manteve constante (72%), mas vale ressaltar que agora o novo equipamento processa duas torradas no mesmo tempo do antigo. Isto é, o tempo de ciclo da torradeira se reduziu à metade. Antes, o tempo de ciclo era de 25 segundos por torrada, e após as melhorias passou a 12,5 segundos por torrada.

A partir dos conceitos apresentados sobre os gráficos homem-máquina, será exposto a seguir como esses mesmos conceitos podem ser utilizados para realizar o balanço entre o número de operadores e o de máquinas necessários para uma operação, bem como para otimizar o tempo de troca (SMED) e o tempo de ciclo de um posto de trabalho (SMCT).

| | Funcionário | Torradeira |
|----------------------|-------------|------------|
| Tempo de espera | 0 s | 7 s |
| Tempo em operação | 25 s | 18 s |
| Tempo total de ciclo | 25 s | 25 s |
| Utilização | 100% | 72% |

Tabela 7.2 – Comparação da utilização do funcionário e da torradeira após melhoria na atividade

7.2.1 Cálculo do balanço entre o número de operadores e o de máquinas

Duas abordagens podem ser utilizadas para se fazer o balanço entre o número de máquinas e o de operadores necessários.

A primeira é a abordagem tradicional da engenharia industrial, que fornece maior acurácia de análise e por isso é recomendável, por exemplo, na decisão de compra de equipamentos para a construção de uma nova fábrica.

A segunda abordagem é a que os livros de *lean manufacturing* recomendam. É mais simples, de maneira que só deve ser usada em estudos que não demandem grande precisão, como mapeamentos a nível macro.

Observação importante é que, enquanto a primeira abordagem fornece o número de máquinas que um operador consegue controlar, a segunda fornece o número de postos de trabalho necessários. Assim, deve-se ter cuidado ao se estudar cada uma dessas abordagens, porque existem algumas sutilezas que as distinguem.

Abordagem tradicional

Para o cálculo do número de máquinas que um operador consegue controlar, precisamos primeiro definir certos conceitos importantes em relação às subdivisões do tempo de ciclo do operador e do equipamento:

- Tempo externo: tempo das operações externas, isto é, das atividades realizadas pelo operador com a máquina parada (carregar, descarregar e ativar a máquina);
- Tempo interno: tempo das operações internas, isto é, das atividades realizadas pelo operador enquanto a máquina está em funcionamento (inspecionar, limpar e disponibilizar partes);
- Tempo de processamento: tempo de ciclo da máquina;
- Tempo ocioso: tempo em que operador ou máquina estão esperando.

Os conceitos de operações internas e externas podem ser comparados a um sanduíche: as atividades externas seriam o “pão” e representam as atividades antes e depois do tempo de ciclo da máquina; já as operações internas seriam o “recheio” e representam as atividades realizadas pelo operador em paralelo ao ciclo da máquina. Esses conceitos são ilustrados na Figura 7.5.

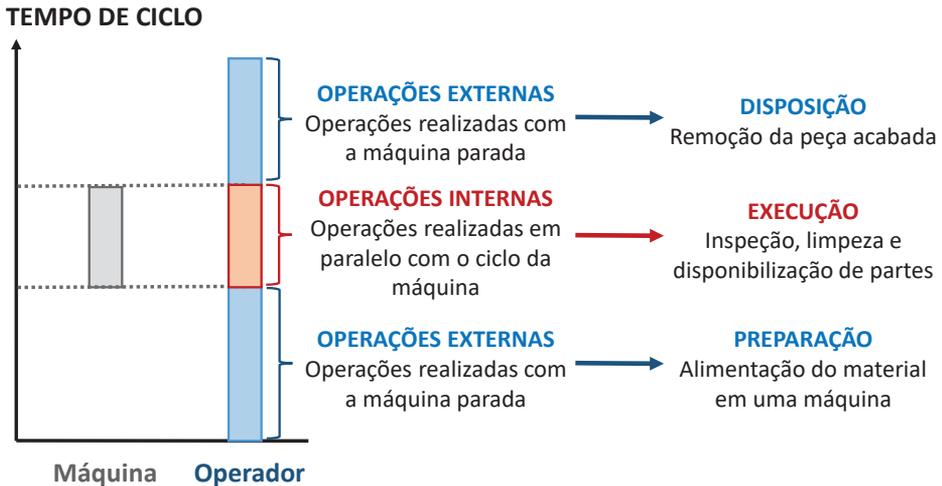


Figura 7.5 – Conceitos de operações internas e externas do tempo de ciclo

Isto posto, considerando o tempo de ciclo, as OPERAÇÕES INTERNAS são aquelas que **PODEM** ser realizadas enquanto a MÁQUINA ESTÁ EM OPERAÇÃO, e as OPERAÇÕES EXTERNAS são aquelas que **TÊM DE** ser realizadas enquanto a MÁQUINA ESTÁ PARADA (Figura 7.5).

Definidos os termos, devemos usar a seguinte fórmula no cálculo:

$$\text{Número de máquinas por operador} = \frac{\text{Tempo de processamento} + \text{Tempo externo}}{\text{Tempo interno} + \text{Tempo externo}}$$

Vamos exemplificar o cálculo no gráfico homem-máquina na Tabela 7.3, que mostra o que o operador e a máquina estão fazendo. O tempo necessário (em minutos) para a realização de cada uma das atividades está entre parênteses.

| OPERADOR | MÁQUINA |
|--|-------------------------|
| Retirar peça da máquina (0,13) | Máquina ociosa (0,25) |
| Carregar nova peça e ativar máquina (0,12) | |
| Limpar peça pronta (0,10) | Em processamento (1,00) |
| Inspecionar peça pronta (0,10) | |
| Operador ocioso (0,80) | |

Tabela 7.3 – Gráfico homem-máquina do exemplo

Assim, nesse caso temos:

- Tempo externo : $0,13 + 0,12 = 0,25$;
- Tempo interno : $0,10 + 0,10 = 0,20$;
- Tempo de processamento : $1,00$;
- Tempo ocioso do operador: $0,80$.

Logo,

$$\begin{aligned} \text{Número de máquinas por operador} &= \frac{1,00 + 0,25}{0,20 + 0,25} = \frac{1,25}{0,45} \\ &= 2,78 \text{ máquinas por operador} \end{aligned}$$

Ao final o valor deverá ser arredondado para cima ou para baixo, conforme o caso. Repare que, se for arredondado para cima, a máquina ficará ociosa. Caso contrário, se for arredondado para baixo, o operador ficará ocioso.

No exemplo acima, o valor será arredondado para baixo, isto é, um operador controlará duas máquinas, haja vista que os gestores preferiram deixá-lo ocioso para que melhorias pudessem ser realizadas até que ele pudesse controlar três máquinas. Considerando que essa fábrica possui quatro equipamentos, serão necessários dois operadores.

Abordagem lean

A abordagem *lean* é mais simples. Nesse caso a fórmula a ser usada é a seguinte:

$$\text{Número de postos de trabalho necessários} = \frac{\text{Tempo de ciclo}}{\text{Takt time}}$$

No exemplo anterior, o tempo de ciclo para produzir uma peça foi de 1,25 minuto por peça. Além disso, vamos considerar que, para suprir a demanda do produto junto ao cliente, uma peça deva ser produzida a cada 48 segundos, ou seja, a cada 0,8 minuto. Assim:

$$\text{Número de postos de trabalho necessários} = \frac{\text{Tempo de ciclo}}{\text{Takt time}} =$$
$$\frac{1,25}{0,80} = 1,56 \rightarrow 2 \text{ postos}$$

A lógica de arredondamento nesse caso é a oposta da abordagem tradicional, já que enquanto esta calcula o número de máquinas por operador, a *lean* calcula o número de postos de trabalho necessários. Por conseguinte, o valor encontrado deve ser arredondado para cima para que o operador fique ocioso. Caso contrário, o tempo *takt* não será atendido e se criará o risco de não atender a demanda do cliente.

Assim, a partir dessa segunda abordagem seriam necessários dois operadores. No exemplo, ambas as abordagens chegaram ao mesmo resultado, mas vale ressaltar que na prática isso nem sempre acontece.

7.2.2 Otimização do tempo

Os gráficos homem-máquina podem ser utilizados para otimizar, ainda, tanto o tempo de troca de ferramentas quanto o tempo de ciclo.

Otimização do tempo de troca de ferramentas (Single Minute Exchange of Die – SMED)

O tempo de troca (*setup*) é o tempo passado entre a última peça conforme, em termos de qualidade, de um lote e a primeira peça conforme do próximo lote, considerando uma velocidade normal de produção. A metodologia que utiliza gráficos homem-máquina com o intuito de reduzir o tempo de troca de ferramentas é o SMED (Single Minute Exchange of Die), que pode ser traduzido para o português como a filosofia de alcançar uma troca de lote em um único minuto.

O conceito será exemplificado em uma empresa de laticínios. Nessa empresa, uma troca deve ser realizada toda vez que se finaliza a produção de iogurte sabor morango e se inicia a produção de iogurte sabor coco. Assim, deve-se limpar o equipamento e trocar os insumos necessários à produção. O tempo necessário para realizar essa troca é o tempo de *setup*. Por consequência, quanto mais sabores forem produzidos no mês, maior o número de

trocas necessárias e menor a capacidade de produção diária. A Tabela 7.4 ilustra a capacidade de produção diária de acordo com a quantidade de sabores de iogurte a serem produzidos no mês.

| QUANTIDADE DE SABORES DE IOGURTE A SER PRODUZIDA NO MÊS | CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DIÁRIA |
|---|-------------------------------|
| 1 sabor | 32 000 kg |
| 2 sabores | 27 000 kg |
| 3 sabores | 18 000 kg |

Tabela 7.4 – Capacidade de produção diária de acordo com a quantidade de sabores a ser produzida

Logo, caso a empresa deseje aumentar a capacidade de produção diária de iogurtes, deverá melhorar o tempo de *setup*. Essa redução por meio do SMED possibilita realizar uma maior quantidade de *setups* e diminuir o tamanho dos lotes, sem afetar negativamente o tempo total de trocas. Consequentemente, aumenta-se a flexibilidade e não se compromete a eficiência produtiva, permitindo um fluxo de produção mais fluido (fluxo contínuo); a redução do estoque intermediário (Work In Progress – WIP) e do *lead time* (tempo de atravessamento); agilidade na detecção e redução de perdas decorrentes de problemas de qualidade; uma produção mais balanceada de produtos ao longo do tempo (nivelamento de produção) que permite otimizar os recursos produtivos; e até uma diminuição no tempo de ciclo de médio de um equipamento.

Abaixo estão listadas várias oportunidades de economia de tempo no SMED:

- Realização de tarefas em paralelo;
- Organização e padronização de ferramentas e outros insumos que serão necessários durante a troca, usando gestão visual e metodologias como o 5S;
- Redução dos tempos de movimentação e transporte. Nesse caso ferramentas como diagrama de espaguete e mapofluxograma do processo podem ser utilizadas;
- Desenvolvimento de dispositivos de engate e desengate rápido;
- Aproveitamento da sinergia entre funcionários através de trabalho em equipe;
- Novos estudos para reduzir a frequência de testes de qualidade e ajustes na etapa de regulagem que ocorre após o *setup*.

A seguir são apresentadas as etapas que devem ser cumpridas na realização de um SMED. Antes de se realizar uma otimização do tempo de *setup*, a troca de interesse deve ser filmada desde a última peça boa produzida do lote anterior até a primeira peça boa do próximo lote. Por esse vídeo será possível identificar as atividades necessárias, os desperdícios e oportunidades de melhoria. Conseqüentemente, cada atividade poderá ser descrita e seu tempo gasto, evidenciado. Isso pode ser realizado em um programa de Excel ou também com *post-its*.

O SMED consiste em 5 etapas:

Etapa 1 – Identificar as operações internas e externas

A partir do vídeo gravado e das atividades descritas, estas deverão ser identificadas como operações internas ou externas.

Nesse caso o conceito de operações internas e externas é um pouco diferente de como foi utilizado em relação ao tempo de ciclo. No entanto, como se trata de conceitos relativistas, a metáfora do sanduíche pode novamente ser utilizada. No caso do tempo de troca, as atividades externas seriam o “pão”, e representam as atividades em paralelo ao ciclo da máquina; já as operações internas seriam o “recheio”, e representam as atividades realizadas pelo operador quando a máquina está parada.

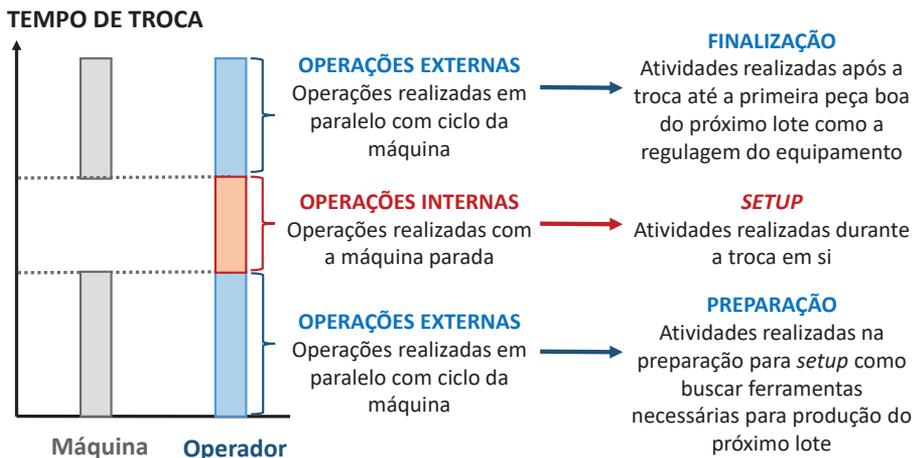


Figura 7.6 – Conceitos de operações internas e externas do tempo de troca

Portanto, considerando o tempo de troca, as OPERAÇÕES INTERNAS são aquelas que TÊM de ser realizadas enquanto a MÁQUINA ESTÁ PARADA, e as OPERAÇÕES EXTERNAS são as atividades que PODEM ser realizadas enquanto a MÁQUINA ESTÁ EM FUNCIONAMENTO (Figura 7.6).

Logo, as operações externas incluem as atividades de preparação que antecedem a troca e podem ser realizadas em paralelo ao ciclo da máquina, como buscar as ferramentas e outros insumos necessários durante a troca. Além disso, as atividades externas após a troca incluem, por exemplo, a regulação do maquinário, a qual pode gerar perdas de qualidade. Por isso o tempo de *setup* deve ser analisado até a primeira peça boa produzida do próximo lote.

Etapa 2 – Separar as operações externas das internas

Após a identificação das operações internas e externas, essas deverão ser agrupadas. As internas serão agrupadas no momento em que a máquina se encontra parada; e as externas serão agrupadas antes de se parar a máquina ou depois de se reativá-la. Isto é, se existem tarefas que aconteceram enquanto a máquina estava parada, mas poderiam ser “adiantadas” e realizadas em paralelo com a operação do equipamento, devem ser realocadas para esse momento mais propício.

Etapa 3 – Converter as operações internas em externas

A terceira etapa basicamente consiste em transformar operações internas em externas. Isso pode ser feito ao se trabalhar na organização da troca de ferramentas, na preparação, abastecimento de recursos e na obtenção de materiais sobressalentes.

É uma etapa muito importante, na medida em que representa ótima oportunidade de economia no tempo de troca. Seus ganhos estimados podem chegar a mais de 30% na redução do tempo de troca.

Por exemplo: em um projeto de redução do *lead time* da execução da manutenção preventiva de máquinas agrícolas, foi aplicada a técnica do SMED. Uma das ações que gerou mais ganhos na redução desse tempo foi a de adquirir filtros adicionais. Isso permitiu que a operação antes realizada du-

rante a manutenção preventiva de limpeza de filtros (operação interna) fosse convertida em operação externa. Assim, o filtro sobressalente se encontra lavado e durante a manutenção preventiva basta trocar o sujo pelo sobressalente limpo. Em um momento propício após essa manutenção, o filtro sujo será lavado e ficará esperando a próxima manutenção para que possa substituir outro filtro sujo.

Etapa 4 – Reduzir o tempo das operações internas

A próxima oportunidade é a redução do tempo das operações internas, em que se deve reduzir o tempo necessário para efetuar as atividades que têm de ser realizadas com a máquina parada. É recomendável investigar relatórios que possam informar sobre eventuais causas de atrasos em trocas anteriores, uma vez que esses relatórios podem fornecer pistas sobre possíveis oportunidades de melhoria.

Etapa 5 – Reduzir o tempo das operações externas

O foco desta etapa é a redução do tempo necessário para realizar as atividades que podem ser feitas em paralelo ao ciclo da máquina.

As cinco etapas do SMED são representadas na Figura 7.7.

Após a realização do SMED, é interessante efetuar a troca já com as ações realizadas e medir o novo tempo alcançado. Ao final, como em qualquer projeto de melhoria, os padrões deverão ser revistos, treinamentos realizados com base nessas atualizações e o resultado acompanhado. Padrões visuais devem ser utilizados sempre que possível, e, além disso, auditorias periódicas devem ser realizadas com base nesses padrões para que os resultados sejam sustentados.

Otimização do tempo de ciclo em um posto de trabalho (Single Minute Cycle Time – SMCT)

A mesma lógica do SMED pode ser utilizada para reduzir o tempo de ciclo em um posto de trabalho. O único cuidado é entender que, nesse caso, o conceito de operações internas e externas é um pouco distinto, já que as operações internas ocorrem em paralelo ao ciclo da máquina como apresentado na Figura 7.5. No caso das trocas em que o SMED é aplicado, as operações internas são aquelas que ocorrem com a máquina parada.

Portanto, para otimizar o tempo de ciclo de um posto de trabalho, também teremos cinco etapas, apresentadas na Figura 7.8.

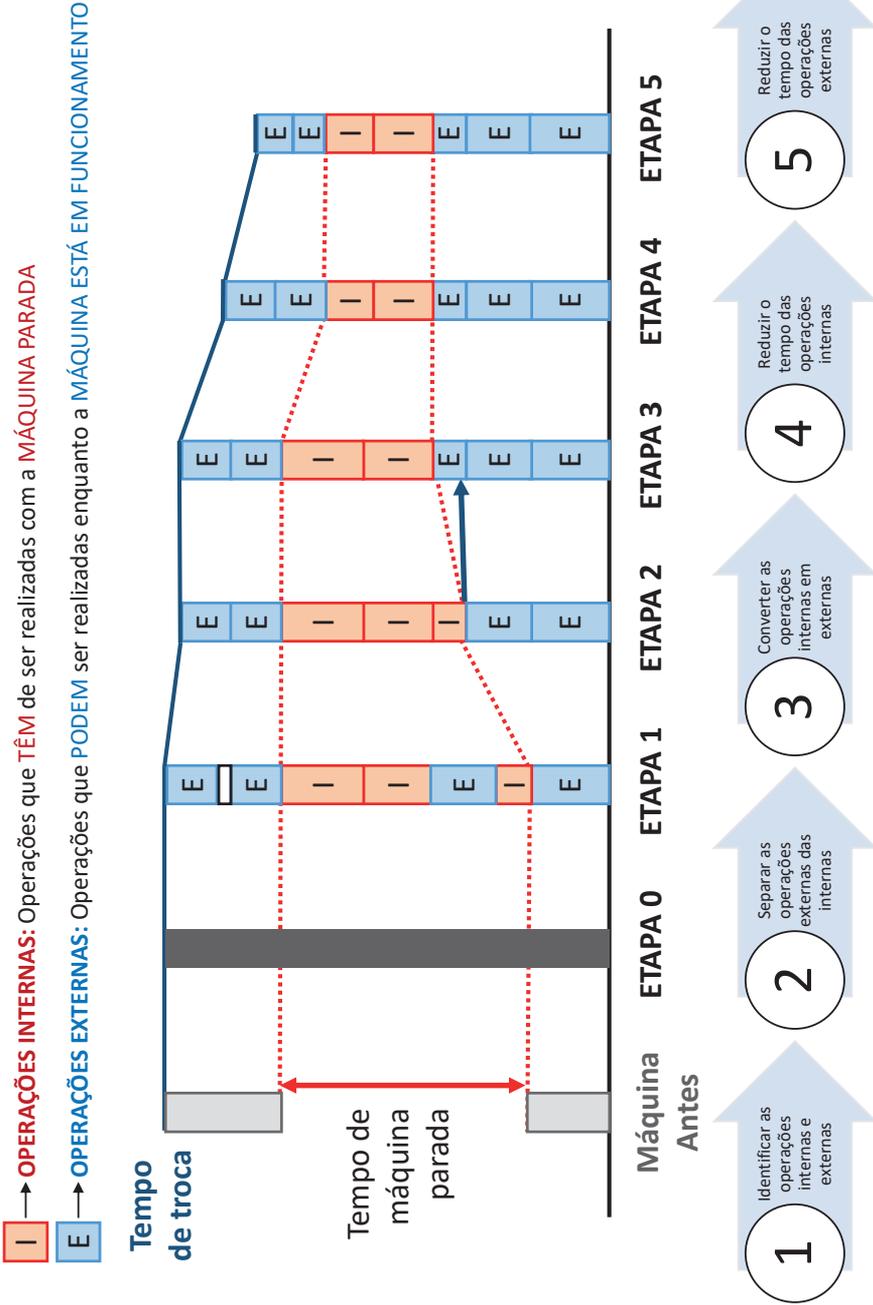


Figura 7.7 – Etapas da otimização do tempo de troca de ferramentas (SMED)

Etapa 1 – Identificar as operações internas e externas

Nesse caso o conceito é um pouco diferente. As OPERAÇÕES INTERNAS são aquelas que PODEM ser realizadas enquanto a MÁQUINA ESTÁ EM FUNCIONAMENTO; já as operações externas dizem respeito às atividades que PRECISAM ser realizadas enquanto a MÁQUINA ESTÁ PARADA, como durante a alimentação da máquina e na retirada de peças (Figura 7.5).

Etapa 2 – Separar as operações internas das externas

Após a identificação das operações internas e externas, essas deverão ser agrupadas assim como na segunda etapa do SMED. No caso, as internas serão agrupadas em paralelo ao funcionamento da máquina, enquanto as externas serão agrupadas nos momentos em que a máquina se encontra parada. Isto é, se existem tarefas que acontecem enquanto a máquina está parada, mas poderiam ser “adiantadas” e realizadas em paralelo com a operação do equipamento, elas devem ser realocadas para esse momento mais propício.

Etapa 3 – Converter as operações externas em internas

Esta etapa é um pouco diferente de sua equivalente do SMED. Durante uma troca ou ciclo, deve-se sempre otimizar as atividades que são realizadas enquanto a máquina está em funcionamento de forma que o tempo de troca ou de ciclo seja o menor possível. É por isso que no terceiro passo do SMED operações internas são convertidas em externas. No entanto, no caso de redução do tempo de ciclo, as operações externas deverão ser convertidas em internas. Repare que nos dois casos o objetivo é que o operador trabalhe ao máximo em paralelo com a máquina, e que o tempo que ela se encontra parada, durante uma troca ou durante o tempo de ciclo, seja minimizado.

Etapa 4 – Reduzir o tempo das operações externas

Quando se objetiva otimizar o tempo de ciclo, as operações externas devem ser reduzidas antes das operações internas devido à mesma razão apresentada na etapa anterior. Devemos dar prioridade à redução no tempo das atividades que acontecem com a máquina parada.

Etapa 5 – Reduzir o tempo das operações internas

Finalmente, deve-se trabalhar na redução do tempo das atividades realizadas em paralelo com o ciclo da máquina.

I → **OPERAÇÕES INTERNAS**: Operações que **PODEM** ser realizadas enquanto a **MÁQUINA ESTÁ EM FUNCIONAMENTO**
E → **OPERAÇÕES EXTERNAS**: Operações que **TÊM DE** ser realizadas com a **MÁQUINA PARADA**

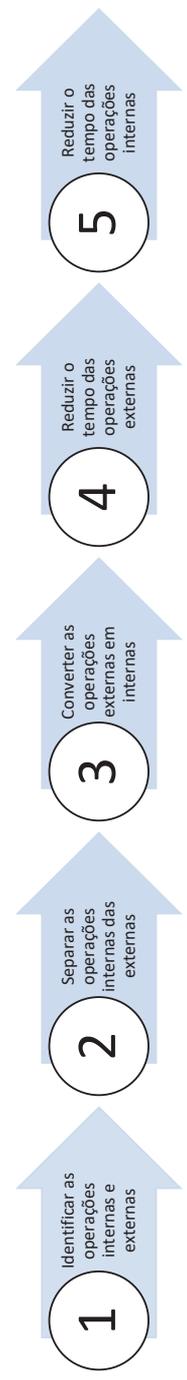
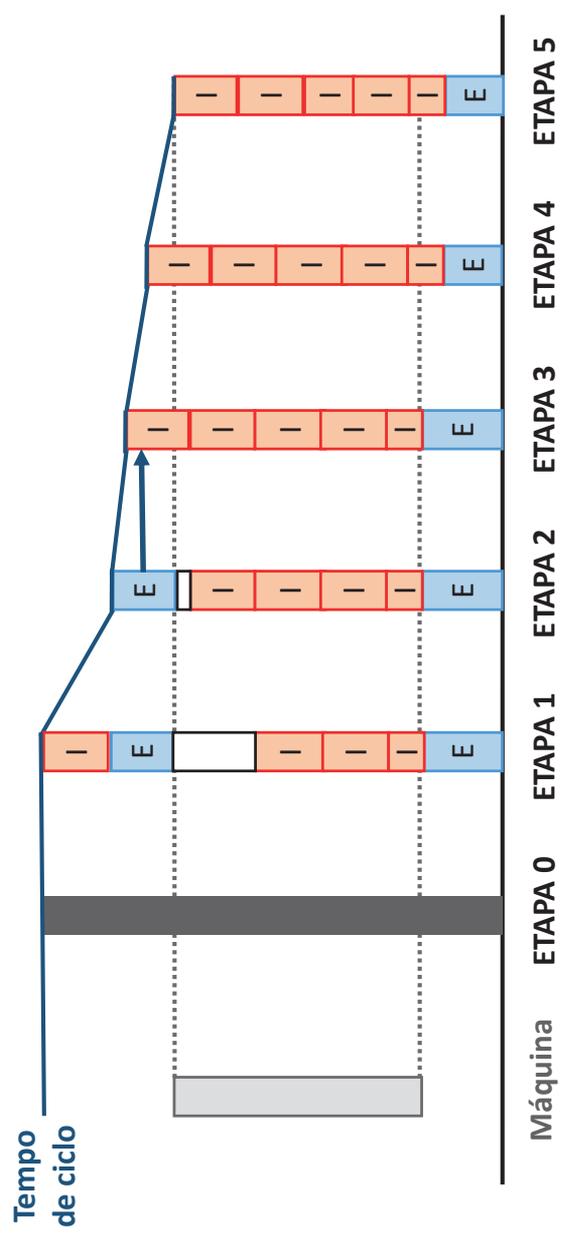


Figura 7.8 – Etapas da otimização do tempo de ciclo

DICA: USAR *POST-ITS*

Sempre que um projeto envolver muitas pessoas, é interessante usar ferramentas visuais como *post-its* para construir os gráficos de atividade e gráficos homem-máquina (Figura 7.9). Fazer as análises no computador de forma isolada pode ser prático e cômodo, mas não estimula o espírito de trabalho em equipe e de melhoria contínua.

Assim, pode-se usar uma parede para construir um gráfico homem-máquina, por exemplo, durante um projeto de otimização do tempo de troca (SMED). Dessa forma, todos os membros da equipe participarão da montagem e, conseqüentemente, se sentirão “donos” do projeto. Além disso, os *post-its* facilitam eventuais retrabalhos. Basta pegar um *post-it* e realocá-lo para o local correto.

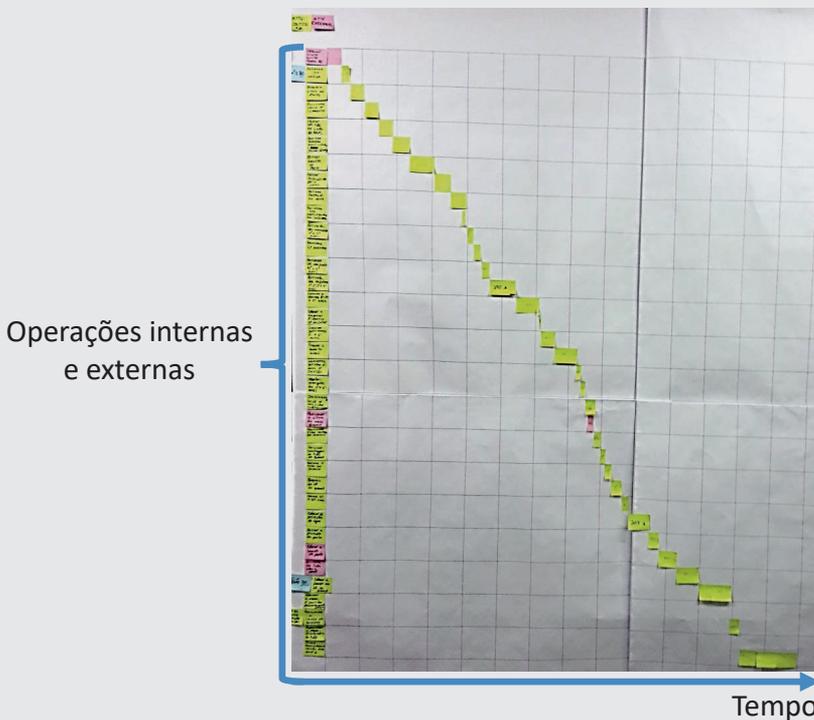


Figura 7.9 – Exemplo do uso de *post-its*

CAPÍTULO 8: BALANCEAMENTO DE LINHA

Antes do desenvolvimento da linha de montagem, Ford construía seus carros em galpões específicos para cada modelo (T, S, entre outros) na planta Piquette, em Detroit (Figura 8.1). Assim, os carros ficavam estacionários enquanto seus funcionários trabalhavam na fabricação. Antigamente não seria de se estranhar, pois, que uma pessoa pudesse montar um carro sozinha.

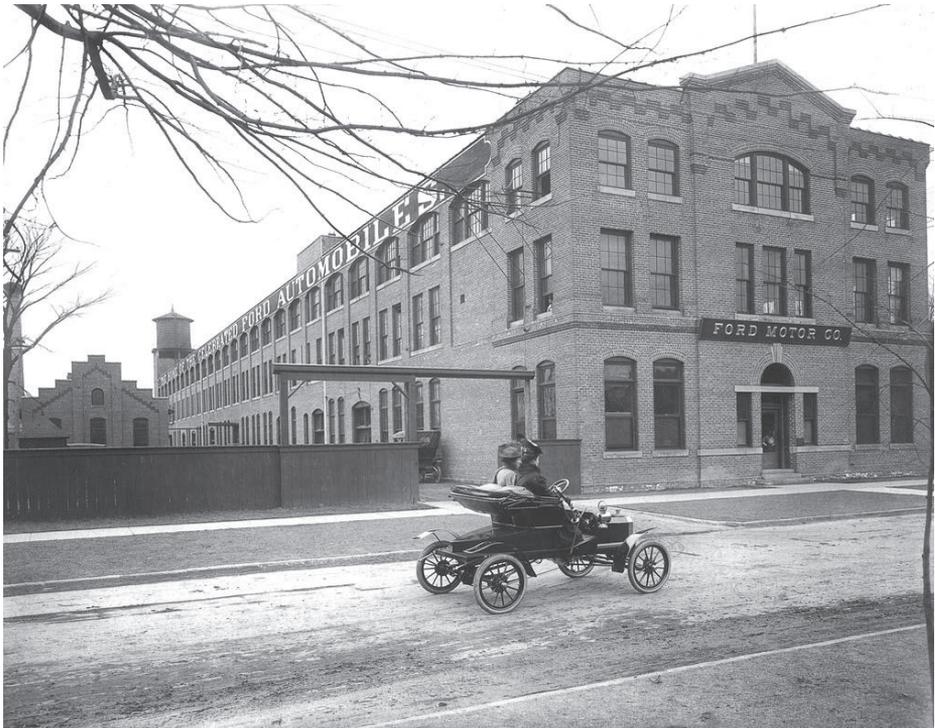


Figura 8.1 – Fábrica Piquette da Ford em Detroit

Sob essa perspectiva, considerando hipoteticamente que um operador experiente, por exemplo, trabalhasse 8 horas por dia, 22 dias no mês e gastasse 44 horas na montagem de um automóvel, quantos operadores seriam necessários para suprir uma demanda de 80 carros por mês?

A partir dos dados fornecidos, calcula-se que um operador seria capaz de montar quatro carros por mês:

$$\frac{\text{Número de carros montados por operador} = \frac{\text{Tempo disponível por mês}}{\text{Tempo necessário para montar um automóvel}} = \frac{8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} \times 22 \frac{\text{dias}}{\text{mês}}}{44 \frac{\text{horas}}{\text{automóvel}}} = 4 \text{ automóveis por mês}}$$

Logo, para suprir a demanda de 80 carros por mês, seriam necessários vinte operadores:

$$\frac{80 \text{ carros/mês}}{4 \text{ carros/operador.mês}} = 20 \text{ operadores}$$

No mundo atual, em que a maioria das empresas automotivas possui alta demanda de carros, essa estratégia não se mostra tão interessante, uma vez que requer alto investimento em equipamentos, alta necessidade de espaço físico, elevado tempo de treinamento para que um operador aprenda a montar um carro sozinho, e até a dificuldade de se encontrarem pessoas com perfil tão específico.

A solução para o problema foi a especialização do trabalho, ou seja, dividir o trabalho entre mais de um operador, e o advento da linha de montagem. Com esse intuito, a carga de trabalho envolvida na construção de um carro deveria ser dividida entre os operadores de forma similar, isto é, balanceada entre eles. Dessa forma se evitaria sobrecarga e ociosidade entre os operadores e todos trabalhariam em um mesmo ritmo, o que evitaria gargalos e otimizaria a eficiência do fluxo produtivo.

O compartilhamento de tarefas entre operadores normalmente gera tempo ocioso e a linha se torna desbalanceada. O gráfico de atividades da Figura

8.2 apresenta quanto tempo cada um dos três postos de trabalho de uma linha produtiva gasta a cada ciclo de produção de uma peça.

Com base nessa figura, conclui-se que essa linha se encontra desbalanceada, haja vista que o tempo de cada posto é muito diferente dos demais. Nesse caso, quem ditará o ritmo de produção será o operador mais lento (gargalo), ou seja, o posto de trabalho que apresenta maior tempo de ciclo – que nessa figura é o posto 3.

O balanceamento de linha objetiva, portanto, obter um melhor equilíbrio de carga de trabalho entre os trabalhadores e os equipamentos. Consequentemente, introduz um fluxo mais uniforme de produção.

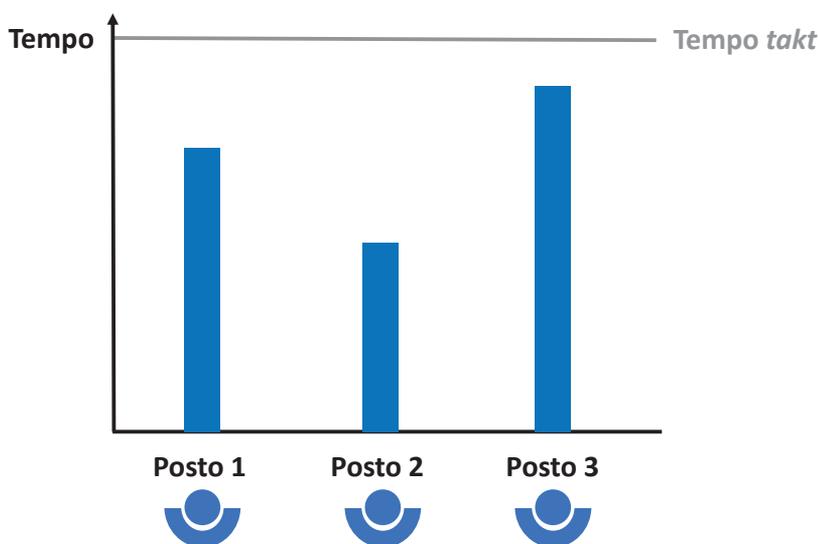


Figura 8.2 – Linha desbalanceada

Uma linha de produção balanceada é representada na Figura 8.3. Nessa figura se observa que o tempo gasto por qualquer um dos postos de trabalho é praticamente igual ao dos demais. Ou seja, o tempo das atividades está mais bem-balanceado entre esses postos conforme a taxa de produção necessária – a qual se determina pela demanda através do cálculo do tempo *takt* (conceito apresentado no capítulo 6) ou pelo tempo de ciclo requerido. Por outro lado, é a taxa de produção que determina o número ideal de trabalhadores a serem alocados a um posto de trabalho.

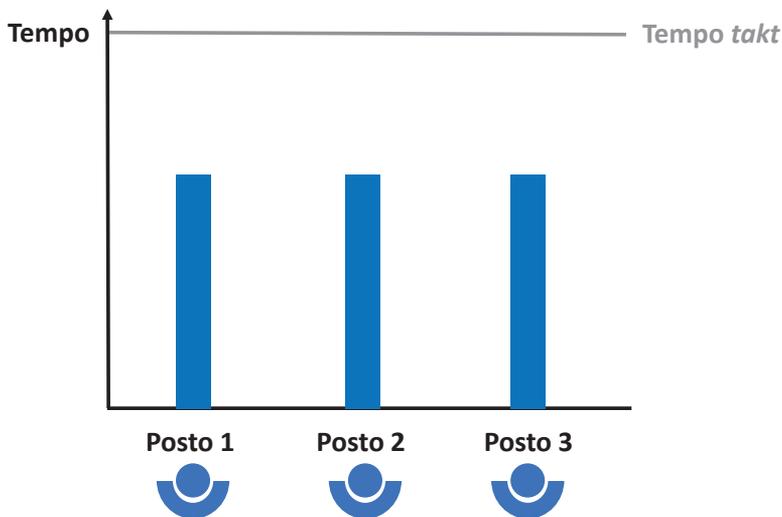


Figura 8.3 – Linha balanceada

Assim, o balanceamento basicamente consiste em determinar o número ideal de trabalhadores a serem designados para uma linha de produção ou posto de trabalho e, em seguida, alocar tarefas ou elementos de trabalho a cada um desses operadores a fim de alcançar a maior eficiência possível na operação. Esse é o tema do presente capítulo.

Além do ajuste do número de operadores e a definição da alocação de tarefas para cada um deles, o balanceamento também pode ser realizado por meio de:

- Aquisição de máquinas adicionais ou com funções diferentes;
- Estoque de materiais;
- Aumento de velocidade de alimentação de equipamentos;
- Melhoria de métodos;
- Ajuste da velocidade da linha;
- Subcontratação e terceirização.

Algumas considerações devem ser feitas quando se realiza o balanceamento de linha por meio do ajuste do número de operadores:

- As tarefas ou os elementos de trabalho são indivisíveis;
- O tempo *takt* da linha é o maior tempo possível para um elemento de trabalho atender a demanda do cliente;
- O método de trabalho é fixo;
- Os elementos de trabalho podem ser realizados mesmo que por operadores mais lentos;
- A curva de aprendizagem – representações matemáticas utilizadas para verificar o desempenho de trabalhadores quando submetidos a tarefas repetitivas dos operadores – é desconsiderada;
- A soma dos tempos dos elementos de trabalho é o tempo de ciclo total de uma estação de trabalho;
- As regras de precedência devem ser mantidas.

Ou seja, isso quer dizer que o balanceamento deve ser realizado quando o processo estiver da forma mais ideal possível. Não se deve realizar o balanceamento para, em seguida, empreender melhorias nos tempos das tarefas e alterar as regras de precedência destas. Se tais oportunidades forem evidenciadas, devem ser realizadas melhorias antes do balanceamento.

Uma vez que o processo esteja devidamente padronizado e isento de causas especiais que afetem sua variabilidade, o balanceamento de linha pode ser realizado conforme o passo a passo descrito a seguir.

8.1 Passo a passo do balanceamento de linha

A Figura 8.4 apresenta de forma resumida esse passo a passo, o qual é apresentado em detalhes a seguir.

Passo 1 – Organização das informações requeridas

Nesta etapa serão levantadas e organizadas as informações necessárias nas

etapas subsequentes do balanceamento, como:

- Descrições e tempos dos elementos de trabalho (tarefas);
- Diagrama de precedência;
- Volume a ser produzido (demanda);
- Tempo total disponível para produção (eficiência geral do departamento, disponibilidade do equipamento, número de dias úteis, turnos de trabalho e de horas por turno);
- Somatório do tempo das tarefas.

Passo 2 – Cálculo do tempo *takt*

Dependendo dos dados disponibilizados, podemos calcular o tempo *takt* de duas formas:

Opção 1: Cálculo do tempo takt através da velocidade da linha

A primeira opção é utilizar a velocidade da linha no cálculo do tempo *takt*. A velocidade da linha pode ser calculada a partir da seguinte fórmula:

$$\textit{Velocidade da linha} = \frac{\textit{Demanda}}{\textit{Eficiência}}$$

Por exemplo, se em uma pizzaria devem ser produzidas cinco pizzas por hora e a eficiência desse estabelecimento é de 83%, a velocidade da linha será de:

$$\textit{Velocidade da linha} = \frac{5 \textit{ pizzas}}{0,83} = 6,02 \rightarrow 6 \textit{ pizzas por hora}$$

Ou seja, teremos que produzir um número maior de pizzas do que a demanda do cliente, pois temos perdas de ineficiência como perdas de qualidade, em que algumas peças deverão ser descartadas.

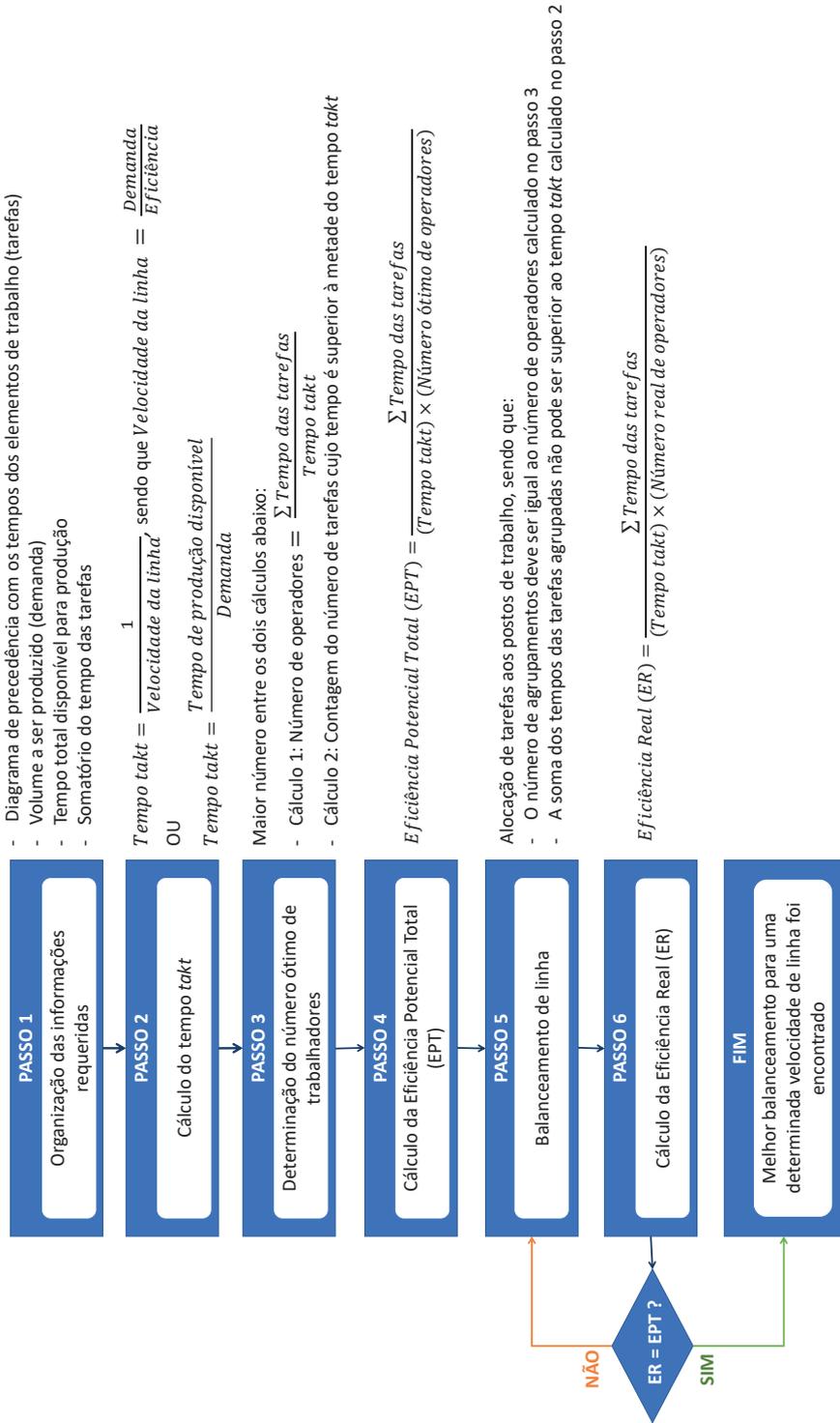


Figura 8.4 – Passo do balanceamento de linha

Em seguida, calcula-se o tempo *takt*:

$$\begin{aligned} \text{Tempo takt} &= \frac{1}{\text{Velocidade da linha}} = \frac{1}{6 \text{ pizzas por hora}} \\ &= 0,167 \text{ hora por pizza} \end{aligned}$$

Convertendo o valor encontrado para minutos por pizza, temos:

$$0,167 \frac{\text{hora}}{\text{pizza}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} = 10 \text{ minutos por pizza}$$

Assim, o tempo *takt* é de 10 minutos por pizza. Ou seja, a cada 10 minutos deve-se finalizar uma pizza.

Opção 2: Cálculo direto a partir do tempo takt

No segundo caso não é necessário calcular a velocidade da linha – o tempo *takt* pode ser calculado diretamente por meio da fórmula apresentada no capítulo 6.

$$\text{Tempo takt} = \frac{\text{Tempo de produção disponível}}{\text{Demanda}}$$

Por exemplo, se a demanda mensal de pizzas é de 10 000 unidades e o estabelecimento funciona 100 000 minutos por mês, o tempo *takt* será:

$$\text{Tempo takt} = \frac{100\,000 \text{ minutos por mês}}{10\,000 \text{ unidades por mês}} = 10 \text{ minutos por pizza}$$

Passo 3 – Determinação do número ótimo de trabalhadores

O número ótimo de operadores será o maior número entre os dois cálculos abaixo:

- Cálculo 1: $\frac{\sum \text{Tempo das tarefas}}{\text{Tempo takt}}$;
- Cálculo 2: Contagem do número de tarefas cujo tempo é superior à metade do tempo *takt*.

Considerando, por exemplo, 10 elementos de trabalho com os tempos (em minutos) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, a soma do tempo dessas tarefas é, pois, de 55 minutos. Considerando essas informações e um tempo *takt* de 10 minutos, devemos prosseguir aos dois cálculos para escolher o maior valor entre eles. Assim, temos:

- Cálculo 1:

$$\begin{aligned} \text{Número de operadores} &= \frac{\sum \text{Tempo das tarefas}}{\text{Tempo takt}} = \\ &= \frac{55}{10} = 5,5 \rightarrow 6 \end{aligned}$$

Como não podemos cortar um operador ao meio, esse valor será arredondado para cima. O cálculo 1 nos fornece, pois, o número de seis operadores.

- Cálculo 2: cinco elementos possuem tempo superior à metade do tempo *takt* (5 minutos).

Os elementos de trabalho com tempo superior a 5 minutos estão evidenciados a seguir: 1, 2, 3, 4, 5, **6, 7, 8, 9, 10**.

Em seguida, devemos escolher o maior valor encontrado nos cálculos 1 e 2:

- **Cálculo 1 = 6 pessoas;**
- Cálculo 2 = 5 pessoas.

Portanto, o número ótimo de operadores é o maior número encontrado, que nesse caso é de seis pessoas.

Passo 4 – Cálculo da Eficiência Potencial Total (EPT)

A Eficiência Potencial Total (EPT) pode ser calculada a partir da seguinte fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Eficiência Potencial Total} &= \\ &= \frac{\sum \text{Tempo das tarefas}}{(\text{Tempo takt}) \times (\text{Número ótimo de operadores})} \end{aligned}$$

Para o exemplo apresentado no passo 3, temos:

$$Eficiência\ Potencial\ Total = \frac{55}{10 \times 6} = 0,9167 \rightarrow 91,67\%$$

Passo 5 – Balanceamento de linha

Nesta etapa, a partir dos tempos das tarefas evidenciados no gráfico de precedência, elas deverão ser agrupadas e alocadas para cada posto de trabalho. Durante a realização dos agrupamentos, duas diretrizes deverão ser seguidas:

- O número de agrupamentos deve ser igual ao número de operadores calculado no passo 3 para que se alcance a EPT calculada. Afinal, cada agrupamento corresponde às tarefas que serão agrupadas para cada operador. Se o número de agrupamentos for inferior ao valor calculado no passo 4, a eficiência do balanceamento será comprometida;
- A soma dos tempos das tarefas agrupadas por posto de trabalho não pode ser superior ao tempo *takt* calculado no passo 2. Senão, a demanda do cliente não será atendida.

Vale ressaltar que tanto modelos matemáticos (pesquisa operacional e simulação) quanto modelos heurísticos podem ser utilizados no balanceamento de linha. A Tabela 8.1 apresenta em que tipo de problemas deve-se usar cada um desses modelos.

| | | | |
|---------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------|
| COMPLEXIDADE DO PROBLEMA | Alta | Heurísticas e Meta-heurísticas | Simulação |
| | Baixa | Otimização (Pesquisa Operacional) | Processos Estocásticos |
| | | Baixa | Alta |
| NÍVEL DE ALEATORIEDADE | | | |

Tabela 8.1 – Modelos a serem usados em problemas conforme seu nível de complexidade e aleatoriedade

Apesar de não fornecerem “soluções ótimas”, métodos heurísticos resultam em soluções satisfatórias a partir de tempos computacionais adequados. Existem várias heurísticas que podem ser utilizadas na alocação de tarefas para cada posto de trabalho. Assim, a regra de decisão a ser utilizada na escolha da sequência de tarefas a serem agrupadas pode ser dada a partir da (o):

- Tarefa de mais longa duração (*longest operation time* ou *longest work element*): escolhe primeiro a tarefa candidata com maior tempo de operação. O objetivo é alocar as tarefas mais difíceis primeiro, enquanto aquelas com tempos mais curtos recebem prioridade secundária;
- Tarefa de mais curta duração (*shortest operation time* ou *shortest work element*): regra oposta à regra da tarefa de mais longa duração, uma vez que dá preferência à alocação de postos de trabalho que englobem as tarefas mais curtas;
- Tarefa com maior número de tarefas subsequentes (*most following tasks* ou *most followers*): escolhe primeiro candidata com maior número de tarefas subsequentes a partir do gráfico de precedência. Na Figura 8.5, por exemplo, o item G tem apenas uma tarefa subsequente (H), enquanto o item D tem quatro tarefas subsequentes (E, F, G e H). Essa regra busca manter a flexibilidade para que na alocação das últimas estações de trabalho ainda permaneçam boas opções de escolha;
- Tarefa com menor número de tarefas subsequentes (*fewest following tasks* ou *fewest followers*): estratégia oposta à estratégia de maior número de tarefas subsequentes, em que se escolhe primeiro a candidata com menor número de tarefas subsequentes;
- Método do peso posicional (*ranked positional weight*): o peso posicional de uma operação é dado por sua posição no gráfico de precedência a partir da soma de todos os tempos das operações subsequentes. Então, dado um tempo *takt*, os elementos são atribuídos às estações na ordem decrescente dos valores de peso posicional.

Essas heurísticas são apresentadas em detalhes nos livros de Gaither, Frazier e Santos; e Krajewski, Ritzman e Malhotra.

Existem *softwares* como o QM for Windows que fornecem o resultado de todas essas heurísticas de forma automática. Entretanto, vale ressaltar que o objetivo deste livro é que o aluno realize o balanceamento de linha de for-

ma ativa e com pensamento crítico independentemente da estratégia pela qual ele opte, ao invés de simplesmente receber resultados de *softwares* de forma passiva. Essa é uma habilidade primordial aos engenheiros do futuro, uma vez que a partir de pequenas melhorias na linha de produção é possível alcançar um balanceamento mais eficiente.

Passo 6 – Cálculo da Eficiência Real (ER)

A partir do número real de operadores resultante do balanceamento de linha realizado no passo 5, podemos calcular a Eficiência Real (ER):

$$\text{Eficiência Real} = \frac{\sum \text{Tempo das tarefas}}{(\text{Tempo takt}) \times (\text{Número real de operadores})}$$

Comparando, então, a Eficiência Real (ER) com a Eficiência Potencial Total (EPT), calculada no passo 5, podemos chegar às seguintes conclusões:

- Se Eficiência Real (ER) = Eficiência Potencial Total (EPT): foi encontrado o melhor balanceamento para uma determinada velocidade de linha;
- Se Eficiência Real (ER) < Eficiência Potencial Total (EPT): mais análises são necessárias para um melhor balanceamento.

Se ER < EPT, existem potenciais soluções:

- Realocação de tarefas: verificar se tarefas podem ser realocadas para outro posto de trabalho de forma a alcançar um melhor balanceamento;
- Melhoria do método de trabalho: alcançado, por exemplo, ao se eliminar desperdícios e comprar novo equipamento mais confiável;
- Uso de estoques padronizados de poucas peças entre postos de trabalho;
- Ajuste de velocidade da linha: se for possível reduzir a velocidade da linha sem afetar o volume produzido, um melhor custo por peça é alcançado com uma linha mais balanceada;
- Compartilhamento de tarefas entre postos de trabalho;
- Alocação de múltiplos postos de trabalho: interessante utilizar essa estratégia em gargalos ou em tarefas com alto tempo de ciclo;

- Desmembramento de tarefas aparentemente indivisíveis;
- Alocação de turnos adicionais ou realização de horas extras: usar algumas pessoas fora do horário para produzir peças com o intuito de atender demanda.

8.2 Exemplo (adaptado de Enade 2017 – Engenharia de Produção)

O passo a passo descrito será exemplificado por meio de uma questão do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade) 2017 para o curso de Engenharia de Produção.

Uma empresa produz circuitos eletrônicos integrados em um turno de trabalho de oito horas por dia. Essa empresa precisa produzir 1 200 peças em um mês com 25 dias úteis. Cada unidade produzida (circuito eletrônico) passa, em sua linha de montagem, por oito tarefas, as quais estão evidenciadas na Tabela 8.2. A mesma tabela apresenta também a duração (em minutos) e a precedência das tarefas.

| TAREFA | DESCRIÇÃO DA TAREFA | DURAÇÃO | PRECEDÊNCIA |
|--------|---|---------|-------------|
| A | Receber os produtos e soltar os cabos | 6 | - |
| B | Posicionar os cabos e os ligantes de forma contígua | 4 | A |
| C | Inserir os ligantes nos terminais de diferenciação | 3 | B |
| D | Aplicar revestimento no ligante componente | 5 | C |
| E | Montar a base e posicionar os componentes | 4 | D |
| F | Fixar os aterradores de proteção | 5 | D |
| G | Lixar a base e aplicar adesivos | 2 | E, F |
| H | Fixar componentes na base e retirar rebarbas | 1 | G |

Tabela 8.2 – Dados do problema para balanceamento de linha

Passo 1 – Organização das informações fornecidas

Construção do diagrama de precedência das tarefas (Figura 8.5):

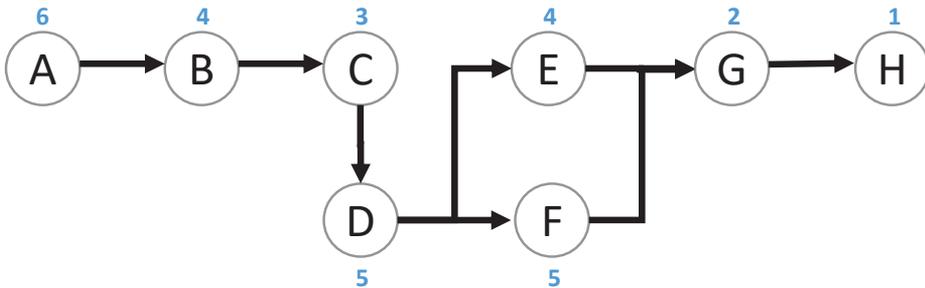


Figura 8.5 – Diagrama de precedência

Variáveis fornecidas no problema:

- Demanda mensal = 1 200 peças por mês;
- Número de dias úteis = 25 dias úteis por mês;
- Número de turnos de trabalho = 1 turno por dia;
- Número de horas por turno = 8 horas por turno;
- \sum Tempo das tarefas = 6 + 4 + 3 + 5 + 4 + 5 + 2 + 1 = 30 minutos.

Passo 2 – Cálculo do tempo *takt* (em minutos/unidade produzida)

O problema nos forneceu as informações de modo que pudéssemos calcular diretamente o tempo *takt*.

$$\begin{aligned} \text{Tempo takt} &= \frac{\text{Tempo de produção disponível (em um mês)}}{\text{Demanda mensal}} = \\ &= \frac{\text{Dias úteis/mês} \times \text{Turnos/dia} \times \text{Horas/turno}}{\text{Demanda mensal}} = \\ &= \frac{25 \text{ dias/mês} \times 1 \text{ turno/dia} \times 8 \text{ horas/turno} \times 60 \text{ minutos/hora}}{1\,200 \text{ peças/mês}} \\ \text{Tempo takt} &= 10 \text{ minutos/peça} \end{aligned}$$

Isso significa que a empresa deverá gastar, no máximo, dez minutos para produzir cada peça.

Passo 3 – Determinação do número ótimo de trabalhadores

Cálculo 1 → Cálculo do número de operadores.

$$\text{Número de operadores} = \frac{\sum \text{Tempo das tarefas}}{\text{Tempo takt}} =$$

$$\frac{30}{10} = 3 \text{ pessoas}$$

Cálculo 2 → Contagem do número de tarefas cujo tempo é superior à metade do tempo *takt* (Figura 8.6). Assim, apenas a tarefa A possui tempo superior a 5 minutos. Logo, Cálculo 2 = 1 pessoa.

$$\frac{1}{2} \text{ Tempo takt} = 5 \text{ minutos}$$

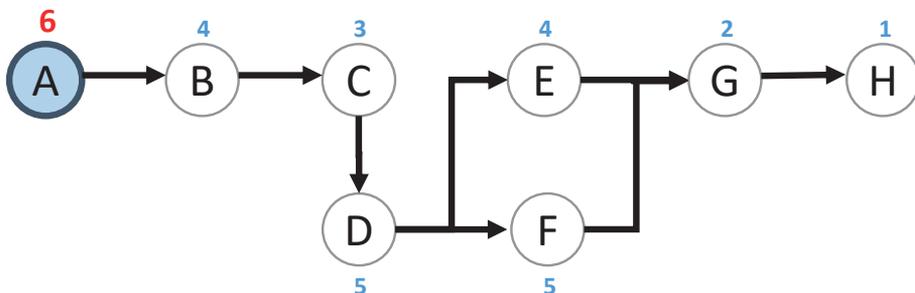


Figura 8.6 – Tarefas com tempo superior a 5 minutos

Em seguida, devemos escolher o maior valor encontrado nos cálculos 1 e 2:

- Cálculo 1 = 3 pessoas;
- Cálculo 2 = 1 pessoa.

Portanto, o número ótimo de operadores é três pessoas.

Passo 4 – Cálculo da Eficiência Potencial Total

$$\begin{aligned} \text{Eficiência Potencial Total} &= \frac{\sum \text{Tempo das tarefas}}{(\text{Tempo takt}) \times (\text{Número ótimo de operadores})} \\ &= \frac{30}{10 \times 3} = 1, \text{ ou seja, } 100\% \end{aligned}$$

Passo 5 – Balanceamento de linha

No passo 4, concluímos que o número ótimo de operadores são três pessoas. Assim, devemos agrupar as tarefas em três grupos, que serão alocados para cada um dos três operadores (Figura 8.7). Além disso, a soma do tempo das tarefas agrupadas não pode ser superior ao tempo *takt* calculado de 10 minutos.

Repare que esse balanceamento “ótimo” considera ser possível agrupar tarefas não sequenciais. Entretanto, em situações em que existem restrições que obrigam a alocação apenas de tarefas sequenciais aos operadores, essas premissas devem ser consideradas na hora do balanceamento. A consequência será que a eficiência real será inferior à eficiência potencial total até que melhorias permitam alcançar a eficiência potencial total.

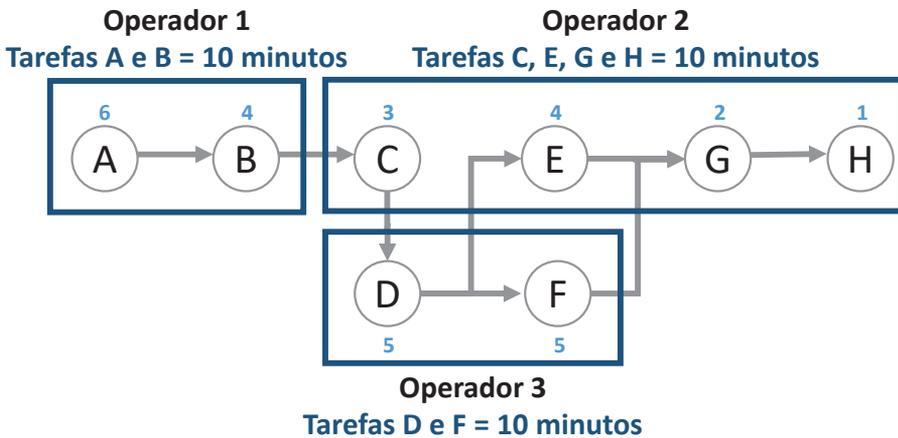


Figura 8.7 – Balanceamento de linha

Talvez você esteja se questionando: afinal, como conseguiríamos alocar essas tarefas de forma não sequencial? Nesse caso uma solução simples seria trabalhar com estoques intermediários padronizados (WIP) de uma peça entre alguns postos de trabalho (Figura 8.8 e Tabela 8.3). Essa melhoria permite trabalhar tarefas não sequenciais de forma sequencial e sincronizar esses postos.

Outro ponto importante é que consideramos que as tarefas apresentam tempos fixos. Vale ressaltar que na prática esses tempos apresentam um nível de aleatoriedade, podendo ser representados por distribuições de probabilidade. Se for verificada uma alta variabilidade nos tempos dessas tarefas, projetos de Seis Sigma ou de *lean* podem ser criados com o intuito de mitigá-la. Entretanto, se essa variabilidade não puder ser reduzida a um nível

aceitável para se realizar o balanceamento conforme as heurísticas sugeridas por este livro, recomenda-se utilizar modelos de simulação para realizar o balanceamento, que podem ser desenvolvidos em *softwares* como o Arena e o Promodel.

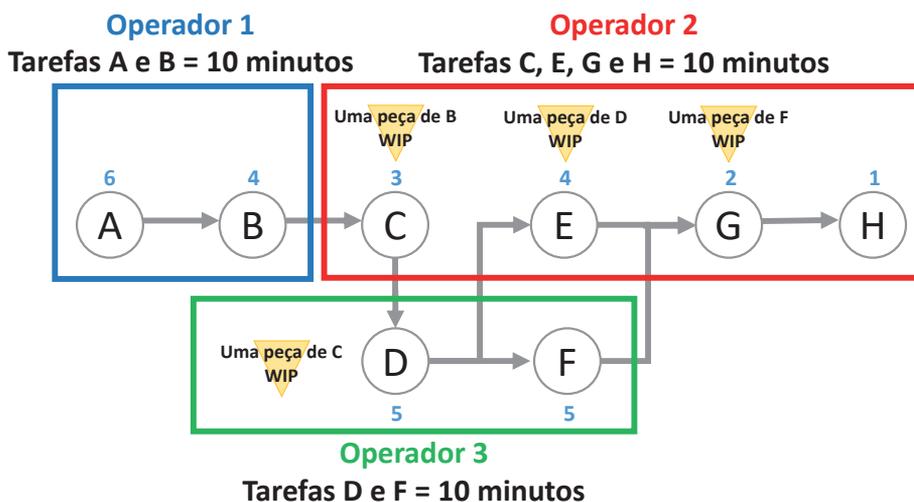


Figura 8.8 – WIP para permitir balanceamento de linha de tarefas não sequenciais

| Tempo (em min) | Tarefa em execução | | | Descrição |
|----------------|--------------------|-----|-----|--|
| | Op1 | Op2 | Op3 | |
| 0 | A | C | D | Operador 1 (Op1) inicia a tarefa A Operador 2 (Op2) inicia a tarefa C Operador 3 (Op3) inicia a tarefa D |
| 3 | A | E | D | Op2 finaliza a tarefa C e inicia a tarefa E |
| 5 | A | E | F | Op3 finaliza a tarefa D e inicia a tarefa F |
| 6 | B | E | F | Op1 finaliza a tarefa A e inicia a tarefa B |
| 7 | B | G | F | Op2 finaliza a tarefa E e inicia a tarefa G |
| 9 | B | H | F | Op2 finaliza a tarefa G e inicia a tarefa H |
| 10 | Fim | Fim | Fim | Op1 finaliza a tarefa B Op2 finaliza a tarefa H Op3 finaliza a tarefa F |

Tabela 8.3 – Descrição cronológica da execução das tarefas pelos operadores em um ciclo de trabalho

Passo 6 – Cálculo da Eficiência Real

$$\begin{aligned} \text{Eficiência Real (ER)} &= \frac{\sum \text{Tempo das tarefas}}{(\text{Tempo takt}) \times (\text{Número real de operadores})} \\ &= \frac{30}{10 \times 3} = 1, \text{ ou seja, } 100\% = \text{Eficiência Potencial Total} \end{aligned}$$

Como a ER = EPT, conclui-se que o melhor balanceamento foi encontrado. Vale apenas ressaltar que existem outras soluções para esse mesmo exemplo que também permitiriam realizar três agrupamentos de tarefas com 10 minutos cada. A solução apresentada foi escolhida por questões didáticas.

8.3 Ferramentas auxiliares no balanceamento de linha

Sempre que possível também podem ser utilizadas ferramentas que facilitem a representação visual do balanceamento de uma linha, como quadros *yamazumi*. *Yamazumi* é o termo japonês para “pilha” ou “monte”. Afinal, um gráfico *yamazumi* nada mais é do que um gráfico de barras empilhadas (Figura 8.9). Pode ser construído usando-se *post-its* com diferentes cores para facilitar a identificação dos desperdícios que representam as oportunidades de melhoria em dado posto de trabalho. Em um balanceamento de linha, usar *post-its* é interessante porque estimula o trabalho em equipe e, também, facilita a criação de cenários ao se transferirem tarefas (*post-its*) entre os operadores.



Figura 8.9 – Quadro *yamazumi* construído com *post-its*

UNIDADE 3

PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO DO TRABALHO

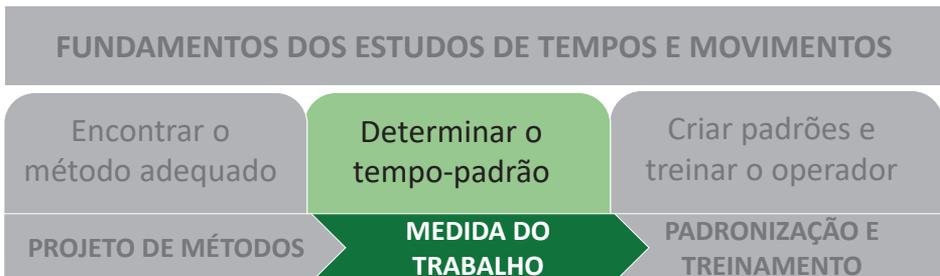
- Roteiro para definição do procedimento de medição
- Estudos de tempo (cronometragem)
- Sistemas predeterminados de tempo
- Estudos de amostragem de trabalho



UNIDADE 3: PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO DO TRABALHO

Após a definição do método adequado, o próximo passo é determinar o tempo-padrão. Nesta unidade, serão apresentados os principais procedimentos de medição do trabalho divididos em quatro capítulos:

- Capítulo 9: Roteiro para definição do procedimento de medição – fornece roteiro guiado para facilitar a definição do melhor procedimento de medição de trabalho a ser usado para determinado problema;
- Capítulo 10: Estudos de Tempo (cronometragem) – usa cronômetro e técnicas estatísticas para se determinar o tempo-padrão de uma operação;
- Capítulo 11: Sistemas predeterminados de tempo (SPDT) – sistemas de padronização de dados que transformam padrões de movimentos em tempos preestabelecidos;
- Capítulo 12: Estudo de amostragem do trabalho (*work sampling*) – método desenvolvido para verificar a proporção de tempo que um trabalhador gasta na execução de diferentes atividades.



- **Capítulo 9:** Roteiro para definição do procedimento de medição
- **Capítulo 10:** Estudos de tempo (cronometragem)
- **Capítulo 11:** Sistemas predeterminados de tempo (SPDT)
- **Capítulo 12:** Estudos de amostragem de trabalho

CAPÍTULO 9: ROTEIRO PARA DEFINIÇÃO DO PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

Este capítulo objetiva fornecer diretrizes na escolha do tipo de procedimento de medição a ser utilizado: estudo de tempo (cronometragem), sistema predeterminado de tempo (SPDT) ou amostragem de trabalho.

Nesse sentido, de antemão se deve frisar que, sempre que se realiza um estudo de tempos e movimentos, é importante seguir uma metodologia sistemática de solução de problemas como o PDCA e o DMAICS, na medida em que o planejamento é a etapa-chave que irá determinar o procedimento de medição de tempo mais adequado a determinado problema.

A escolha do procedimento virá, então, como consequência natural do problema a ser resolvido. Assim, devemos primeiro entender a relação de custo-benefício que o problema demanda (Figura 9.1).



Figura 9.1 – Relação de custo-benefício na medição do trabalho

Com relação aos benefícios almejados em um estudo, devemos nos perguntar:

- Qual é a precisão necessária dos dados a serem coletados? Que precisão devemos alcançar com esse estudo de tempos e movimentos?
- Qual é o impacto que pretendemos gerar? Trata-se de um objetivo pontual ou mais global?
- Qual é a sustentabilidade dos resultados que almejamos?

Por outro lado, os custos envolvidos para resolver o problema também devem ser levantados, porque nem sempre poderemos disponibilizar todos os insumos necessários para se realizar um estudo. Quanto aos custos envolvidos, devemos nos perguntar:

- Quantas pessoas podemos disponibilizar para realizar esse projeto?
→ Custo de recursos humanos
- Nosso objetivo deve ser alcançado em qual horizonte de tempo: curto, médio ou longo prazo? → Custo temporal
- Quantos postos de trabalho deverão ser analisados? → Escopo do estudo
- Quanto dinheiro podemos investir nesse projeto? → Custos financeiros

É importante salientar que muitas vezes se tem uma relação diretamente proporcional entre os custos e os benefícios envolvidos. Ou seja, se objetivamos alcançar um benefício de altíssima precisão com resultados que se sustentem por muito tempo e que envolvam diversos processos de nossa organização, é bem provável que os custos envolvidos serão altos. Necessitaremos de muitas pessoas nesse projeto que, por sua vez, vai durar um horizonte de tempo maior e, conseqüentemente, demandará mais recursos financeiros para sua realização. Assim, ao final devemos tomar a decisão que proporcione uma melhor relação de custo-benefício para nossa realidade.

A partir da relação de custo-benefício demandada pelo problema, o procedimento de medição de tempo deve ser escolhido a partir de suas características, as quais são apresentadas na Tabela 9.1. Vale ressaltar que essas características são apresentadas de forma relativa em relação aos três procedimentos.

| | Estudos de tempo (cronometragem) | Sistemas predeterminados de tempo | Amostragem de trabalho |
|----------|--|---|--|
| Precisão | <p>Alta</p> <p>Usa ferramentas estatísticas para determinar os tempos-padrão.</p> | <p>Alta</p> <p>Usa tabelas-padrão com os tempos-padrão de diversos tipos de operações.</p> | <p>Média</p> <p>Como os dados são coletados por amostragem, sua precisão é inferior aos demais métodos se a amostra e os pressupostos estatísticos não forem corretamente seguidos.</p> |

| | | | |
|---|---|--|---|
| <p>Custos</p> | <p>Mais custos envolvidos</p> <p>Demanda maior tempo de coleta, o que, consequentemente, pode demandar mais recursos humanos e financeiros no projeto.</p> | <p>Menos custos envolvidos</p> <p>Como utiliza filmagem, não é necessário coletar muitos ciclos. Assim, o projeto pode ser realizado em menor tempo, com menos pessoas e, logo, de forma mais barata.</p> | <p>Menos custos envolvidos</p> <p>Por se tratar de uma amostragem, dados podem ser coletados de forma mais rápida e barata.</p> |
| <p>Fase crítica para sucesso</p> | <p>Planejamento e coleta dos dados</p> | <p>Aprender a consultar a tabela de SPDT para transformar os movimentos em tempos-padrão</p> | <p>Planejamento (definição da amostra e frequência de coleta)</p> |
| <p>Tempo de ciclo</p> | <p>É preferível em tempos de ciclo curtos (maiores que 4 segundos), médios e longos (cuidado com <i>trade-off</i> de custos)</p> <p>Não deve ser usado para tempos de ciclo menores do que 4 segundos, uma vez que o tempo de reação para apertar o cronômetro pode aumentar a variabilidade dos dados coletados.</p> <p>Também pode ser usado em tempos de ciclo longos, mas o trabalho de coleta e análise será maior.</p> | <p>Pode ser usado em tempos de ciclo curtos, médios e longos; o que irá variar será a tabela a ser consultada</p> <p>É o procedimento mais adequado para ser usado em tempos de ciclo curtíssimos, já que os movimentos necessários serão transformados em tempos-padrão.</p> | <p>É interessante ser usado em tempos de ciclo médios e longos</p> <p>Se o tempo de ciclo for pequeno, é interessante utilizar um procedimento de medição mais preciso como a cronometragem ou um sistema predeterminado de tempo.</p> |

| | | | |
|--|---|---|--|
| <p>Treinamento</p> | <p>Demanda treinamento prévio principalmente na coleta de dados</p> <p>Quando muitas pessoas diferentes vão coletar, é crucial que sejam realizados vários treinamentos e que os instrumentos de coleta sejam bem padronizados para evitar dados enviesados.</p> | <p>Demanda treinamento prévio principalmente no aprendizado da tabela MOST</p> <p>O maior custo desse procedimento está no aprendizado da utilização dessa ferramenta. No início as pessoas gastarão mais tempo para utilizá-la, mas com a experiência isso será feito cada vez mais rápido.</p> | <p>Requer menos treinamentos, que são mais rápidos</p> <p>Como se trata de um procedimento mais simples, há menor necessidade de treinamentos, os quais podem ser mais rápidos.</p> |
| <p>Medição da variabilidade</p> | <p>A variabilidade real dos tempos dos elementos pode ser medida</p> <p>Como usa ferramentas estatísticas, tanto a média quanto a variação dos dados coletados podem ser estudados.</p> | <p>Não mede a variabilidade dos tempos dos elementos</p> <p>As tabelas servem de base para definir o tempo-padrão para se realizar uma operação a partir dos movimentos necessários. Assim, a variação não é medida.</p> | <p>Mede variabilidade relativa do tempo dos elementos</p> <p>Como se trata de uma amostragem, pode-se medir a variação entre as amostras coletadas.</p> |

Tabela 9.1 – Comparação dos procedimentos de medição do trabalho com base em suas relações de custo-benefício

Portanto, as características desses procedimentos não definem por si só qual deles deve ser usado. Como dito anteriormente, elas devem ser contrastadas com os benefícios almejados e os custos envolvidos no problema em questão. É apresentado na Figura 9.2 um fluxograma de decisão que facilita a escolha do procedimento a ser utilizado. Repare que no final pode ser recomendado mais de um tipo de procedimento de medição para uma combinação de precisão de dados, tamanho do escopo e disponibilidade de recursos.

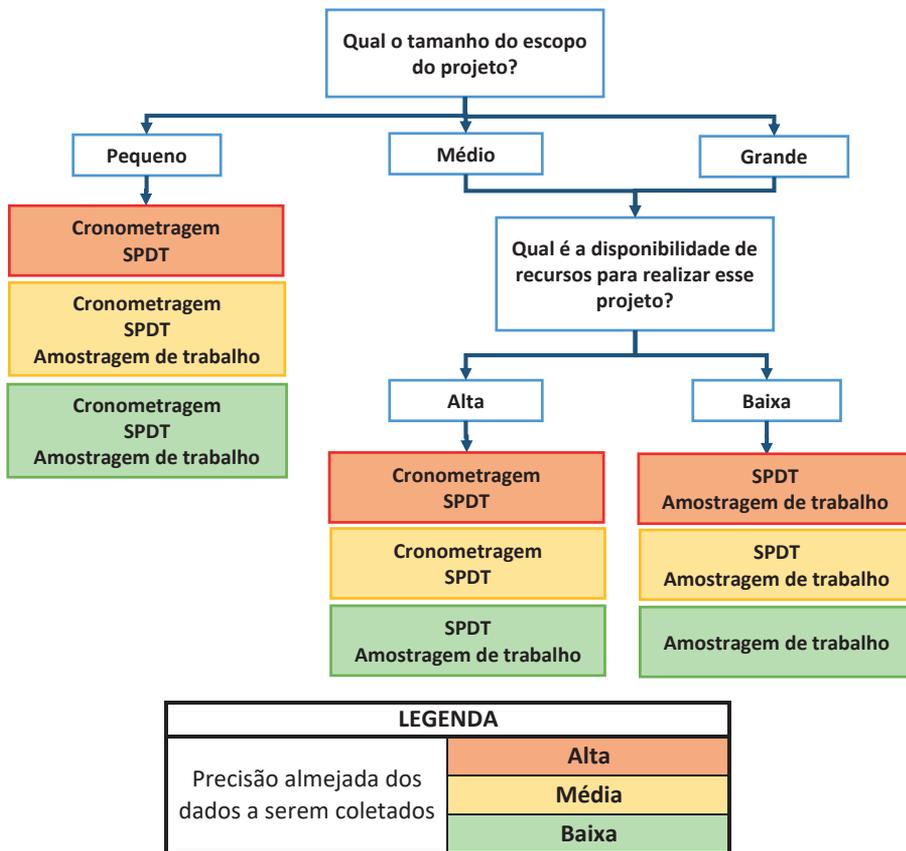


Figura 9.2 – Fluxograma de decisão para escolha do procedimento de medição do trabalho

Se for possível utilizar mais de um procedimento de medição a partir do fluxograma de custo-benefício do problema, podemos olhar outros aspectos como o tamanho do tempo de ciclo da operação a ser analisada *versus* o volume de produção (Tabela 9.2). Repare nessa tabela que, quando se tem um tempo de ciclo muito longo, também é interessante usar dados históricos e consultar *experts* no assunto, ou a própria fabricante do equipamento, para se ter um *benchmarking* ou uma noção dos tempos estudados.

Além disso, é importante considerar outras características desses procedimentos, como as discutidas na Tabela 9.1. Por exemplo: se o objetivo é entender a variabilidade dos elementos de trabalho, a cronometragem se torna preferível.

| TEMPO DE CICLO | VOLUME DE PRODUÇÃO | | |
|----------------|---|---|---|
| | Grande | Médio | Pequeno |
| Longo | Amostragem de trabalho | Amostragem de trabalho Cronometragem | Opinião de <i>experts</i> Amostragem de trabalho Dados históricos |
| Médio | Amostragem de trabalho Cronometragem SPDT | Cronometragem Amostragem de trabalho | Opinião de <i>experts</i> Dados históricos Cronometragem |
| Curto | SPDT | SPDT Cronometragem | Cronometragem Opinião de <i>experts</i> |

Tabela 9.2 – Relação dos procedimentos de medição do trabalho em relação ao tamanho do tempo de ciclo da operação e ao volume de produção

CAPÍTULO 10: ESTUDOS DE TEMPO (CRONOMETRAGEM)

O estudo de tempo por meio da cronometragem direta das operações é um método utilizado para determinar um **dia de trabalho justo**. E o que seria um dia de trabalho justo?

Dia de trabalho justo: quantidade de trabalho produzida por um **operador qualificado** quando trabalhando em um **ritmo normal** de trabalho e **efetivamente utilizando o tempo** quando o trabalho não está restrito a limitações de processo.

Como se percebe, não é uma definição tão simples assim. Afinal, o que podemos considerar como um operador qualificado? O que é um ritmo normal? Como sabemos se estamos utilizando efetivamente o tempo de trabalho?

Operador qualificado: operador, já devidamente treinado na tarefa, que consegue executá-la sem ficar fatigado e sem interferência da curva de aprendizagem.

Ritmo normal: o ritmo de execução da operação não deve gerar riscos de qualidade, segurança ou fadiga no trabalhador com o passar do tempo.

Uso efetivo do tempo: usar efetivamente o tempo é realizar a operação sem a necessidade de paradas não planejadas para descanso.

Além dessas questões conceituais da definição de um estudo de tempo, é importante destacar que este pode ser realizado com os mais variados objetivos:

- Estabelecimento de padrões;
- Planejamento: determinação da necessidade de alocação de pessoas, cálculo da capacidade de um equipamento e planejamento de *layout* de estações de trabalho e processos;
- Avaliação do operador: acompanhamento do desenvolvimento do empregado;
- Estimativa de custos e controle do orçamento: cálculo de custos de pessoal e desenvolvimento de relatórios financeiros;
- Redução de custos: melhorias nos métodos, ferramentas e condições de trabalho; estimativa de redução de custo de pessoal; e avaliação de sugestões de empregados.

Sem contar que o estudo de tempo pode ser realizado tanto em indústrias quanto em organizações prestadoras de serviços. Em indústrias, as atividades geralmente são mais fragmentadas, sendo possível coletar um número elevado de ciclos com baixa duração e variação em seus elementos de trabalho. Já em serviços, muitas vezes o tempo de um elemento de trabalho pode ser bastante longo, e por essa razão poucos ciclos poderão ser coletados. Além do mais, devido a um alto grau de subjetividade do serviço fornecido, pode-se evidenciar um fluxo de tomada de decisão complexo com alta variação em seus elementos.

Para fins didáticos, portanto, este capítulo é subdividido considerando-se duas estratégias a serem adotadas para duas realidades contrastantes:

- Estudos de tempo em indústrias;
- Estudos de tempo em serviços e na área de tecnologia da informação.

Vale ressaltar que a diferenciação entre produto e serviço não é uma questão discreta, mas contínua. Logo, pode haver casos em que, apesar de serem na indústria, é mais interessante aplicar a estratégia descrita na seção “Estudos de tempo em serviços e na área de tecnologia da informação” e vice-versa. Assim, na escolha da melhor estratégia, recomenda-se avaliar questões como a duração do tempo de ciclo, a variabilidade dos elementos de trabalho, o grau de subjetividade, entre outras variáveis.

10.1 Estudos de tempo em indústrias

Independentemente do objetivo, um estudo de tempo na indústria pode ser realizado conforme as etapas a seguir:

Passo 1 – Definição do problema

O primeiro passo em qualquer procedimento de medição do trabalho é a compreensão e definição do problema com os principais envolvidos.

Uma vez compreendido o problema, dados devem ser coletados para selecionar o posto de trabalho ou a operação a ser estudada. Os métodos de análise de fluxo descritos no capítulo 6 podem ser usados nessa fase de estudo das atividades e de seu fluxo. Muitas vezes os gestores passam demandas em que, ao se realizar um estudo prévio, percebe-se a necessidade de estender o trabalho a outros locais e, algumas vezes, até de trocar o foco do trabalho.

Além dos postos e atividades, é importante definir quais produtos serão estudados. Se o escopo do projeto for grande, deve-se trabalhar com famílias

de produtos que têm um tempo de processamento semelhante. Se o estudo for realizado apenas para alguns produtos específicos que são produzidos em maior quantidade, qualquer variação no *mix* de produção pode comprometê-lo. Necessário, portanto, ter uma visão adequada do horizonte de tempo conforme as características do problema.

Passo 2 – Estudo da operação a ser analisada

Antes de se iniciar um estudo de tempo, devem-se levantar os dados disponíveis e estudar as atividades a serem avaliadas e o fluxo em que se encontram.

Alguns pontos de partida interessantes para desenvolver padrões de tempo são:

- Estimativas;
- Dados históricos: mostram quanto tempo uma atividade leva e não quanto deveria levar;
- *Benchmarking*: padrões de referência de outras empresas ou do próprio fabricante de equipamento.

Passo 3 – Comunicação dos envolvidos e definição da equipe do projeto

A partir da definição do escopo de atuação, é fundamental que todos os envolvidos sejam devidamente comunicados. A maioria dos estudos de tempo muitas vezes é dificultada ou até inviabilizada por problemas de planejamento e comunicação. O alinhamento deve ser realizado com todos os envolvidos direta ou indiretamente no estudo, como:

- Gestores da área;
- Coordenadores e engenheiros;
- Líderes de produção e supervisores;
- Operadores / funcionários de todos os turnos envolvidos.

O escopo e a definição de responsabilidades precisam ser bem alinhados para evitar eventuais conflitos e resistências. Um grande dificultador em estudos de tempo é não envolver os operadores ou envolver apenas os de um turno de trabalho. Como são essas pessoas que efetivamente realizam a tarefa, elas devem se sentir “donas” do projeto. Além disso, escolher, por exemplo, apenas operadores do turno central pela conveniência pode ser problemático. Os operadores dos demais turnos podem sentir-se “excluídos” e não ser tão abertos a aceitar possíveis melhorias ou alterações no padrão de trabalho.

Com frequência, estudos de tempos e movimentos são usados em projetos de redução de custos, o que pode dar aos envolvidos a impressão de que se trata de um projeto de “redução de pessoal”. Assim, uma variável que sempre deve ser considerada é a própria presença da pessoa que irá cronometrar, uma vez que isso influenciará os dados coletados.

Esse ponto é bem ilustrado pelas pesquisas realizadas por Elton Mayo na fábrica da Western Electric Company, em Hawthorne, as quais constituem o ponto de partida do desenvolvimento da corrente humanista na administração. O objetivo principal da investigação era o exame das condições de trabalho e sua relação com a produção e, mais amplamente, a determinação e a classificação dos diversos problemas existentes nas situações de trabalho.

Inicialmente, o método de investigação não diferiu muito do de Taylor, sendo que os investigadores pretendiam relacionar o trabalho do operário com variáveis como luminosidade, fadiga, períodos de descanso, entre outras. No entanto, resultados confusos e não conclusivos demonstraram que essas variáveis não deveriam ser consideradas independentemente do sentido atribuído pelos indivíduos, da sua atitude e de suas preocupações a respeito delas. Dessa forma, foi demonstrado que as explicações do comportamento dos trabalhadores estavam não nas características de sua personalidade individual, adquiridas anteriormente fora da empresa, mas sim nas características da organização social constituída pela própria empresa. Os principais determinantes do comportamento do trabalhador deveriam ser buscados na estrutura e cultura do grupo que, espontaneamente, forma-se na empresa pela interação dos indivíduos com seu trabalho.

A partir desses estudos, o operário deixou de ser considerado um ente psicológico isolado e tornou-se parte de um grupo, cujos valores e normas determinavam seu comportamento. Vale ressaltar, por outro lado, que os estudos de Mayo também apresentam fragilidades nos princípios defendidos, como uma visão inadequada dos conflitos das relações industriais, limitações no campo experimental, ênfase nos grupos informais e falta de visão sistêmica.

Logo, com base no pressuposto de que o operador deve ser cronometrado não apenas como indivíduo, mas como ser embebido em uma organização social maior, uma comunicação adequada antes do início do projeto evitará muitos problemas subsequentes. É importante que o objetivo final do projeto seja evidenciado. O “porquê” e o “como” devem prevalecer sobre “o que” será realizado. Se o projeto for de redução de custos, deve-se enfatizar que

se podem reduzir os custos de outras formas além da redução de pessoal. A demissão ao final do projeto deve ser evitada ao máximo, uma vez que pode provocar desmotivação nos envolvidos e comprometer possíveis trabalhos posteriores que se mostrem necessários. O ideal é que se crie uma cultura de melhoria contínua, em que os envolvidos no projeto sejam valorizados e estimulados a estar sempre repensando e melhorando o local em que trabalham. Se for necessário reduzir pessoal, o melhor a fazer é parar de contratar. Assim, naturalmente a rotatividade reduzirá o quadro de pessoal ao número almejado. Outra opção é realocar algumas pessoas para outros postos de trabalho.

Cabe lembrar que a comunicação com os envolvidos deve ser constante durante a execução de todo o projeto, para que as dúvidas sejam esclarecidas e assim evitar mal-entendidos e conclusões precipitadas.

Passo 4 – Definição do operador a ser avaliado

O operador a ser avaliado não deve ser escolhido de forma aleatória ou conforme a conveniência. Algumas diretrizes são importantes em sua escolha:

- Não se deve escolher o operador mais rápido nem o mais lento. Deve-se optar pelo operador próximo de 50%, ou seja, pelo operador mediano (Figura 10.1);

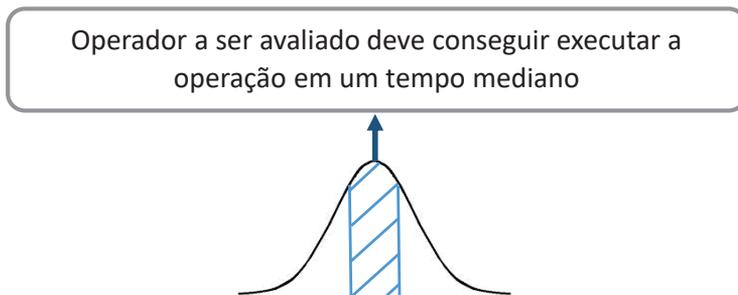


Figura 10.1 – Curva normal do tempo de realização de uma operação

- O operador deve estar treinado na tarefa. A curva de aprendizagem não deve interferir nos dados coletados;
- Importante sempre alinhar com os operadores o que será feito: o trabalho é que será cronometrado, e não os operadores.

Passo 5 – Registro dos detalhes da operação

Antes de realizar a cronometragem em si, recomenda-se acompanhar a operação com o intuito de compreender sua sequência, as distâncias percorridas, o número de funcionários que a realizam, as ferramentas necessárias e outros detalhes.

Esta etapa será útil para evitar retrabalho nas etapas posteriores. Nessa avaliação inicial não se deve ficar preso a **paradigmas** (mapas mentais que são construídos, mas cuja veracidade as pessoas raramente questionam). Assim, a situação inicial observada não deve ser considerada imutável. Não se deve ficar restrito ao *layout* físico e ao número de operadores observados. O ideal é que o observador veja o projeto como uma “folha em branco”. Isso facilitará que melhorias sejam evidenciadas e o processo, melhorado.

Passo 6 – Estudo dos elementos de trabalho de uma operação

A operação a ser analisada deve ser quebrada em elementos menores, os quais chamamos de elementos de trabalho, que por sua vez representam o menor incremento de trabalho passível de ser transferido a outra pessoa. É interessante definir tais elementos dessa forma, pois facilitará que eles sejam transferidos de um trabalhador a outro se necessário.

A divisão em elementos é importante porque:

- Facilita a descrição das operações;
- Podem-se determinar tempos-padrão para esses elementos;
- Facilita a identificação de desvios;
- Possibilita que as variações de ritmo dentro de cada elemento de trabalho possam ser avaliadas.

Vamos ilustrar o conceito de elementos de trabalho. Por exemplo, pegar uma mangueira poderia ser considerado um elemento de trabalho?



Figura 10.2 – Ilustração conceitual do que não é elemento de trabalho

A ação de pegar uma mangueira não deve ser considerada um elemento de trabalho (Figura 10.2). Os elementos de trabalho devem ter uma ideia de início, meio e fim. Em contraste, a ação de pegar uma mangueira e colocá-la em uma mesa poderia ser considerada um elemento de trabalho (Figura 10.3).



Figura 10.3 – Ilustração conceitual do que é um elemento de trabalho

Conseqüentemente, algumas regras podem ser definidas para a divisão de certa operação em elementos de trabalho:

- Os elementos devem ser tão curtos quanto o compatível com uma medida precisa. Não devem ter duração menor do que 4 segundos, já que o tempo de reação para apertar o cronômetro pode influenciar a variabilidade dos dados coletados. Além disso, se forem muito grandes podem esconder problemas;
- O tempo manual, relacionado ao operador, deve ser separado do tempo-máquina;
- Os elementos constantes devem ser separados dos tempos variáveis;
- Os sete desperdícios não devem ser incluídos como elementos de trabalho. Devemos realizar o *kaizen* (melhoria contínua) já no papel.

Existem diferentes classificações dos elementos de trabalho acerca de sua variabilidade, periodicidade e origem.

Um elemento de trabalho conforme sua variabilidade pode ser classificado em:

- Constante: variabilidade baixa no tempo do elemento, que se mostra basicamente constante;
- Variável: elevada variabilidade no tempo do elemento de trabalho.

Em relação à origem do elemento, pode-se classificá-lo em:

- Máquina: depende primariamente do equipamento;
- Manual: depende do operador e de sua performance.

Geralmente, os elementos relacionados às máquinas são elementos constantes, mas há exceções à regra. Existem máquinas que podem ter seus tempos variáveis. Por exemplo, o tempo que uma desempenadeira gasta para desempenar tubos pode ser considerado variável, uma vez que, quanto mais empenado o tubo estiver, maior o tempo que a máquina levará para desempená-lo.

Vamos demonstrar a importância dessas tipologias com um exemplo prático. Um gestor delegou a engenheiros a demanda de melhorar a performance de um posto de trabalho no qual um operador controlava uma desempenadeira. Nos últimos tempos, esse posto havia reduzido drasticamente o número de peças produzidas em um turno de trabalho.

De início, os engenheiros cronometraram o tempo que o operador e a máquina gastavam em cada ciclo de desempenamento de uma peça. A partir desses tempos foi gerado o gráfico apresentado na Figura 10.4.

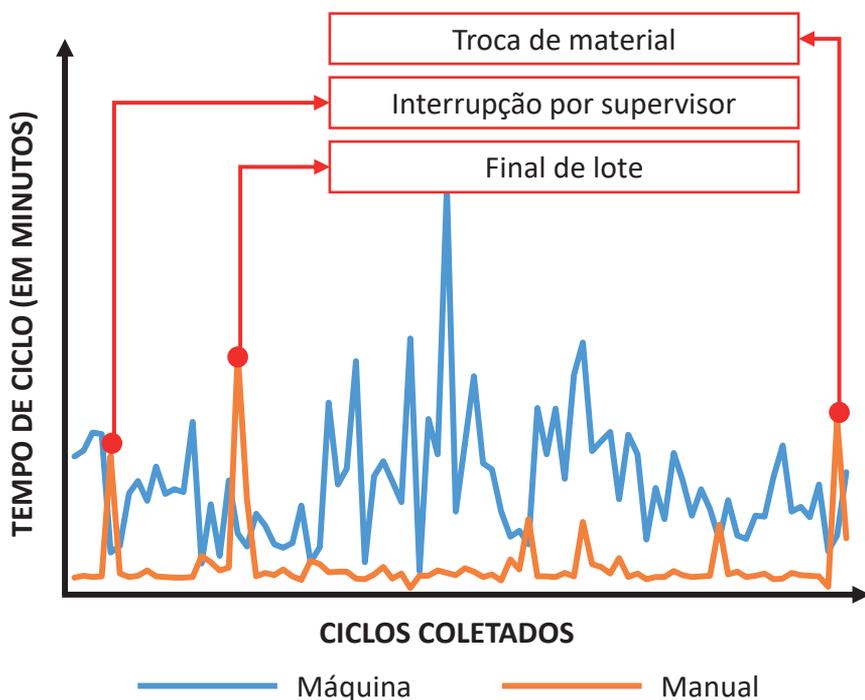


Figura 10.4 – Comparação tempo de ciclo máquina *versus* manual

Com base nos dados coletados e no gráfico gerado, os engenheiros concluíram que o tempo gasto pelo homem em todo o ciclo, ou seja, o tempo MANUAL, mostrava-se basicamente CONSTANTE. As variações observadas no tempo manual do operador eram oriundas de desvios pontuais, como troca de material a ser produzido, final de lote e interrupção pelo supervisor. Já o tempo da MÁQUINA se mostrava bastante VARIÁVEL. Esta poderia gastar desde 30 segundos até quase dez minutos para desempenhar uma peça. Logo, os engenheiros constataram que a causa-raiz do problema não se encontrava no posto de trabalho estudado, mas sim em um posto de trabalho anterior que apresentava problemas técnicos – o que empenava as peças e impactava, conseqüentemente, a produtividade da desempenadeira e gerava perdas por qualidade.

O exemplo demonstra a importância dessas tipologias. É importante separar os tempos coletados segundo tais classificações, uma vez que elas ajudam a analisar o problema e podem servir de guia para a identificação de sua causa-raiz.

Além da variabilidade e da origem, os elementos de trabalho também podem ser classificados com fundamento na periodicidade em que ocorrem:

- Repetitivo: ocorre todo ciclo;
- Ocasional: ocorre em alguns ciclos (início e fim de lote, inspeções de qualidade);
- Exótico: não necessariamente faz parte da operação e deve ser, pois, eliminado (oito desperdícios).

É importante tal divisão, na medida em que esta reforça quais elementos devem ser cronometrados e evita que esqueçamos algum deles.

Vamos ilustrar esses conceitos com um estudo de tempo (cronometragem) em uma loja de sanduíches.



Figura 10.5 – Montagem de um sanduíche

Os elementos de trabalho envolvidos na montagem de um sanduíche (Figura 10.5) foram descritos com o objetivo de definir se cada um deles pode ser considerado ocasional, repetitivo ou exótico.

I – Abrir saco de pão de forma e outros recipientes.

Ocasional () Repetitivo () Exótico

II – Pegar duas fatias de pão e colocá-las na mesa.

() Ocasional Repetitivo () Exótico

III – Acrescentar recheios e fechar pão.

() Ocasional Repetitivo () Exótico

IV – Pegar guardanapos que caíram no chão.

() Ocasional () Repetitivo Exótico

V – Fechar recipientes e limpar mesa.

Ocasional () Repetitivo () Exótico

Os elementos ocasionais geralmente ocorrem no início ou no final de um lote. Por exemplo, na montagem de sanduíches, no início foi necessário organizar a mesa de modo que o processo pudesse ser iniciado. Assim, “abrir saco de pão de forma e outros recipientes” é um elemento ocasional. Da mesma maneira, ao final foi necessário “fechar recipientes e limpar mesa”, que também é outro elemento ocasional dessa operação.

Os elementos que se repetem toda vez que se monta um sanduíche, como “pegar duas fatias de pão e colocá-las na mesa” e “acrescentar recheios e fechar pão”, podem ser considerados repetitivos.

Elementos que não deveriam fazer parte da operação, como o desvio de “pegar guardanapos que caíram no chão”, devem ser considerados exóticos e, assim, não deverão ser cronometrados.

Definidos e classificados os elementos de trabalho a serem coletados, é importante também alinhar quais serão os *breakpoints*, isto é, os momentos pontuais que servirão de base para separar os elementos de trabalho a serem coletados. Esses *breakpoints* correspondem ao momento em que devemos acionar o cronômetro para começar a cronometrar o próximo elemento. Recomenda-se utilizar sinais visuais e sonoros como *breakpoints*. Se as pessoas envolvidas em um estudo de tempos e movimentos utilizarem

breakpoints distintos em um mesmo equipamento, os tempos coletados dos elementos de trabalho serão enviesados e, portanto, não informativos.

Passo 7 – Determinação do tamanho da amostra

Nesta etapa se definirão quantos ciclos será necessário coletar. Isso pode ser feito por meio de tabelas-padrão ou de fórmulas estatísticas.

A General Electric (GE), por exemplo, desenvolveu uma tabela-padrão que fornece o número de ciclos a serem coletados conforme o tempo de ciclo da opção a ser analisada (Tabela 10.1).

| Tempo de ciclo | Número recomendado de ciclos a serem coletados |
|-----------------------|--|
| 6 segundos | 200 |
| 15 segundos | 100 |
| 30 segundos | 60 |
| 45 segundos | 40 |
| 1 minuto | 30 |
| 2 minutos | 20 |
| Entre 2 e 5 minutos | 15 |
| Entre 5 e 10 minutos | 10 |
| Entre 10 e 20 minutos | 8 |
| Entre 20 e 40 minutos | 5 |
| Superior a 40 minutos | 3 |

Tabela 10.1 – Tabela do número de ciclos a serem coletados de acordo com tempo de ciclo (Fonte: Manual de Estudos de Tempo da GE)

Entretanto, vale ressaltar que os métodos estatísticos fornecem resultados mais precisos. Esses métodos consideram que as observações de tempo seguem uma distribuição normal com média \bar{x} e desvio padrão s . Como os estudos de tempo geralmente utilizam amostras pequenas com um número de observações (n) menor que trinta, a distribuição t deve ser usada. A tabela da distribuição t de Student pode ser encontrada no Apêndice 3 deste livro.

Considerando um nível de significância α e um nível de confiança $(1 - \alpha) \times 100\%$, o número de ciclos a serem coletados será calculado a partir do intervalo de confiança de $(1 - \alpha) \times 100\%$ dessa distribuição:

$$\bar{x} \pm \frac{t \times s}{\sqrt{n}}$$

O termo \pm pode ser considerado uma expressão de erro e, assim, expresso por uma fração de \bar{x} a qual chamaremos de variável k .

$$k \times \bar{x} = \frac{t \times s}{\sqrt{n}}$$

Desse modo, isolando a variável n , que representa o número de ciclos a serem coletados, temos:

$$n = \left(\frac{t \times s}{k \times \bar{x}} \right)^2$$

Descrição das variáveis da fórmula:

- n : número de ciclos a serem coletados
- t : valor oriundo da tabela t de Student
- s : desvio padrão da amostra
- k : fração aceitável de desvio
- \bar{x} : média da amostra

O valor de t deve ser consultado na tabela referente à distribuição t de Student de acordo com o nível de significância definido e os graus de liberdade da amostra.

Os graus de liberdade da amostra são dados pela subtração de uma unidade no número de observações coletadas no teste piloto:

$$\text{graus de liberdade} = n^{\circ} \text{ de observações do teste piloto} - 1$$

Já o nível de significância (α) é uma escolha da pessoa que coletará os dados. Representa a probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando esta é verdadeira e é dado em valor percentual. Por exemplo: se optarmos por um nível de significância de 5%, significa que estamos assumindo uma probabilidade de apenas 5% de que a diferença encontrada no estudo não seja verdadeira, apesar de, estatisticamente, ter sido assim demonstrada.

Vamos exemplificar o uso dessa fórmula estatística, continuando o exemplo da montagem de sanduíches. Os engenheiros, após estudarem os elementos de trabalho a serem coletados, prosseguiram para o cálculo do tamanho da amostra. Por conseguinte, realizaram um estudo piloto de 20 medidas para dado elemento que teve média de 0,40 e desvio padrão de 0,07. Além disso, definiram que uma fração k aceitável seria de 4% e um nível de significância de 5%, o que implica um nível de confiança de 95%. Com base nesses dados, calcularam o número de observações a serem coletadas.

Assim, temos:

$$n = ? \rightarrow \text{valor a ser calculado}$$

$$s = 0,07$$

$$k = 0,04$$

$$\bar{x} = 0,40$$

Para consultar o valor de t na tabela, os engenheiros definiram o nível de significância e os graus de liberdade a partir do número de medidas do estudo piloto:

$$\text{graus de liberdade} = 20 - 1 = 19$$

$$\text{nível de significância } (\alpha) = 0,05$$

A Figura 10.6 ilustra como consultar o valor t crítico em uma ou duas caudas. Assim, conforme apresentado na Figura 10.7, considerando o nível de significância como a área em duas caudas, o valor encontrado de t é:

$$t = 2,093$$

Com as variáveis definidas, eles prosseguiram para o cálculo de n :

$$n = \left(\frac{t \times s}{k \times \bar{x}} \right)^2 =$$
$$\left(\frac{2,093 \times 0,07}{0,04 \times 0,40} \right)^2 = 83,84$$

O valor encontrado foi arredondado para cima. Logo, os engenheiros concluíram que deveriam ser coletadas 84 observações.

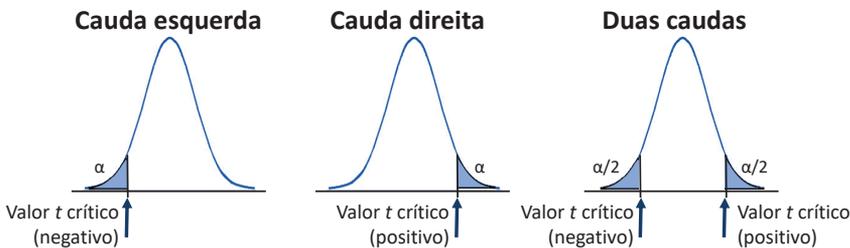


Figura 10.6 – Consulta ao valor t crítico em uma ou duas caudas

| Graus de Liberdade | Área em uma cauda | | | | | | |
|--------------------|---------------------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
| | 0,25 | 0,125 | 0,05 | 0,025 | 0,0125 | 0,005 | 0,0025 |
| | Área em duas caudas | | | | | | |
| | 0,50 | 0,25 | 0,10 | 0,05 | 0,025 | 0,01 | 0,005 |
| 1 | 1,000 | 2,414 | 6,314 | 12,706 | 25,452 | 63,657 | 127,321 |
| 2 | 0,816 | 1,604 | 2,920 | 4,303 | 6,205 | 9,925 | 14,089 |
| 3 | 0,765 | 1,423 | 2,353 | 3,182 | 4,177 | 5,841 | 7,453 |
| 4 | 0,741 | 1,344 | 2,132 | 2,776 | 3,495 | 4,604 | 5,598 |
| 5 | 0,727 | 1,301 | 2,015 | 2,571 | 3,163 | 4,032 | 4,773 |
| 6 | 0,718 | 1,273 | 1,943 | 2,447 | 2,969 | 3,707 | 4,317 |
| 7 | 0,711 | 1,254 | 1,895 | 2,365 | 2,841 | 3,499 | 4,029 |
| 8 | 0,706 | 1,240 | 1,860 | 2,306 | 2,752 | 3,355 | 3,833 |
| 9 | 0,703 | 1,230 | 1,833 | 2,262 | 2,685 | 3,250 | 3,690 |
| 10 | 0,700 | 1,221 | 1,812 | 2,228 | 2,634 | 3,169 | 3,581 |
| 11 | 0,697 | 1,214 | 1,796 | 2,201 | 2,593 | 3,106 | 3,497 |
| 12 | 0,695 | 1,209 | 1,782 | 2,179 | 2,560 | 3,055 | 3,428 |
| 13 | 0,694 | 1,204 | 1,771 | 2,160 | 2,533 | 3,012 | 3,372 |
| 14 | 0,692 | 1,200 | 1,761 | 2,145 | 2,510 | 2,977 | 3,326 |
| 15 | 0,691 | 1,197 | 1,753 | 2,131 | 2,490 | 2,947 | 3,286 |
| 16 | 0,690 | 1,194 | 1,746 | 2,120 | 2,473 | 2,921 | 3,252 |
| 17 | 0,689 | 1,191 | 1,740 | 2,110 | 2,458 | 2,898 | 3,222 |
| 18 | 0,688 | 1,189 | 1,734 | 2,101 | 2,445 | 2,878 | 3,197 |
| 19 | 0,688 | 1,187 | 1,729 | 2,093 | 2,433 | 2,861 | 3,174 |
| 20 | 0,687 | 1,185 | 1,725 | 2,086 | 2,423 | 2,845 | 3,153 |
| 21 | 0,686 | 1,183 | 1,721 | 2,080 | 2,414 | 2,831 | 3,135 |
| 22 | 0,686 | 1,182 | 1,717 | 2,074 | 2,405 | 2,819 | 3,119 |
| 23 | 0,685 | 1,180 | 1,714 | 2,069 | 2,398 | 2,807 | 3,104 |
| 24 | 0,685 | 1,179 | 1,711 | 2,064 | 2,391 | 2,797 | 3,091 |
| 25 | 0,684 | 1,178 | 1,708 | 2,060 | 2,385 | 2,787 | 3,078 |
| 26 | 0,684 | 1,177 | 1,706 | 2,056 | 2,379 | 2,779 | 3,067 |
| 27 | 0,684 | 1,176 | 1,703 | 2,052 | 2,373 | 2,771 | 3,057 |
| 28 | 0,683 | 1,175 | 1,701 | 2,048 | 2,368 | 2,763 | 3,047 |
| 29 | 0,683 | 1,174 | 1,699 | 2,045 | 2,364 | 2,756 | 3,038 |
| 30 | 0,683 | 1,173 | 1,697 | 2,042 | 2,360 | 2,750 | 3,030 |
| 60 | 0,679 | 1,162 | 1,671 | 2,000 | 2,299 | 2,660 | 2,915 |
| 120 | 0,677 | 1,156 | 1,658 | 1,980 | 2,270 | 2,617 | 2,860 |
| ∞ | 0,675 | 1,150 | 1,645 | 1,960 | 2,241 | 2,576 | 2,807 |

Figura 10.7 – Consulta à tabela de distribuição t de Student

Passo 8 – Preparação para medição

Antes de coletar os tempos, recomenda-se executar algumas atividades preparatórias, como:

- Definir quem serão as pessoas que coletarão os dados;
- Realizar uma reunião com essas pessoas para padronizar o método de coleta, que consiste no preenchimento do formulário, alinhamento dos elementos de trabalho e *breakpoints*;
- Reunir e comunicar os demais *stakeholders* sobre o que será feito;
- Levantar e organizar os objetos que serão necessários para realizar a coleta: cronômetro, celular, prancheta, formulários, câmera, entre outros;
- Desenvolvimento do formulário para coleta dos dados de acordo com o problema a ser solucionado.

Uma ressalva a ser feita é sobre a alocação de estagiários para a coleta de dados. Muitas vezes as pessoas responsáveis por realizar estudos de tempos e movimentos delegam essa atividade para seus subordinados, subestimando a importância da coleta. Se essas pessoas não veem a importância da qualidade dos dados a serem coletados, por que seus estagiários deveriam se preocupar? Inúmeros projetos brilhantes se tornam não informativos devido à baixa qualidade dos dados coletados. Lembrem-se do LELS (Figura 10.8):



Figura 10.8 – Conceito LELS

Se os dados coletados são um “lixo”, seu projeto como consequência também será um “lixo”, mesmo que se use uma tecnologia de ponta com os melhores *softwares* e os engenheiros mais capacitados.

Ou seja, não há problema em delegar parte do trabalho de coleta de dados aos estagiários, mas sempre que possível os responsáveis pelo projeto devem coletar junto, de forma a valorizar na prática a tarefa. Isso evitará retrabalhos futuros, garantirá a qualidade do projeto e pode até servir de base para possíveis *insights* de melhoria no método de trabalho. Afinal, quanto

mais tempo essa pessoa deve permanecer na área de produção, mais aprenderá sobre o processo estudado e, por conseguinte, mais oportunidades de melhoria poderá vislumbrar.

Outro ponto importante a ser considerado nesta etapa é como será realizada a cronometragem. O cronômetro ou outro dispositivo que for utilizado para esse fim, como um aparelho de celular, deve ser mantido na altura dos olhos de maneira que o observador raramente perca a visão periférica do que está sendo medido.

Existem basicamente três métodos para leitura do cronômetro:

- Leitura contínua: cronômetro em funcionamento durante todo o período de estudo. Essa estratégia proporciona maior acurácia aos dados coletados;
- Leitura repetitiva: cronômetro é zerado ao fim de cada elemento. Esse método otimiza o tempo e ajuda a limpar os dados;
- Leitura acumulada: é uma combinação da leitura contínua com a leitura repetitiva que permite a leitura direta do tempo para cada elemento. Antigamente era realizada através do uso concomitante de dois cronômetros, mas hoje em dia a maioria dos *smartphones* oferece essa função. Esse método combina as vantagens das duas outras estratégias mencionadas.

Passo 9 – Medição e análise dos tempos

Neste livro serão descritas duas formas de medir e analisar os dados coletados. A primeira é oriunda da abordagem *lean* e é uma forma mais simples e rápida de realizar essa etapa. A segunda é a abordagem tradicional que fornece resultados com maior acurácia.

Abordagem *lean*

A abordagem *lean* será exemplificada a partir do formulário apresentado na Figura 10.9, o qual também pode ser encontrado no apêndice 4 deste livro.

Independente da abordagem, o formulário sempre deve conter primeiro informações básicas a serem preenchidas, como operação avaliada, nome do observador, nome do(s) trabalhador(es) observado(s), produto que estava sendo produzido, turno de trabalho, data e o que mais se mostrar necessário. Esses dados, além de úteis para rastreamento em caso de dúvidas, também podem servir de *input* para gerar análises secundárias.

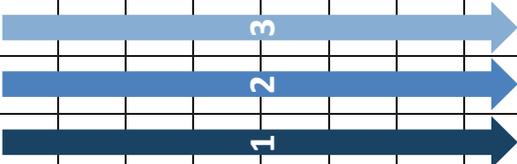
| Nome do observador: | | | | | | | | | | Operador: | | | | | | | | | | Produto e lote: | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------|-------|------|--------|---------------|-----------|--|--|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Área: | | | | | | | | | | Tempo de experiência do Operador: | | | | | | | | | | Data: | | | | | | | | | |
| Posto de trabalho: | | | | | | | | | | Tempo de experiência do Operador: | | | | | | | | | | Data: | | | | | | | | | |
| Nº | Elementos de trabalho | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Min. | Média | Max. | Padrão | Tempo Máquina | Anotações | | | | | | | | | | | | |
| 1 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 10.9 – Formulário para coleta de tempos: abordagem *lean*

| Nome do observador: E. G. L. | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------------|-----------|---------------|---|
| Área: Lanchonete | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Posto de trabalho: Sanduiche | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tempo de experiência do Operador: X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Produto e lote: X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: XX/XX/XXXX | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº | Elementos de trabalho | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Min. | Média Max. | Padrão | Tempo Máquina | Anotações |
| 1 | Abriu saco de pão de forma e preparar outros recipientes (abrir embalagens, partir ingredientes, etc). | 360 | | | | | | | | | | | | 360 | | Elemento ocasional. Assim, devem-se coletar mais ciclos. |
| 2 | Pegar duas fatias de pão e colocá-las na mesa. | 5 | 4 | 6 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4,3 | 4 | | |
| 3 | Acréscenatar recheios e fechar pão. | 24 | 26 | 27 | 25 | 25 | 27 | 26 | 30 | 27 | 29 | 24 | 26,6 | 27 | | Layout pode melhorar para reduzir movimentações. |
| 4 | Fechar recipientes, jogar lixo fora e limpar mesa. | | | | | | | | | | 30 | | | 30 | | Elemento ocasional. Assim, devem-se coletar mais ciclos. |
| Total | | | | | | | | | | | | | | 70 | | Gastou 70 segundos por sanduiche (360/10 + 4 + 27 + 30/10). |

Figura 10.10 – Exemplo de preenchimento de formulário de formulário: abordagem *lean*

Nessa abordagem, cada linha deve ser preenchida com os tempos para cada elemento de trabalho, e as colunas numeradas de 1 a 10 são referentes a cada ciclo coletado. Assim, o formulário será preenchido conforme a sequência evidenciada pelas setas azuis nessa figura.

Em seguida, calculam-se os dados básicos para cada um desses elementos como valor mínimo, médio e máximo. Se forem identificados desperdícios, anormalidades ou variabilidades, devem ser registrados na coluna “anotações”. O padrão de tempo, segundo o *lean*, deve ser o menor tempo que se repete mais vezes nos ciclos coletados. Essa abordagem não utiliza o tempo médio, por considerar que o menor tempo repetido mais vezes é mais indicativo do que é permitido ser realizado de forma realística. A Figura 10.10 apresenta um exemplo de preenchimento desse formulário para a operação de montagem de sanduíches.

Abordagem tradicional

Na abordagem tradicional, o formulário utilizado na coleta de tempos se embasa em alguns conceitos como:

- Ritmo (R): avaliação do ritmo do operador na execução da operação;
- Tempo Observado (TO): tempo oriundo das cronometragens para cada elemento de trabalho;
- Tempo Normal (TN): modificação do tempo observado conforme ritmo do funcionário;
- Tolerâncias: tempo a ser considerado para folgas previstas;
- Tempo-Padrão (TP): tempo final que é calculado acrescentando as tolerâncias ao tempo normal.

A Figura 10.11 apresenta um formulário de coleta de tempos que segue a abordagem tradicional e que também pode ser encontrado no apêndice 4. Vale ressaltar que formulários podem ser desenvolvidos e adaptados conforme o estudo a ser realizado.

Durante a coleta dos dados, é importante colocar observações ao lado de cada elemento e identificar possíveis *outliers*, como o oitavo ciclo do segundo elemento de trabalho da Figura 10.12. Esses são valores atípicos de uma série de observações, os quais devem ser removidos para evitar interpretações inconsistentes dos resultados. Os valores cronometrados serão preenchidos na célula “Tempo Observado (TO)”.

Além disso, durante a coleta, o ritmo do operador também deve ser avaliado com o objetivo de se calcular o tempo normal. Essa avaliação consiste em

comparar o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal. Existem vários sistemas que podem ser utilizados com o intuito de se avaliar o ritmo de um funcionário:

- Avaliação do ritmo através da habilidade e do esforço;
- Sistema *Westinghouse*: ritmo avaliado a partir da habilidade, do esforço, das condições e da consistência;
- Avaliação sintética do ritmo: método de se avaliar operador com valores de tabela de tempos sintéticos ($R = \frac{\text{Tempo}_{\text{sintético}}}{\text{Tempo}_{\text{coletado}}}$);
- Avaliação objetiva do ritmo: avaliação da velocidade e da dificuldade de se realizar a tarefa;
- Avaliação fisiológica do nível de desempenho: relação entre o trabalho físico e a quantidade de oxigênio consumida ou de batimentos cardíacos;
- Desempenho do ritmo (mais comumente usado): avaliação percentual apenas da velocidade do operador (tempo ou ritmo).

Determinado o ritmo do funcionário, o tempo normal pode ser calculado:

$$\text{Tempo Normal} = \text{Tempo Observado} \times \frac{\text{Ritmo Percentual}}{100}$$

O uso dessa fórmula será exemplificado a seguir. Para tornar o exemplo mais didático, será considerado que a operação de montagem de sanduíches possui apenas dois elementos de trabalho: “pegar duas fatias de pão e colocá-las na mesa” e “acrescentar recheios e fechar pão”. Vamos supor que o tempo coletado na primeira medição (Tempo Observado) foi de 5 segundos (Figura 10.12). O ritmo do funcionário foi determinado como 110. Isto é, o operador executou esse elemento rapidamente e gastou menos tempo que o previsto para a operação.

A partir desses dados, o tempo normal foi calculado:

$$\text{Tempo Normal} = 5 \times \frac{110}{100} = 5,5 \text{ segundos}$$

Observa-se que, como o operador realizou essa tarefa com uma maior velocidade que um operador mediano, o tempo normal calculado é superior ao tempo observado. Isto é, um operador mediano demoraria mais tempo para realizar essa tarefa que o operador observado.

| Nome do observador: | | | | | | | | | | Operador: | | Produto e lote: | | | | | | |
|---------------------------|-------|--|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------------|------------|------------|-------------------|-----------|--|--|
| Área: | | | | | | | | | | Tempo de experiência do Operador: | | Data: | | | | | | |
| Posto de trabalho: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº | Ações | Ciclo: | Nº de observações | | | | | | | | | | Resultados | | | Anotações | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média TN | Tolerância | Tempo-Padrão (TP) | | | |
| 1 | | Tempo Observado ($\bar{T}O$) Ritmo (R) Tempo Normal (TN) | | | | | | | | | | | | | | | | Explicar a razão de desperdícios, anormalidades e variabilidades |
| 2 | | Tempo Observado ($\bar{T}O$) Ritmo (R) Tempo Normal (TN) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | Tempo Observado ($\bar{T}O$) Ritmo (R) Tempo Normal (TN) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | Tempo Observado ($\bar{T}O$) Ritmo (R) Tempo Normal (TN) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | TEMPO-PADRÃO TOTAL | | | | | | |

Figura 10.11 – Formulário para coleta de tempos: abordagem tradicional

| Nome do observador: E. G. L. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|----------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------------|------------|-------------------|-----------|--|--|
| Área: Lanchonete | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operador: X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Produto e lote: X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Posto de trabalho: Sanduiche | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tempo de experiência do operador: X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: XX/XX/XXXX | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº | Ações | Ciclo: | Nº de observações | | | | | | | | | | Resultados | | | Anotações | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média TN | Tolerância | Tempo-Padrão (TP) | | | |
| 1 | Pegar duas fatias de pão e colocá-las na mesa | Tempo Observado (TO) | 5 | 4 | 6 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | | | | | |
| | Ritmo (R) | | 110 | 130 | 90 | 110 | 150 | 130 | 130 | 130 | 130 | 150 | 110 | | | | | |
| | Tempo Normal (TN) | | 5,5 | 5,2 | 5,4 | 5,5 | 4,5 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 4,5 | 5,5 | | | | | |
| 2 | Acréscentar recheios e fechar pão | Tempo Observado (TO) | 24 | 26 | 27 | 25 | 25 | 27 | 26 | 26 | 30 | 27 | 29 | | | | | |
| | Ritmo (R) | | 120 | 100 | 90 | 110 | 110 | 90 | 100 | 100 | 100 | 90 | 70 | | | | | |
| | Tempo Normal (TN) | | 29 | 26 | 24 | 28 | 28 | 24 | 26 | 26 | 30 | 24 | 20 | | | | | |
| 3 | | Tempo Observado (TO) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ritmo (R) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tempo Normal (TN) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | Tempo Observado (TO) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ritmo (R) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tempo Normal (TN) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPO-PADRÃO TOTAL | | | | | | | | | | | | 34,0 | | | | | | |

Figura 10.12 – Exemplo de preenchimento de formulário: abordagem tradicional

Assim, coletaram-se outros nove ciclos e a média do tempo normal para esse elemento de trabalho foi de aproximadamente 5,1 segundos (Figura 10.12).

A média do tempo normal não considera qualquer tolerância, o que não é realístico. Assim, devemos definir as tolerâncias a serem utilizadas para o cálculo do tempo-padrão. Existem três tolerâncias que devem ser acrescentadas: tolerância pessoal, tolerância para a fadiga e tolerância de espera.

A tolerância pessoal se refere ao tempo alocado para necessidades pessoais como banheiro, lanche, água, entre outras. Geralmente para trabalhos leves, varia de 2 a 5% (10 a 24 min em um turno de 8 h); já para trabalhos pesados se pode reservar mais que 5% do tempo para esse tipo de tolerância.

A tolerância para a fadiga representa o tempo destinado a amortecer eventuais fadigas que podem ter causas mentais ou físicas. Por isso, é difícil de ser determinada, haja vista que variáveis subjetivas atuam sobre ela: as características do próprio indivíduo, a duração do ciclo, as condições a que se está submetido. Uma boa solução é alocar períodos de descanso organizados com duração e frequência preestabelecidos. Por exemplo, podemos definir períodos de descanso de 5 a 15 minutos no meio da manhã e no meio da tarde. Vale ressaltar que a duração e frequência dos períodos de descanso dependerão do tipo de atividade.

Finalmente, o último tipo de tolerância se refere às esperas inevitáveis (as que são evitáveis não devem ser consideradas). As esperas inevitáveis podem ser geradas pela máquina, pelo operador ou por alguma força externa. É importante salientar que, quando há quebra do equipamento, o operador pode ser transferido para outros postos de trabalho, e assim essas esperas serão consideradas evitáveis e não serão computadas no tempo-padrão.

Os valores alocados a cada uma dessas tolerâncias devem ser somados de forma a se definir a tolerância total a ser considerada no cálculo do tempo-padrão.

$$\textit{Tolerância Total} = \textit{Tolerância Pessoal} + \textit{Tolerância para a Fadiga} + \textit{Tolerância de Espera}$$

Para o cálculo das tolerâncias a serem consideradas, os analistas de tempos e movimentos chegaram aos seguintes valores: 3% de tolerância pessoal, 2% de tolerância para a fadiga e 5% de tolerância de espera.

$$\textit{Tolerância Total} = 3\% + 2\% + 5\% = 10\%$$

Ou seja, a tolerância total a ser considerada será de 10%.

Após a definição da tolerância total, podemos prosseguir para o cálculo do tempo-padrão, em que existem duas abordagens, uma mais usada e outra mais assertiva.

A fórmula para o cálculo do tempo-padrão pela abordagem mais usada é proveniente da seguinte regra de três:

$$\begin{array}{l} \textit{Tempo Normal} - 1 \\ \textit{Tempo-Padrão} - \left(1 + \frac{\textit{Tolerância Total}}{100}\right) \end{array}$$

Logo,

$$\begin{array}{l} \textit{Tempo-Padrão (abordagem mais usual)} = \\ \textit{Tempo Normal} + \left(\textit{Tempo Normal} \times \frac{\textit{Tolerância Total}}{100}\right) \end{array}$$

Para o exemplo, temos:

$$\begin{array}{l} \textit{Tempo-Padrão (abordagem mais usual)} = 5,1 + \left(5,1 \times \frac{10}{100}\right) = 5,1 + 0,51 = \\ 5,61 \textit{ segundos} \rightarrow 5,6 \textit{ segundos} \end{array}$$

Já o cálculo do tempo-padrão pela abordagem mais correta pode ser dado pela seguinte regra de três:

$$\begin{array}{l} \textit{Tempo Normal} - \left(1 - \frac{\textit{Tolerância Total}}{100}\right) \\ \textit{Tempo-Padrão} - 1 \end{array}$$

Assim, temos:

$$\begin{array}{l} \textit{Tempo-Padrão (abordagem mais correta)} = \\ \frac{\textit{Tempo Normal}}{1 - \frac{\textit{Tolerância Total}}{100}} \end{array}$$

Exemplificando:

$$\text{Tempo-Padrão (abordagem mais correta)} = \frac{5,1}{1 - \frac{10}{100}} = \frac{5,1}{\frac{90}{100}} =$$

5,7 segundos

Na Figura 10.12 o tempo-padrão para o elemento de trabalho foi calculado a partir da abordagem mais correta.

O tempo-padrão total pode ser calculado pela soma dos tempos-padrão de todos os elementos da operação de montagem de sanduíches:

$$\text{Tempo-Padrão Total} = 5,7 + 28,3 = 34,0 \text{ segundos}$$

A Figura 10.13 resume os conceitos de tempo observado, tempo normal e tempo-padrão.

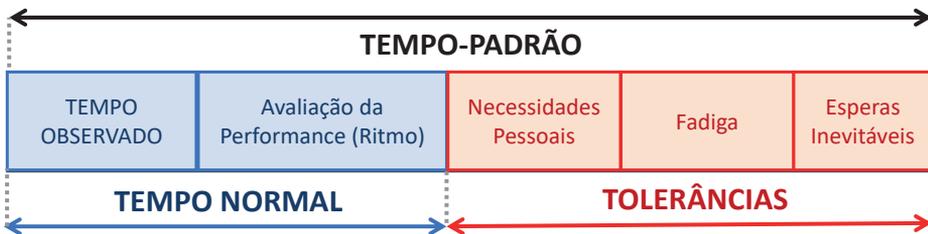


Figura 10.13 – Tempo normal versus tempo-padrão

10.2 Estudos de tempo em serviços e na área de tecnologia da informação

Quando se realizam cronoanálises de operações com alto tempo de ciclo, que envolvem muitas atividades ou em que ocorrem várias interrupções, muitas vezes se torna difícil realizar a cronoanálise a partir dos formulários mencionados anteriormente.

Em serviços administrativos, por exemplo, podem existir muitas interrupções entre os elementos de trabalho que podem durar dias, semanas, meses e até anos. Realizar estudo de tempo para esse tipo de serviço demanda uma estratégia de coleta de dados diferente de quando se coleta tempo em uma indústria cujo equipamento possui tempo de ciclo de poucos minutos e, conseqüentemente, é possível coletar muitos ciclos em um espaço de tempo

curto. Esse também é o caso de serviços com alto grau de automação e digitalização como os da área de tecnologia da informação. Nesta seção será descrita uma possível estratégia a ser utilizada em tais casos.

De forma geral, o que deverá ser feito é similar ao passo a passo mencionado anteriormente. O grande diferencial estará nos passos 6 (Estudo dos elementos de trabalho de uma operação) e 9 (Medição e análise dos tempos). A presente seção enfocará, portanto, essas etapas, embora nesse tipo de estudo se devam considerar todos os passos supramencionados.

Primeiramente, na etapa de “Estudo dos elementos de trabalho de uma operação”, devem-se levantar todos os elementos de trabalho que fazem parte da operação e que deverão ser cronometrados. Como muitos processos de serviços podem envolver processos decisórios complexos, recomenda-se validar os elementos de trabalho a partir de fluxogramas, os quais podem ser construídos, por exemplo, usando *post-its* para representar todas as rotas possíveis do processo decisório (Figura 10.14). Esses fluxogramas podem ser posterior ou concomitantemente digitalizados em *softwares* como o Microsoft Visio e o Bizagi. Se necessário, em caso de fluxogramas muito complexos, estes deverão ser validados em outros encontros.

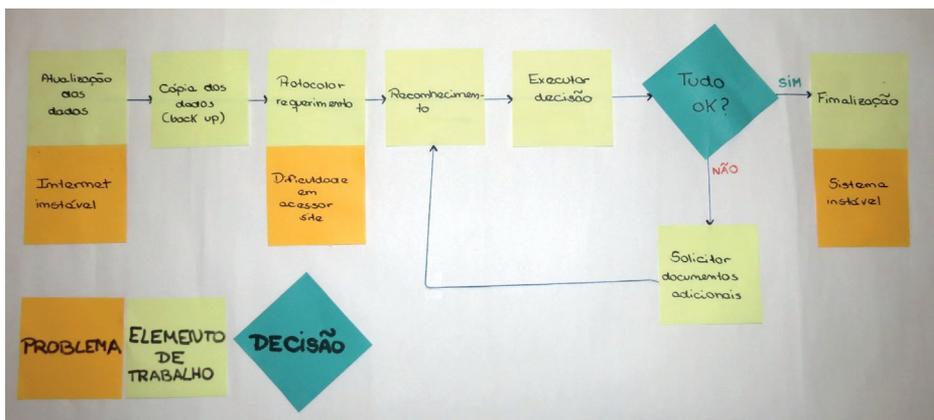


Figura 10.14 – Validação dos elementos de um processo com *post-its*

Além disso, quando vários departamentos ou pessoas estão envolvidos, podem-se separar espaços específicos, a fim de evidenciar quando cada um deles está atuando (Figura 10.15).

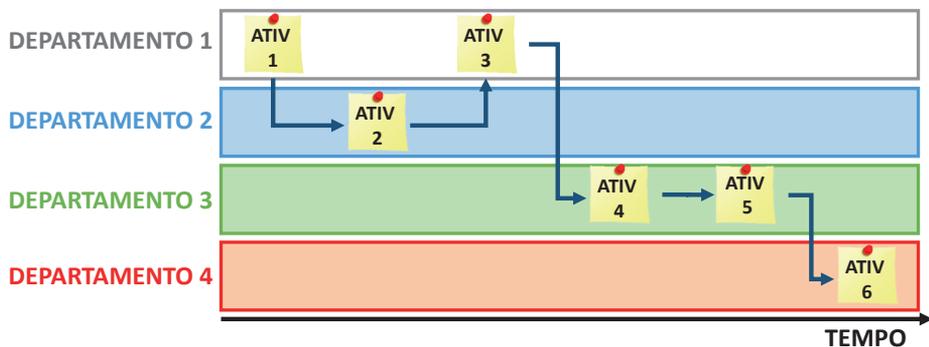


Figura 10.15 – Fluxograma de processo multidepartamental com *post-its*

Após a definição de todos os elementos de trabalho que pertencem a determinada operação, pode-se prosseguir para a coleta de tempos.

Durante a medição de tempos, as pessoas responsáveis pela coleta dos dados devem usar cronômetros, relógios, celulares, *tablets* ou *laptops* para anotar os tempos de início e término de cada um dos elementos de trabalho. Em relação à coleta de dados, várias estratégias podem ser adotadas para anotar os tempos coletados. Por exemplo:

- Levar fluxograma com *post-its* ou imprimir o fluxograma de arquivo digital no tamanho de papel para uma visibilidade adequada (A4, A3, ..., e até A0) e anotar os tempos das atividades nesse papel em paralelo com o acompanhamento do funcionário em observação;
- Anotar os tempos diretamente em uma planilha eletrônica padrão para coleta dos dados em paralelo com a cronometragem;
- Criar formulário específico, imprimi-lo e no dia da coleta preenchê-lo com os tempos coletados.

A Figura 10.16 ilustra uma cronoanálise de um processo administrativo, continuação do exemplo apresentado na Figura 10.14, em que as atividades foram mensuradas em dois dias diferentes, A e B.

Perceba que, em projetos de cronoanálise de processos administrativos, o tempo de duração dos elementos é tão importante quanto o tempo de interrupção entre esses elementos. Assim, deve-se ter o cuidado de coletar todos esses dados com o intuito de permitir uma análise futura adequada. Lembre-se de que muitas vezes falta tempo para planejar, mas ironicamente sempre sobra tempo para retrabalhar o que foi mal planejado.

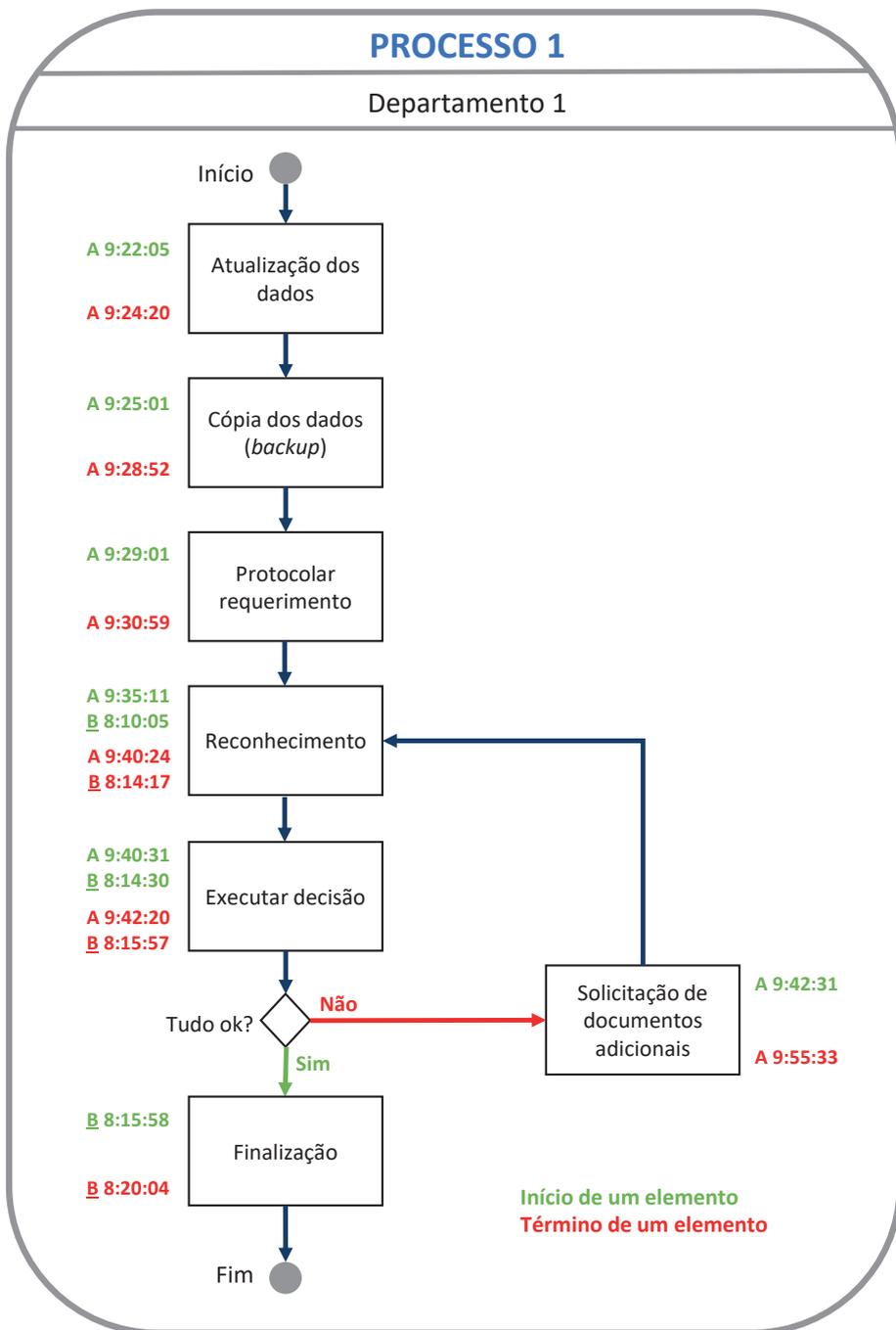


Figura 10.16 – Coleta de dados: cronoanálise de um processo administrativo

Pode-se observar na Figura 10.16 que, de acordo com a hora de início e fim dos elementos, é possível obter sua duração, sua ordem de execução e a visualização de desvios no fluxo. Assim, o fluxograma gerado é validado em paralelo com as medições de tempo. Se necessário, o fluxograma deve ser revisado.

Após ou durante a medição dos tempos, devem-se consolidar os dados em uma planilha padrão (Tabela 10.2). Essa planilha, além de servir de *backup* e facilitar a gestão do conhecimento do projeto, também poderá ser útil caso as análises dos dados sejam realizadas em *softwares* como o Microsoft Excel e o Minitab.

| Elemento | Tempo de início | Tempo de término | Duração | Observação |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|------------------------------------|
| Atualização dos dados | 17/02/2020 9:22:05 | 17/02/2020 9:24:20 | 00:02:15 | Internet devagar |
| Cópia dos dados (<i>backup</i>) | 17/02/2020 9:25:01 | 17/02/2020 9:28:52 | 00:03:51 | - |
| Protocolar requerimento | 17/02/2020 9:29:01 | 17/02/2020 9:30:59 | 00:01:58 | Dificuldade em acessar <i>site</i> |
| Reconhecimento | 17/02/2020 9:35:11 | 17/02/2020 9:40:24 | 00:05:13 | Resolução de dúvidas com superior. |
| | 18/02/2020 8:10:05 | 18/02/2020 8:14:17 | 00:04:12 | - |
| Executar decisão | 17/02/2020 9:40:31 | 17/02/2020 9:42:20 | 00:01:49 | - |
| | 18/02/2020 8:14:30 | 18/02/2020 8:15:57 | 00:01:27 | - |
| Solicitação de documentos adicionais | 17/02/2020 9:42:31 | 17/02/2020 9:55:33 | 00:13:02 | - |
| Finalização | 18/02/2020 8:15:58 | 18/02/2020 8:20:04 | 00:04:06 | Sistema instável |

Tabela 10.2 – Consolidação dos dados: cronoanálise de um processo administrativo

É importante que essas planilhas possuam um campo de “observação”. Como o tempo de alguns elementos pode variar, é preciso entender não apenas QUANTO tempo cada elemento gasta, mas também POR QUE gasta esse tempo e QUAIS FATORES podem aumentar sua variabilidade. Ou seja, o campo “observação” permite que a análise quantitativa da cronoanálise possa ser complementada com uma análise qualitativa daquilo que foi observado

durante a coleta dos dados. É essencial que esses dados se tornem informações embasadas que facilitem a identificação de melhorias e auxiliem os gestores na tomada de decisões.

No campo “Observação”, deverão ser anotadas quaisquer ocorrências que chamem a atenção do responsável pela medição, como:

- Identificação dos oito tipos de desperdícios (espera, estoque, transporte, movimentação, processamento em excesso, defeitos, superprodução e recursos humanos);
- Oportunidades de melhoria;
- Materiais, documentos, ferramentas e outras entradas necessárias para realização de um elemento de trabalho;
- Interrupções por outras pessoas, seja para conversas informais, seja para consultas técnicas com colegas ou superiores (presencial, telefone ou mensagem);
- Mensurações incorretas e imprecisas;
- Consulta a normas, manuais ou padrões de trabalho;
- Informações sobre os postos de trabalho, a tecnologia e infraestrutura, tais como falhas mecânicas, elétricas ou sistêmicas;
- Forma de execução do trabalho e procedimentos incorretos;
- Qualquer outra ocorrência que seja julgada como importante de acordo com o objetivo do projeto.

CAPÍTULO 11: SISTEMAS PREDETERMINADOS DE TEMPO

Sistemas predeterminados de tempo (SPDT) são sistemas de padronização de dados utilizados para determinar os tempos-padrão dos elementos de trabalho. A ideia é transformar uma operação em uma sequência de movimentos mínimos, os quais têm valores-padrão de tempo que podem ser consultados, por exemplo, a partir de uma tabela.

Esse tipo de procedimento de medição de tempo é aplicável a uma grande variedade de atividades e processos manuais. Além disso, os SPDT podem ser usados para diferentes finalidades:

- Desenvolvimento de métodos efetivos antes de se iniciar a produção;
- Melhoria dos métodos atuais ao se explorarem alternativas diferentes;
- Seleção de ferramentas e equipamentos adequados;
- Desenvolvimento de descrições de atividades precisas para treinamentos;
- Eliminação da necessidade de se avaliar a performance dos operadores;
- Aumento da agilidade no processo de coleta de tempos;
- Planejamento de *layout* futuro com base no modelo atual. Por exemplo, os SPDT podem ser usados como base para calcular o número de máquinas a serem controladas por operador;
- Atualização do padrão após mudanças nos métodos.

Entre os principais sistemas predeterminados de tempo, podemos citar:

- MODAPTS: Arranjo Modular de Sistemas Predeterminados de Tempo (Modular Arrangement of Predetermined Time Systems);
- MOST: Técnica da Sequência Operacional de Maynard (Maynard Operation Sequence Technique);
- MTM: Medição do Método-Tempo (Methods-Time Measurement).

Este livro focará na explicação didática de como funciona a técnica da sequência operacional de Maynard (MOST) para que os leitores possam compreender como esse sistema funciona em profundidade.

11.1 Passo a passo de um estudo de SPDT

Para se realizar um estudo de tempo a partir de um sistema predeterminado de tempo, podemos seguir o passo a passo a seguir.

Passo 1 – Definição do problema

Esta etapa é crucial para o sucesso do estudo. O planejamento não deve ser menosprezado, já que, com bom planejamento, retrabalhos e erros serão minimizados.

Antes de se iniciar qualquer estudo de tempos e movimentos, o primeiro passo é a compreensão e definição do problema com os principais envolvidos. Em seguida, dados devem ser coletados para selecionar o posto de trabalho ou a atividade a ser estudada. A partir da análise desses dados, serão definidos o método adequado, o posto de trabalho e a atividade a ser examinada.

Passo 2 – Registrar os detalhes das atividades do posto de trabalho escolhido

Deve-se fazer um estudo prévio no posto de trabalho a ser estudado. Alguns pontos a que se deve ter atenção são os seguintes:

- Levantamento das ferramentas necessárias na operação;
- Peculiaridades do posto de trabalho;
- Oportunidades de melhoria;
- Requisitos de qualidade;
- Requisitos de segurança;
- *Layout* envolvido na operação;
- Número de turnos e de operadores.

Passo 3 – Definir os elementos de trabalho a serem filmados

Na definição das operações a serem gravadas, deve-se ter cuidado com as atividades esporádicas como testes de qualidade, fim de lote, entre outras. Assim, para evitar retrabalhos, devem-se definir previamente todas as atividades repetitivas ou ocasionais a ser filmadas.

Além disso, é importante planejar qual produto será escolhido para a filmagem. Por exemplo, muitas vezes se opta por analisar os principais produtos da carteira. É preciso ter cuidado especial nessa decisão, já que o *mix* de produção pode se alterar com o tempo. Então, é sempre interessante trabalhar com famílias de produtos.

Passo 4 – Gravar o vídeo

Em paralelo à filmagem, aproveite para ir anotando alguns detalhes da operação como os discutidos no passo 2. Anomalias e oportunidades de melhoria devem ser sempre evidenciadas. É importante anotar os dados que servirão de *input* no preenchimento do formulário MOST, como as distâncias percorridas e as ferramentas utilizadas.

Passo 5 – Preenchimento do formulário MOST

Utilize a tabela-padrão do sistema para determinar o tempo normal de cada elemento.

Na prática preenchemos esses dados através do formulário MOST, que pode ser, por exemplo, uma planilha de Excel. Assim, trata-se de ferramenta rápida de entrada dos dados que fornece automaticamente os parâmetros a partir do modelo de sequência escolhido e calcula o tempo-padrão de cada elemento. Esses tempos serão automaticamente somados nessa planilha e, ao se aplicar a tolerância adequada, o tempo-padrão total será calculado.

As letras referentes aos modelos de sequência (G, C e F) e parâmetros (H, V, P, C, etc.) facilitam a entrada dos dados nessa planilha. Sem contar que o armazenamento eletrônico de informação facilita a gestão do conhecimento dos dados. Essa planilha pode ser baixada nos materiais suplementares deste livro que se encontram em seu *site* oficial.

Passo 6 – Validação dos resultados

É sempre interessante validar os resultados encontrados para checar se são realizáveis na prática. Isto é, se não são afetados por longas horas de trabalho e de possível fadiga.

11.2 Preenchimento do formulário MOST

Existem várias tabelas-padrão do MOST. Entre as principais, temos:

- BasicMOST: versão mais usada principalmente para atividades que possuem ciclo médio (de alguns segundos até 10 minutos);
- AdminMOST: análise de atividades administrativas e de escritório;
- MiniMOST: análise precisa e detalhada de atividade de ciclo curto (menor que 20 segundos);
- MaxiMOST: usado para *setups*, montagem pesada e manutenção. Ou seja, é usada para as atividades com ciclos mais longos.

Este livro focará na explicação do BasicMOST, uma vez que a lógica de aplicação do MOST é semelhante independentemente do seu tipo – e essa é uma das versões de maior aplicabilidade. O importante é escolher o tipo de tabela-padrão MOST conforme a operação a ser estudada.

Antes de entrar no uso da tabela em si, alguns conceitos básicos devem ser definidos. O trabalho deve ser visto como o deslocamento de massa ou de um objeto de forma semelhante ao conceito de trabalho na física. Além do mais, uma operação será transformada em seus movimentos mínimos. Conseqüentemente, os verbos associados a uma operação como “pegar” e “colocar” serão objeto de análise.

O MOST apresenta quatro níveis de análise crescentes em tangibilidade que auxiliam no preenchimento do formulário: modelos de seqüência, fases, parâmetros e índices (Figura 11.1).

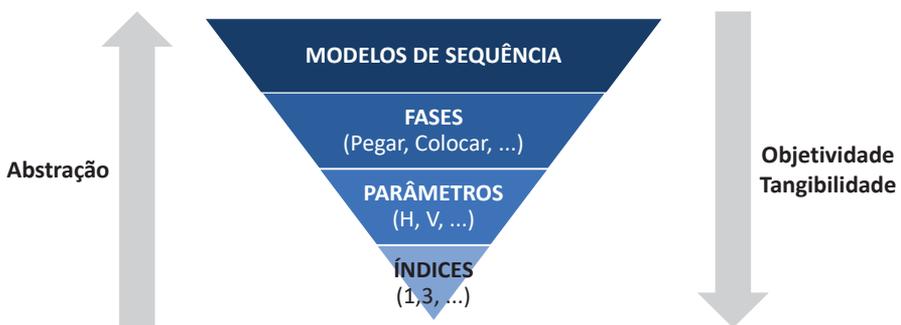


Figura 11.1 – Quatro níveis de análise do MOST

Três MODELOS básicos DE SEQUÊNCIA são utilizados na descrição de determinada atividade:

- Movimentos gerais (G): movimento manual de um objeto livremente pelo espaço;
- Movimentos controlados (C): movimentos restritos, presos ou em contato com objeto (exemplo: alavanca, maçaneta e botão);
- Uso de ferramentas (F): quando ferramentas são necessárias, como martelo e chave de fenda.

Teste seus conhecimentos 1: Movimento Geral (G) ou Controlado (C)? (Resposta no Apêndice 5)

1. Deslizar uma régua ();
 2. Pegar um livro e colocar na estante ();
 3. Abrir uma gaveta ();
 4. Pegar bola e lançá-la ();
 5. Fechar o zíper ().
-

Cada um desses modelos de sequência é estruturado em FASES:

- Movimentos gerais (G): Pegar + Colocar + Retornar;
- Movimentos controlados (C): Pegar + Acionar/Mover + Retornar;
- Uso de ferramentas (F): Pegar ferramenta + Colocar ferramenta + Usar Ferramenta + Guardar Ferramenta + Retornar.

Cada fase é estruturada em letras, as quais chamamos de PARÂMETROS. Estes por sua vez recebem um valor de ÍNDICE baseado no movimento necessário para se realizar uma atividade.

Os índices serão usados para gerar o tempo total requerido para a tarefa. A seguir, os parâmetros e índices serão analisados para cada modelo de sequência.

11.2.1 Movimentos Gerais (G)

Os movimentos gerais são usados para os movimentos manuais de um objeto livremente pelo espaço. Assim, os movimentos gerais apresentam as fases de PEGAR um objeto, COLOCAR esse objeto em outro lugar e RETORNAR ao local de origem. As fases Pegar, Colocar e Retornar podem ser representadas por meio dos parâmetros nos retângulos da Figura 11.2.

MOVIMENTO GERAL (G)

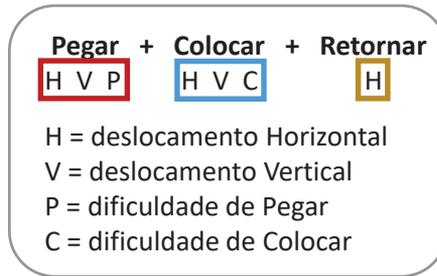


Figura 11.2 – Fases de um Movimento Geral (G)

Os índices que cada um desses parâmetros recebe podem ser consultados na Tabela 11.1. Se o deslocamento horizontal, correspondente ao parâmetro H, foi maior do que 10 passos, deve-se consultar a Tabela 11.2.

O uso desses parâmetros e índices será exemplificado abaixo:

Exemplo – Um operador caminha 3 passos até uma caixa no chão. Ele então se curva para pegar a caixa (objeto leve). Em seguida, caminha 3 passos até uma mesa onde a caixa deverá ser colocada. Ao final o operador já se encontra no local onde iniciou o movimento.

A ação de PEGAR envolve um deslocamento horizontal (H), um deslocamento vertical (V) e a própria dificuldade de pegar o objeto (P). Para PEGAR a caixa no chão, o deslocamento horizontal necessário que deve ser realizado é de 3 passos; o deslocamento vertical envolve curvar-se e erguer-se totalmente; e a facilidade de pegar a caixa é relativamente fácil, já que se trata de um objeto leve.

A ação de COLOCAR envolve um deslocamento horizontal (H), um deslocamento vertical (V) e a dificuldade de colocar o objeto no local de destino (C). Para COLOCAR a caixa na mesa, o deslocamento horizontal necessário que deve ser realizado é de 3 passos; não há necessidade de se deslocar verticalmente e se coloca a caixa deixando-a na mesa.

| MOV. GERAL: Pegar (HVP) + Colocar (HVC) + Retornar (H) | | | | |
|--|-------------------|--|--|--|
| Índice | H (Horizontal) | V (Vertical) | P (Pegar) | C (Colocar) |
| 0 | ≤ 5 cm | Sem movimento de corpo | Sem ganho de controle Segurar | Sem posicionar Segurar Lançar |
| 1 | Dentro do alcance | | Pegar objetos leves | Deixar de lado Ajuste frouxo |
| 3 | 1-2 passos | Sentar sem ajustes Levantar sem ajustes Curvar / Erguer-se (50%) | Pegar objetos pesados, presos e obstruídos Desengatar | Colocar com ajustes ou com leve pressão Posicionamento duplo |
| 6 | 3-4 passos | Curvar-se / Erguer-se | | Posicionamento com cuidado, precisão, obstrução ou com maior pressão |
| 10 | 5-7 passos | Sentar / Levantar | | |
| 16 | 8-10 passos | Curvar e sentar Subir e descer Levantar e curvar Passar por porta | | |

Tabela 11.1 – Índices dos parâmetros de um Movimento Geral (G)

| Índice | Passos | Distância em metros |
|------------|---------|---------------------|
| 24 | 11-15 | 12 |
| 32 | 16-20 | 15 |
| 42 | 21-26 | 20 |
| 54 | 27-33 | 25 |
| 67 | 34-40 | 30 |
| 81 | 41-49 | 38 |
| 96 | 50-57 | 44 |
| 113 | 58-67 | 51 |
| 131 | 68-78 | 59 |
| 152 | 79-90 | 69 |
| 173 | 91-102 | 78 |
| 196 | 103-115 | 88 |
| 220 | 116-128 | 98 |
| 245 | 129-142 | 108 |
| 270 | 143-158 | 120 |
| 300 | 159-174 | 133 |

Tabela 11.2 – Índices do parâmetro H para deslocamentos horizontais superiores a 10 passos

Ao final se deve RETORNAR ao local de origem, que envolve apenas um deslocamento horizontal (H). Nesse caso o operador já se encontra no local de origem; portanto, não foi necessário realizar um deslocamento horizontal.

A Figura 11.3 e a Tabela 11.3 apresentam os índices dos parâmetros para esse exemplo analisado.

MOVIMENTO GERAL (G)

Pegar + Colocar + Retornar

H6 V6 P1 H6 V0 C1 H0

PEGAR caixa do chão (Tabela 11.3 – retângulo vermelho):

H - Deslocamento Horizontal de 3 passos – índice **6**

V - Curvar-se e erguer-se 100% para pegar caixa no chão – índice **6**

P - Dificuldade de Pegar objetos leves – índice **1**

COLOCAR caixa na mesa (Tabela 11.3 – retângulo azul):

H - Deslocamento Horizontal de 3 passos – índice **6**

V - Sem deslocamento Vertical – índice **0**

C - Deixa de lado caixa – índice **1**

RETORNAR ao local de origem (Tabela 11.3 – retângulo amarelo):

H - Não houve deslocamento Horizontal – índice **0**

Figura 11.3 – Índices preenchidos conforme exemplo de Movimento Geral (G)

Ao final, devem-se somar os índices encontrados e multiplicá-los por 10:

$$6 + 6 + 1 + 6 + 0 + 1 + 0 = 20 \times 10 = 200 \text{ UMT}$$

O resultado encontrado é dado em Unidades de Medição de Tempo (UMT) e pode ser convertido em medidas tangíveis de tempo em segundos, minutos ou horas:

- 1 UMT = 0,00001 hora = 0,0006 minuto = 0,036 segundo;
- 1 hora = 100 000 UMT;
- 1 minuto = 1 667 UMT;
- 1 segundo = 27,8 UMT.

| MOV. GERAL: Pegar (HVP) + Colocar (HVC) + Retornar (H) | | | | |
|--|-------------------|--|--|--|
| Índice | H (Horizontal) | V (Vertical) | P (Pegar) | C (Colocar) |
| 0 | ≤ 5 cm | Sem movimento de corpo | Sem ganho de controle Segurar | Sem posicionar Segurar Lançar |
| 1 | Dentro do alcance | | Pegar objetos leves | Deixar de lado Ajuste frouxo |
| 3 | 1-2 passos | Sentar sem ajustes Levantar sem ajustes Curvar / Erguer-se (50%) | Pegar objetos pesados, presos e obstruídos Desengatar | Colocar com ajustes ou com leve pressão Posicionamento duplo |
| 6 | 3-4 passos | Curvar-se / Erguer-se | | Posicionamento com cuidado, precisão, obstrução ou com maior pressão |
| 10 | 5-7 passos | Sentar / Levantar | | |
| 16 | 8-10 passos | Curvar e sentar Subir e descer Levantar e curvar Passar por porta | | |

Tabela 11.3 – Índices definidos na tabela de Movimento Geral (G)

No exemplo em questão:

$$200 \text{ UMT} \times 0,036 \text{ segundo/UMT} = 7,2 \text{ segundos}$$

Ou seja, 7,2 segundos é o tempo-padrão que o sistema predeterminado de tempo MOST nos fornece para a operação de pegar uma caixa leve a 3 passos de distância, colocá-la em uma mesa a 3 passos de distância e já estar no local de origem do movimento.

Teste seus conhecimentos 2: Movimentos Gerais (G) (Resposta no Apêndice 5)

1. Andar 2 passos, pegar um livro na mesa, caminhar 6 passos até uma estante e inclinar-se levemente para posicionar o livro na prateleira inferior, levantar e retornar para a mesa.

$$H_V_P_ \quad H_V_C_ \quad H_ = _ \text{ UMT}$$

2. Pegar chave dentro do alcance e colocá-la em um cadeado com ajustes.

$$H_V_P_ \quad H_V_C_ \quad H_ = _ \text{ UMT}$$

3. Pegar pedaço de linha e posicioná-lo (com precisão) na agulha (segurada pela outra mão).

H__V__P__ H__V__C__ H__ = _____ UMT

4. Caminhar 3 passos, curvar-se e erguer-se para pegar uma caixa pesada do chão e colocá-la em uma prateleira dentro do alcance.

H__V__P__ H__V__C__ H__ = _____ UMT

5. Com uma prancheta na mão, levantar de uma cadeira, caminhar até uma mesa localizada a 6 passos de distância e jogar a prancheta na mesa.

H__V__P__ H__V__C__ H__ = _____ UMT

11.2.2 Movimentos Controlados (C)

MOVIMENTO CONTROLADO (C)

Pegar + Acionar / Mover + Retornar

H V P

M T A

H

H = deslocamento Horizontal

V = deslocamento Vertical

P = dificuldade de Pegar

M = Movimento controlado

T = Tempo de processamento

A = Alinhamento

Figura 11.4 – Fases de um Movimento Controlado (C)

Os movimentos controlados dizem respeito a movimentos restritos, presos ou em contato com objeto. Por exemplo, temos o acionamento de alavancas, o giro de uma maçaneta para abrir uma porta e o ato de pressionar um botão de um equipamento. Assim, os movimentos controlados apresentam as fases

de PEGAR um objeto, como uma alavanca ou um botão, ACIONÁ-LO e ao final RETORNAR para o local de origem. Essas três fases podem ser representadas por meio dos parâmetros nos retângulos da Figura 11.4.

Os parâmetros H, V e P já foram descritos na apresentação dos movimentos gerais. Seus índices podem ser consultados nas Tabelas 11.1 e 11.2.

Assim, focaremos na descrição dos parâmetros M, T e A.

O parâmetro movimento controlado (M) considera todos os movimentos manuais em relação a um objeto sob um deslocamento controlado/restrito (usando dedos, mãos ou pés). Esse parâmetro está subdividido em duas categorias: Empurrar/Puxar/Virar OU Girar uma manivela.

O tempo de processamento (T) se refere à porção do trabalho controlado por mecanismos, máquinas eletrônicas ou mecânicas. Ou seja, o tempo de processamento não se refere às ações manuais. Por exemplo, após pressionar um botão, a prensa é acionada. O tempo de ciclo dessa prensa será, pois, o *input* para se definir o índice desse parâmetro.

Finalmente, o alinhamento (A) diz respeito às ações manuais após o “movimento controlado” ou na conclusão do “tempo de processamento” para alcançar um alinhamento ou orientação específica do objeto. É importante ressaltar que o tempo de olhar deve ser considerado nesse parâmetro e que a área normal da visão não requer tempo adicional de olhar. Esse parâmetro é dividido em três categorias:

- Alinhamento de objetos típicos;
- Alinhamento de ferramentas de máquinas;
- Alinhamento de objetos não típicos.

Os índices dos parâmetros M, T e A podem ser consultados na Tabela 11.4. Nessa tabela estão apresentados os índices de alinhamento (A) apenas para objetos típicos. Optou-se por não abordar as outras duas categorias que são menos utilizadas na prática.

O uso desses parâmetros e índices será exemplificado a seguir.

| MOV. CONTROLADO: Pegar (HVP) + Mover/Acionar (MTA) + Retornar (H) | | | | |
|---|---|----------|----------------------------|--------------------------------|
| Índice | M (Movimento) | | T (Tempo) | A (Alinhamento) |
| | Puxar/Empurrar/Virar | Manivela | | |
| 0 | Sem ação | | Sem tempo de processamento | Sem alinhamento |
| 1 | Puxar/Empurrar/Virar ≤ 30 cm Pressionar botão Puxar/Empurrar alavanca Rotacionar maçaneta | | 0,5 segundo | Alinhar um ponto |
| 3 | Puxar/Empurrar/Virar > 30 cm Puxar/Empurrar com resistência ou com alto controle Puxar/Empurrar/Virar (2 estágios) ≤ 30 cm cada ou 60 cm no total | | 1,5 segundo | Alinhar dois pontos ≤ 10 cm |
| 6 | Puxar/Empurrar/Virar (2 estágios) > 30 cm cada ou 60 cm no total Empurrar por 1 a 2 passos | | 2,5 segundos | Alinhar dois pontos > 10 cm |
| 10 | Puxar/empurrar (3 a 4 estágios) Empurrar por 3 a 4 passos | | 4,5 segundos | |
| 16 | Empurrar por 6 a 9 passos | | 7 segundos | Alinhar com precisão |

Tabela 11.4 – Índices dos parâmetros de um Movimento Controlado (C)

Exemplo – Um operador aciona uma alavanca ao seu alcance para que uma prensa seja acionada. O ciclo da prensa é de 2,5 segundos. O operador já está no seu local de origem.

A ação de PEGAR envolve um deslocamento horizontal (H), um deslocamento vertical (V) e a própria dificuldade de pegar o objeto (P). Para PEGAR a alavanca, o deslocamento horizontal necessário está ao seu alcance, o deslocamento vertical é praticamente nulo e a facilidade de pegar na alavanca é relativamente fácil, já que se trata de um objeto leve.

A ação de ACIONAR envolve um movimento controlado (M), um tempo de processamento (T) e um alinhamento (A). No exemplo em questão, o movimento controlado se refere ao ato de puxar a alavanca. Após o acionamento da alavanca, a prensa inicia seu tempo de processamento de 2,5 segundos. Vale ressaltar que nesse caso não foi necessário realizar qualquer tipo de alinhamento.

MOVIMENTO CONTROLADO (C)

Pegar + Acionar / Mover + Retornar
H1 V0 P1 M3 T6 A0 H0

PEGAR na alavanca (Tabela 11.5 – retângulo vermelho):

H - Deslocamento Horizontal ao alcance – índice **1**

V - Não se realizaram deslocamentos Verticais – índice **0**

P - Dificuldade de Pegar objetos leves – índice **1**

MOVER a alavanca (Tabela 11.6 – retângulo azul):

M - Movimento controlado de puxar alavanca – índice **1**

T - Tempo de processamento da prensa de 2,5 segundos – índice **6**

A - Não há necessidade de alinhamento – índice **0**

RETORNAR ao local de origem (Tabela 11.5 – retângulo amarelo):

H - Não houve deslocamento Horizontal – índice **0**

Figura 11.5 – Índices preenchidos conforme exemplo de Movimento Controlado (C)

| MOV. GERAL: Pegar (HVP) + Colocar (HVC) + Retornar (H) | | | | |
|--|-------------------|--|--|--|
| Índice | H (Horizontal) | V (Vertical) | P (Pegar) | C (Colocar) |
| 0 | ≤ 5 cm | Sem movimento de corpo | Sem ganho de controle Segurar | Sem posicionar Segurar Lançar |
| 1 | Dentro do alcance | | Pegar objetos leves | Deixar de lado Ajuste frouxo |
| 3 | 1-2 passos | Sentar sem ajustes Levantar sem ajustes Curvar / Erguer-se (50%) | Pegar objetos pesados, presos e obstruídos Desengatar | Colocar com ajustes ou com leve pressão Posicionamento duplo |
| 6 | 3-4 passos | Curvar-se / Erguer-se | | Posicionamento com cuidado, precisão, obstrução ou com maior pressão |
| 10 | 5-7 passos | Sentar / Levantar | | |
| 16 | 8-10 passos | Curvar e sentar Subir e descer Levantar e curvar Passar por porta | | |

Tabela 11.5 – Índices definidos na tabela de Movimento Geral (G)

| MOV. CONTROLADO: Pegar (HVP) + Mover/Acionar (MTA) + Retornar (H) | | | | |
|---|---|------------|----------------------------|--------------------------------|
| Índice | M (Movimento) | | T (Tempo) | A (Alinhamento) |
| | Puxar/Empurrar/Virar | Manivela | | |
| 0 | Sem ação | Sem ação | Sem tempo de processamento | Sem alinhamento |
| 1 | Puxar/Empurrar/Virar ≤ 30 cm Pressionar botão Puxar/Empurrar alavanca Rotacionar maçaneta | | 0,5 segundo | Alinhar um ponto |
| 3 | Puxar/Empurrar/Virar > 30 cm Puxar/Empurrar com resistência ou com alto controle Puxar/Empurrar/Virar (2 estágios) ≤ 30 cm cada ou 60 cm no total | 1 giro | 1,5 segundo | Alinhar dois pontos ≤ 10 cm |
| 6 | Puxar/Empurrar/Virar (2 estágios) > 30 cm cada ou 60 cm no total Empurrar por 1 a 2 passos | 2-3 giros | 2,5 segundos | Alinhar dois pontos > 10 cm |
| 10 | Puxar/empurrar (3 a 4 estágios) Empurrar por 3 a 4 passos | 4-6 giros | 4,5 segundos | |
| 16 | Empurrar por 6 a 9 passos | 7-11 giros | 7 segundos | Alinhar com precisão |

Tabela 11.6 – Índices definidos na tabela de Movimento Controlado (C)

Em seguida se deve RETORNAR ao local de origem, que envolve apenas um deslocamento horizontal (H). Nesse caso o operador já se encontra no local de origem e não foi, portanto, necessário realizar deslocamento horizontal.

A Figura 11.5 e as Tabelas 11.5 e 11.6 apresentam os índices dos parâmetros para o exemplo analisado.

Ao final, somam-se os índices encontrados e o resultado é multiplicado por 10:

$$1 + 0 + 1 + 1 + 6 + 0 + 0 = 9 \times 10 = 90 \text{ UMT}$$

Convertendo o resultado em Unidades de Medição de Tempo (UMT) para segundos, temos:

$$90 \text{ UMT} \times 0,036 \text{ segundo/UMT} = 3,24 \text{ segundos}$$

Ou seja, 3,24 segundos é o tempo-padrão que o sistema predeterminado de tempo MOST nos fornece para a operação.

Teste seus conhecimentos 3: Movimentos Controlados (C) (Resposta no Apêndice 5)

1. Um operador ganha controle de uma caixa pesada e a empurra por 3 passos em uma correia transportadora. Ao final, anda 3 passos para retornar ao local de origem.

H__V__P__ M__T__A__ H__ = _____ UMT

2. Um operador de máquina caminha 2 passos até uma mesa, abre um fichário e retorna ao seu local de origem.

H__V__P__ M__T__A__ H__ = _____ UMT

3. Um operador agarra peça leve e a desliza por 20 cm até um gabarito na máquina, alinhando a peça em 2 pontos que estão separados entre si por 7,5 cm.

H__V__P__ M__T__A__ H__ = _____ UMT

11.2.3 Uso de Ferramentas (F)

O modelo de sequência relacionado ao uso de ferramentas deve ser usado quando ferramentas são necessárias, como martelo, tesoura, chave de fenda, entre outras. É interessante ressaltar que as atividades que envolvem escrita e leitura também devem ser analisadas a partir desse modelo. Abaixo estão listadas atividades que seguem esse modelo de sequência:

- Limpar uma superfície com um pano;
- Cortar uma caixa com uma faca;
- Afrouxar um parafuso com uma chave de fenda.

As fases dos movimentos com uso de ferramentas são basicamente uma combinação de movimentos gerais com movimentos controlados. Assim, esse modelo de sequência apresenta as fases de PEGAR uma ferramenta, COLOCAR a ferramenta no local em que será utilizada, a AÇÃO da ferramenta, COLOCAR a ferramenta no local em que deverá ser guardada e RETORNAR ao local de origem. Essas fases podem ser representadas pelos parâmetros nos retângulos da Figura 11.6.

USO DE FERRAMENTAS (F)

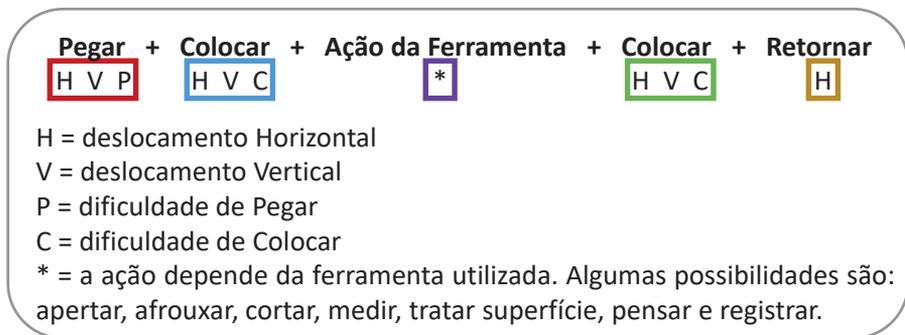


Figura 11.6 – Fases de Uso de Ferramentas (F)

Os índices que cada um desses parâmetros recebe podem ser consultados nas tabelas que serão apresentadas a seguir conforme a ação da ferramenta utilizada: apertar, afrouxar, cortar, tratar superfície, pensar e registrar.

APERTAR / AFROUXAR

Por exemplo, as ações de APERTAR ou AFROUXAR incluem a montagem manual ou mecânica de um objeto que pode ser realizada a partir da força dos dedos, das mãos, dos braços ou da potência motora de uma ferramenta. As tabelas que apresentam os índices para as ações de apertar e afrouxar são, portanto, subdivididas em:

- Ações dos dedos;
- Ações dos punhos;
- Ações dos braços;
- Ação das ferramentas.

Ao final, deve-se definir o movimento que será realizado e o tipo de ferramenta que será utilizada. Assim, para a definição do índice deve-se responder às seguintes questões:

1. Qual é a ação a ser executada com a ferramenta (afrouxar, apertar)?
2. Quem gera a força necessária para se executar a ação (dedos, punhos, braços, ferramentas)?
3. Qual é o movimento que será realizado com a ferramenta (giros, voltas, golpes)?
4. Qual é a ferramenta que será utilizada (chave de catraca, chave-inglesa, parafusadeira, martelo, chave allen, mãos)?

As Tabelas 11.7 e 11.8 apresentam os índices relacionados às ações de APERTAR e AFROUXAR. Essas ações, por sua vez, podem ser realizadas com o uso de diferentes ferramentas como: os próprios dedos, chave de fenda, chave catraca, chave T, chave inglesa, chave allen, martelo e parafusadeira elétrica – ferramentas ilustradas na Figura 11.7.



Figura 11.7 – Exemplos de ferramentas

O uso desses parâmetros e índices para as ações de APERTAR e AFROUXAR será exemplificado a seguir.

Exemplo – Um operador pega uma chave de fenda localizada em uma mesa ao seu alcance e a coloca, com ajustes, em contato com a cabeça de um parafuso que também está nessa mesa. Em seguida, apenas com o movimento do punho, ele usa a chave de fenda para realizar 9 voltas no parafuso. Ao final, coloca a ferramenta de lado.

A ação de PEGAR envolve um deslocamento horizontal (H), um deslocamento vertical (V) e a própria dificuldade de pegar o objeto (P). Para PEGAR a chave de fenda, o deslocamento horizontal necessário está ao seu alcance, o deslocamento vertical é praticamente nulo e pegar é relativamente fácil, já que se trata de um objeto leve.

A ação de COLOCAR a ferramenta em contato com o parafuso envolve um deslocamento horizontal (H), um deslocamento vertical (V) e a própria dificuldade de colocar a ferramenta no parafuso (C). Para COLOCAR a ferramenta no parafuso, o deslocamento horizontal necessário está ao seu alcance, o deslocamento vertical é praticamente nulo e a chave de fenda deve ser colocada com ajustes.

| FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | | | | |
|---|-----------------------|--|----------------------------|---|--------------|
| APERTAR OU AFROUXAR | | | | | |
| Índice | AÇÃO DOS DEDOS | AÇÃO DO PUNHO | | | |
| | Giros | Voltas | Giros intermitentes | Giros contínuos | Batidas |
| | Dedos, chave de fenda | Mãos, chave de fenda, chave catraca, chave T | Chave-inglesa, chave allen | Chave-inglesa, chave allen, chave catraca | Mão, martelo |
| 1 | 1 | - | - | - | 1 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 6 | 3 | 3 | 2 | 3 | 6 |
| 10 | 8 | 5 | 3 | 5 | 10 |
| 16 | 16 | 9 | 5 | 8 | 16 |
| 24 | 25 | 13 | 8 | 11 | 23 |
| 32 | 35 | 17 | 10 | 15 | 30 |
| 42 | 47 | 23 | 13 | 20 | 39 |
| 54 | 61 | 29 | 17 | 25 | 50 |

Tabela 11.7 – Índices dos parâmetros de Uso de Ferramentas (F) para APERTAR / AFROUXAR através da ação dos dedos e do punho

| FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|---|--------------|
| APERTAR OU AFROUXAR | | | | | | |
| Índice | AÇÃO DAS FERRAMENTAS | AÇÃO DOS BRAÇOS | | | | |
| | Diâmetro do parafuso | Voltas | | Giros intermitentes | Giros contínuos | Golpes |
| | Parafusadeira elétrica | Chave catraca | Chave T, 2 mãos | Chave-inglesa, chave allen | Chave-inglesa, chave allen, chave catraca | Mão, martelo |
| 1 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 6 mm | 1 | - | 1 | - | 1 |
| 6 | 25 mm | 2 | 1 | - | 1 | 3 |
| 10 | | 4 | - | 2 | 2 | 5 |
| 16 | | 6 | 3 | 3 | 3 | 8 |
| 24 | | 9 | 6 | 4 | 5 | 12 |
| 32 | | 12 | 8 | 6 | 6 | 16 |
| 42 | | 15 | 11 | 8 | 8 | 21 |
| 54 | | 20 | 15 | 10 | 11 | 27 |

Tabela 11.8 – Índices dos parâmetros de Uso de Ferramentas (F) para APERTAR / AFROUXAR através da ação das ferramentas e dos braços

A AÇÃO da própria ferramenta é de APERTAR o parafuso a partir de movimentos do PUNHO. Assim, a Tabela 11.7 deverá ser consultada. Além disso, a ferramenta a ser utilizada é uma chave de fenda e o movimento a ser realizado será o de fazer o parafuso dar 9 voltas.

A ação de COLOCAR a ferramenta no local em que deve ser guardada envolve um deslocamento horizontal (H), um deslocamento vertical (V) e a própria dificuldade de colocar a ferramenta no parafuso (C). Para guardá-la, o deslocamento horizontal necessário está ao seu alcance, o deslocamento vertical é praticamente nulo e a chave de fenda deve ser simplesmente deixada de lado.

Ao final se deve RETORNAR ao local de origem, o que envolve apenas um deslocamento horizontal (H). Nesse caso o operador já se encontra no local de origem; portanto, não foi necessário realizar um deslocamento horizontal.

A Figura 11.8 e as Tabelas 11.9 e 11.10 apresentam os índices dos parâmetros para o exemplo analisado.

USO DE FERRAMENTAS (F): APERTAR OU AFROUXAR

Pegar + Colocar + Ação da Ferramenta + Colocar + Retornar
H1 V0 P1 H1 V0 C3 *16 H1 V0 C1 H0

PEGAR chave de fenda

(Tabela 11.9 – retângulo vermelho):

H - Deslocamento Horizontal ao alcance – índice 1

V - Não se realizaram deslocamentos Verticais – índice 0

P - Dificuldade de Pegar objetos leves – índice 1

COLOCAR chave de fenda em contato com parafuso

(Tabela 11.9 – retângulo azul):

H - Deslocamento Horizontal ao alcance – índice 1

V - Não se realizaram deslocamentos Verticais – índice 0

C - Colocar com ajustes – índice 3

APERTAR/AFROUXAR parafuso

(Tabela 11.10 – retângulo roxo):

* - 9 voltas com chave de fenda usando o punho – índice 16

COLOCAR chave de fenda no local a ser guardada

(Tabela 11.9 – retângulo verde):

H - Deslocamento Horizontal ao alcance – índice 1

V - Não se realizaram deslocamentos Verticais – índice 0

C - Deixar de lado – índice 1

RETORNAR ao local de origem (Tabela 11.9 – retângulo amarelo):

H - Não houve deslocamento Horizontal – índice 0

Figura 11.8 – Índices preenchidos conforme exemplo de Uso de Ferramentas (F) para APERTAR / AFROUXAR

Ao final, somam-se os índices encontrados e o resultado é multiplicado por 10:

$$1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 3 + 16 + 1 + 0 + 1 + 0 = 24 \times 10 = 240 \text{ UMT}$$

Convertendo o resultado em UMT para segundos, temos que 8,64 segundos é o tempo-padrão que o MOST nos fornece para essa operação.

$$240 \text{ UMT} \times 0,036 \text{ segundo/UMT} = 8,64 \text{ segundos}$$

| MOV. GERAL: Pegar (HVP) + Colocar (HVC) + Retornar (H) | | | | |
|--|-------------------|--|--|--|
| Índice | H (Horizontal) | V (Vertical) | P (Pegar) | C (Colocar) |
| 0 | ≤ 5 cm | Sem movimento de corpo | Sem ganho de controle Segurar | Sem posicionar Segurar Lançar |
| 1 | Dentro do alcance | | Pegar objetos leves | Deixar de lado Ajuste frouxo |
| 3 | 1-2 passos | Sentar sem ajustes Levantar sem ajustes Curvar / Erguer-se (50%) | Pegar objetos pesados, presos e obstruídos Desengatar | Colocar com ajustes ou com leve pressão Posicionamento duplo |
| 6 | 3-4 passos | Curvar-se / Erguer-se | | Posicionamento com cuidado, precisão, obstrução ou com maior pressão |
| 10 | 5-7 passos | Sentar / Levantar | | |
| 16 | 8-10 passos | Curvar e sentar Subir e descer Levantar e curvar Passar por porta | | |

Tabela 11.9 – Índices definidos na tabela de Movimento Geral (G)

| FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | | | | |
|---|-----------------------|--|----------------------------|---|--------------|
| APERTAR OU AFROUXAR | | | | | |
| Índice | AÇÃO DOS DEDOS | | AÇÃO DO PUNHO | | |
| | Giros | Voltas | Giros intermitentes | Giros contínuos | Batidas |
| | Dedos, chave de fenda | Mãos, chave de fenda, chave catraca, chave T | Chave-inglesa, chave allen | Chave-inglesa, chave allen, chave catraca | Mão, martelo |
| 1 | 1 | - | - | - | 1 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 6 | 3 | 3 | 2 | 3 | 6 |
| 10 | 8 | 5 | 3 | 5 | 10 |
| 16 | 16 | 9 | 5 | 8 | 16 |
| 24 | 25 | 13 | 8 | 11 | 23 |
| 32 | 35 | 17 | 10 | 15 | 30 |
| 42 | 47 | 23 | 13 | 20 | 39 |
| 54 | 61 | 29 | 17 | 25 | 50 |

Tabela 11.10 – Índices definidos na tabela de Uso de Ferramentas (F) para APERTAR / AFROUXAR através da ação dos dedos e do punho

Teste seus conhecimentos 4: Uso de Ferramentas (F) para APERTAR / AFROUXAR (Resposta no Apêndice 5)

1. Pegar uma chave de fenda em uma mesa localizada a 3 passos, deslocar-se 3 passos para fixar um parafuso com 8 giros usando os dedos e colocar a ferramenta dentro do alcance.

$$H_V_P_ H_V_C_ * _ H_V_C_ H_ = ______ \text{UMT}$$

2. Pegar uma chave-inglesa dentro do alcance na máquina, afrouxar com 5 giros intermitentes de punho e guardar a ferramenta a 4 passos de distância. Ao final retornar ao local de origem (4 passos).

$$H_V_P_ H_V_C_ * _ H_V_C_ H_ = ______ \text{UMT}$$

CORTAR / TRATAR SUPERFÍCIE

| FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | | | | | | |
|---|----------------------|--------------|---------|------------------|----------------------------------|-----------------|----------------|
| CORTAR OU TRATAR SUPERFÍCIE | | | | | | | |
| Índice | CORTAR | | | | TRATAR SUPERFÍCIE | | |
| | Alicate | | Tesoura | Faca | Limpeza com ar | Esfregar escova | Passar pano |
| | Torcer / dobrar | Cortar (Fio) | Cortes | Pedaços / fatias | m ² | m ² | m ² |
| 1 | Prender | | 1 | - | - | - | - |
| 3 | | Macio | 2 | 1 | - | - | 0,05 |
| 6 | Torcer Dobrar | Médio | 4 | - | 1 Local 1 Ponto 1 Cavidade | 0,1 | - |
| 10 | | Duro | 7 | 3 | - | - | 0,1 |
| 16 | Dobrar contrapino | | 11 | 4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 24 | | | 15 | 6 | 0,4 | 0,3 | - |
| 32 | | | 20 | 9 | 0,7 | 0,5 | 0,5 |
| 42 | | | 27 | 11 | 1 | 0,7 | 0,7 |
| 54 | | | 33 | | | | |

Tabela 11.11 – Índices dos parâmetros de Uso de Ferramentas (F) para CORTAR / TRATAR SUPERFÍCIE

Os índices das ações de cortar e tratar superfície serão apresentados em conjunto. A ação de CORTAR se refere às atividades manuais que envolvem separar, dividir ou remover parte(s) de um objeto usando uma ferramenta afiada como tesouras ou facas. Já a ação de TRATAR SUPERFÍCIE diz respeito às atividades relacionadas à limpeza, podendo ser feitas com pano, vassoura ou aspirador.

A Tabela 11.11 apresenta os índices relacionados às ações de CORTAR e TRATAR SUPERFÍCIE.

USO DE FERRAMENTAS (F): CORTAR OU TRATAR SUPERFÍCIE

Pegar + Colocar + Ação da Ferramenta + Colocar + Retornar
H1 V0 P1 H1 V0 C1 *6 H1 V0 C1 H0

PEGAR tesoura

(Tabela 11.12 – retângulo vermelho):

H - Deslocamento Horizontal ao alcance – índice **1**

V - Não se realizaram deslocamentos Verticais – índice **0**

P - Dificuldade de Pegar objetos leves – índice **1**

COLOCAR tesoura em contato com papel

(Tabela 11.12 – retângulo azul):

H - Deslocamento Horizontal ao alcance – índice **1**

V - Não se realizaram deslocamentos Verticais – índice **0**

C - Colocar com ajuste frouxo – índice **1**

CORTAR com tesoura

(Tabela 11.13 – retângulo roxo):

* - papel será cortado em 4 pedaços – índice **6**

COLOCAR tesoura na mesa

(Tabela 11.12 – retângulo verde):

H - Deslocamento Horizontal ao alcance – índice **1**

V - Não se realizaram deslocamentos Verticais – índice **0**

C - Deixar de lado – índice **1**

RETORNAR ao local de origem

(Tabela 11.12 – retângulo amarelo):

H - Não houve deslocamento Horizontal – índice **0**

Figura 11.9 – Índices preenchidos conforme exemplo de Uso de Ferramentas (F) para CORTAR / TRATAR SUPERFÍCIE

Exemplo – Funcionário de um escritório pega uma tesoura ao seu alcance e corta uma folha em 4 pedaços. Ao final, ele deixa de lado a tesoura na mesa.

Agora que o leitor já está familiarizado com as fases de PEGAR, COLOCAR e RETORNAR, o foco será na descrição apenas do uso da ferramenta. A AÇÃO da própria ferramenta é de CORTAR as folhas com uma TESOURA. Se consultamos a Tabela, verificamos que devemos olhar quantos pedaços serão cortados com tal ferramenta. Nesse caso a folha será cortada em 4 pedaços.

A Figura 11.9 e as Tabelas 11.12 e 11.13 apresentam os índices dos parâmetros para o exemplo analisado.

Ao final, os índices encontrados são somados e o resultado é multiplicado por 10:

$$1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 1 + 6 + 1 + 0 + 1 + 0 = 12 \times 10 = 120 \text{ UMT}$$

Convertendo o resultado encontrado em Unidades de Medição de Tempo (UMT) para segundos, temos:

$$120 \text{ UMT} \times 0,036 \text{ segundo/UMT} = 4,32 \text{ segundos}$$

Ou seja, o tempo-padrão para essa operação, segundo o MOST, é de 4,32 segundos.

Teste seus conhecimentos 5: Uso de Ferramentas (F) para CORTAR / TRATAR SUPERFÍCIE (Resposta no Apêndice 5)

1. Pegar uma faca em uma mesa localizada a 7 passos. Nessa mesa um pão será cortado em 6 pedaços. Deixar a faca de lado na mesa. Ao final, andar 7 passos para retornar ao local de origem.

$$H_ V_ P_ H_ V_ C_ * _ H_ V_ C_ H_ = _ \text{ UMT}$$

2. Curvar-se e erguer-se para pegar no chão pano localizado a 2 passos. Deslocar-se 8 passos, curvar-se e erguer-se para limpar 0,7 m² do piso. Retornar 8 passos para guardar pano e depois 2 passos para retornar ao local de origem.

$$H_ V_ P_ H_ V_ C_ * _ H_ V_ C_ H_ = _ \text{ UMT}$$

| MOV. GERAL: Pegar (HVP) + Colocar (HVC) + Retornar (H) | | | | |
|--|-------------------|--|--|--|
| Índice | H (Horizontal) | V (Vertical) | P (Pegar) | C (Colocar) |
| 0 | ≤ 5 cm | Sem movimento de corpo | Sem ganho de controle Segurar | Sem posicionar Segurar Lançar |
| 1 | Dentro do alcance | | Pegar objetos leves | Deixar de lado Ajuste frouxo |
| 3 | 1-2 passos | Sentar sem ajustes Levantar sem ajustes Curvar / Erguer-se (50%) | Pegar objetos pesados, presos e obstruídos Desengatar | Colocar com ajustes ou com leve pressão Posicionamento duplo |
| 6 | 3-4 passos | Curvar-se / Erguer-se | | Posicionamento com cuidado, precisão, obstrução ou com maior pressão |
| 10 | 5-7 passos | Sentar / Levantar | | |
| 16 | 8-10 passos | Curvar e sentar Subir e descer Levantar e curvar Passar por porta | | |

Tabela 11.12 – Índices definidos na tabela de Movimento Geral (G)

| FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | | | | | | |
|---|-------------------|--------------|---------|------------------|----------------------------------|-----------------|----------------|
| CORTAR OU TRATAR SUPERFÍCIE | | | | | | | |
| Índice | CORTAR | | | | TRATAR SUPERFÍCIE | | |
| | Alicate | | Tesoura | Faca | Limpeza com ar | Esfregar escova | Passar pano |
| | Torcer / dobrar | Cortar (Fio) | Cortes | Pedaços / fatias | m ² | m ² | m ² |
| 1 | Prender | | 1 | - | - | - | - |
| 3 | | Macio | 2 | 1 | - | - | 0,05 |
| 6 | Torcer Dobrar | Médio | 4 | - | 1 Local 1 Ponto 1 Cavidade | 0,1 | - |
| 10 | | Duro | 7 | 3 | - | - | 0,1 |
| 16 | Dobrar contrapino | | 11 | 4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 24 | | | 15 | 6 | 0,4 | 0,3 | - |
| 32 | | | 20 | 9 | 0,7 | 0,5 | 0,5 |
| 42 | | | 27 | 11 | 1 | 0,7 | 0,7 |
| 54 | | | 33 | | | | |

Tabela 11.13 – Índices definidos na tabela de Uso de Ferramentas (F) para CORTAR / TRATAR SUPERFÍCIE

REGISTRAR / PENSAR

| FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | | | | | |
|---|-----------|-------------------------|--------------|--------------------------|------------------|-----------------------|
| REGISTRAR (escrever e marcar) OU PENSAR (inspecionar e ler) | | | | | | |
| Índice | REGISTRAR | | | PENSAR | | |
| | Escrever | | Marcar | Inspeccionar | Ler | |
| | Dígitos | Palavras | Dígitos | Pontos | Dígitos Palavras | Texto de palavras |
| 1 | 1 | - | Checar marca | 1 | 1 | 3 |
| 3 | 2 | - | 1 | 3 | 3 | 8 |
| 6 | 4 | 1 | 2 | 5 Tocar para calor | 6 | 15 Data ou horário |
| 10 | 6 | - | 3 | 9 Sentir para defeito | 12 | 24 |
| 16 | 9 | 2 Assinatura ou data | 5 | 14 | | 38 |
| 24 | 13 | 3 | 7 | 19 | | 54 |
| 32 | 18 | 4 | 10 | 26 | | 72 |
| 42 | 23 | 5 | 13 | 34 | | 94 |
| 54 | 29 | 7 | 16 | 42 | | 119 |

Tabela 11.14 – Índices dos parâmetros de Uso de Ferramentas (F) para REGISTRAR / PENSAR

A ação de REGISTRAR diz respeito às atividades manuais que utilizam instrumentos de escrita ou de marcação com o objetivo de registrar informações. Apresenta a seguinte subdivisão:

- Escrever: dígitos ou palavras;
- Marcar: dígitos.

Já a ação de PENSAR se refere ao uso de processos mentais sensoriais, particularmente aqueles envolvidos na percepção visual. Essa ação é subdividida em:

- Inspeccionar: número de pontos;
- Ler: dígito/palavra ou texto de palavras.

Os índices dessas ações podem ser consultados na Tabela 11.14 e seu uso é exemplificado a seguir.

Exemplo – Um operador pega um cartão de produção dentro de seu alcance, lê instruções (54 palavras) e deixa de lado o cartão, em uma mesa a 3 passos de distância. Não é necessário retornar ao local de origem.

USO DE FERRAMENTAS (F): REGISTRAR OU PENSAR

Pegar + Colocar + Ação da Ferramenta + Colocar + Retornar
H1 V0 P1 H0 V0 C0 *24 H6 V0 C1 H0

PEGAR cartão de produção

(Tabela 11.15 – retângulo vermelho):

H - Deslocamento Horizontal ao alcance – índice 1

V - Não se realizaram deslocamentos Verticais – índice 0

P - Dificuldade de Pegar objetos leves – índice 1

COLOCAR cartão de produção em outro local

(Tabela 11.15 – retângulo azul):

H - Não se realizaram deslocamentos Horizontais – índice 0

V - Não se realizaram deslocamentos Verticais – índice 0

C - Não foi necessário Colocar – índice 0

PENSAR (LER) cartão de produção

(Tabela 11.16 – retângulo roxo):

* - texto de 54 palavras será lido – índice 24

COLOCAR cartão de produção no local que será guardado

(Tabela 11.15 – retângulo verde):

H - Deslocamento Horizontal de 3 passos – índice 6

V - Não se realizaram deslocamentos Verticais – índice 0

C - Deixar de lado – índice 1

RETORNAR ao local de origem

(Tabela 11.15 – retângulo amarelo):

H - Não houve deslocamento Horizontal – índice 0

Figura 11.10 – Índices preenchidos conforme exemplo de Uso de Ferramentas (F) para REGISTRAR / PENSAR

Novamente, o foco será apenas na descrição do uso da ferramenta. É importante ressaltar que, após pegar o cartão de produção, não será necessário colocá-lo em qualquer lugar para que possa ser lido. A AÇÃO de PENSAR consiste em LER um TEXTO DE PALAVRAS. Como serão lidas 54 palavras, o índice a ser usado será 24.

A Figura 11.10 e as Tabelas 11.15 e 11.16 apresentam os índices dos parâmetros para o exemplo analisado.

| MOV. GERAL: Pegar (HVP) + Colocar (HVC) + Retornar (H) | | | | |
|--|-------------------|--|--|--|
| Índice | H (Horizontal) | V (Vertical) | P (Pegar) | C (Colocar) |
| 0 | ≤ 5 cm | Sem movimento de corpo | Sem ganho de controle Segurar | Sem posicionar Segurar Lançar |
| 1 | Dentro do alcance | | Pegar objetos leves | Deixar de lado Ajuste frouxo |
| 3 | 1-2 passos | Sentar sem ajustes Levantar sem ajustes Curvar / Erguer-se (50%) | Pegar objetos pesados, presos e obstruídos Desengatar | Colocar com ajustes ou com leve pressão Posicionamento duplo |
| 6 | 3-4 passos | Curvar-se / Erguer-se | | Posicionamento com cuidado, precisão, obstrução ou com maior pressão |
| 10 | 5-7 passos | Sentar / Levantar | | |
| 16 | 8-10 passos | Curvar e sentar Subir e descer Levantar e curvar Passar por porta | | |

Tabela 11.15 – Índices definidos na tabela de Movimento Geral (G)

| FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | | | | | |
|---|-----------|-------------------------|--------------|--------------------------|---------|-----------------------|
| REGISTRAR (escrever e marcar) OU PENSAR (inspeccionar e ler) | | | | | | |
| Índice | REGISTRAR | | | PENSAR | | |
| | Escrever | | Marcar | Inspeccionar | Ler | |
| | Dígitos | Palavras | | | Dígitos | Pontos |
| 1 | 1 | - | Checar marca | 1 | 1 | 3 |
| 3 | 2 | - | 1 | 3 | 3 | 8 |
| 6 | 4 | 1 | 2 | 5 Tocar para calor | 6 | 15 Data ou horário |
| 10 | 6 | - | 3 | 9 Sentir para defeito | 12 | 24 |
| 16 | 9 | 2 Assinatura ou data | 5 | 14 | | 38 |
| 24 | 13 | 3 | 7 | 19 | | 54 |
| 32 | 18 | 4 | 10 | 26 | | 72 |
| 42 | 23 | 5 | 13 | 34 | | 94 |
| 54 | 29 | 7 | 16 | 42 | | 119 |

Tabela 11.16 – Índices definidos na tabela de Uso de Ferramentas (F) para REGISTRAR / PENSAR

Passo 1 – Definição do modelo de sequência

O primeiro passo é definir qual modelo de sequência utilizaremos para a ação. Lembrando que no BasicMOST temos três modelos:

- Movimentos gerais;
- Movimentos controlados;
- Uso de ferramentas.

Deve-se escolher o modelo mais apropriado para nossa ação. Ou também é possível combinar dois modelos, se necessário. No exemplo em questão, podemos considerar a ação de COLAR como um movimento de USO DE FERRAMENTAS, em que a cola seria a ferramenta utilizada. Essa ação pode ser, pois, subdividida nas seguintes fases e parâmetros:

- PEGAR cola (HVP);
- COLOCAR cola em contato com algum objeto, como um papel (HVC);
- AÇÃO da cola (*);
- COLOCAR cola no local em que deverá ser guardada (HVC);
- RETORNAR ao local de origem (H).

Definido o modelo de sequência, podemos passar à etapa seguinte. As ações de PEGAR, COLOCAR e RETORNAR podem ser consultadas nas Tabelas 11.1 e 11.2, mas a tabela de COLAR terá que ser desenvolvida.

Passo 2 – Determinação dos fatores que afetam o tempo da ação

Na matemática, uma variável dependente (y) pode ser definida a partir de inúmeras variáveis independentes (x_1, x_2, \dots, x_n). Neste passo, o objetivo é definir as variáveis independentes que vão afetar o tempo que gastaremos colando.

A partir de um *brainstorming* (“tempestade de ideias”), podemos levantar algumas dessas variáveis:

- Tipo de cola: cola líquida ou em bastão;
- Área em que passaremos cola: medida em metros ou centímetros quadrados (m^2 ou cm^2).

Poderíamos levantar outros fatores como, por exemplo, a superfície em que passaremos cola. Será que se passarmos cola em um papel, em uma madeira ou em um isopor gastaremos o mesmo tempo? De qualquer forma, para simplificar o exemplo, focaremos apenas nas duas variáveis independentes listadas previamente.

Assim, podemos começar a montar nossa própria tabela para a ação de COLAR.

Passo 3 – Montagem da tabela

Nesta etapa a tabela relativa ao ato de colar será desenvolvida com subdivisões baseadas nas variáveis independentes listadas no passo 2.

O tipo de cola será transposto em duas categorias distintas em nossa tabela. Ou seja, criaremos uma coluna para cada um desses dois tipos (cola líquida ou cola em bastão). Além disso, precisamos relacionar os índices com alguma outra variável quantitativa. No caso, definiremos o índice da ação de colar – seja por cola líquida, seja em bastão – com base na área em que passaremos cola. Afinal, quanto maior a área a ser colada, maior o tempo que gastaremos colando. Assim, essa medida será em m^2 ou algum de seus derivados (cm^2 , por exemplo). Como estamos exemplificando a colagem em uma área pequena, nossa unidade de comparação será de cm^2 . Por outro lado, se estivéssemos colando, por exemplo, um piso vinílico na reforma ou construção de um apartamento, poderíamos nos guiar pelos m^2 a serem colados. A necessidade sempre guiará como será construída a tabela. Enfim, nossa tabela ficará conforme a Tabela 11.17.

| FERRAMENTAS | | |
|---|----------------|--------------|
| Pegar fer.(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | |
| Índice | COLAR | |
| | Cola em bastão | Cola líquida |
| | cm^2 | cm^2 |
| 1 | | |
| 3 | | |
| 6 | | |
| 10 | | |
| 16 | | |
| 24 | | |
| 32 | | |
| 42 | | |
| 54 | | |

Tabela 11.17 – Tabela em elaboração de Uso de Ferramentas (F) para COLAR

Finalmente, só falta preencher os valores de m² para cada índice.

Passo 4 – Preenchimento da tabela

Nesta etapa devem-se estudar os tempos de cada categoria relacionada à ação de COLAR. No exemplo seriam necessários dois estudos: um utilizando cola líquida e outro, cola em bastão.

Em cada experimento, a metragem colada deveria ser correlacionada com o tempo gasto no ato de colar com determinada cola. Assim, a tabela iria sendo preenchida.

Lembrando que, por exemplo, o índice 1 quando multiplicado por 10 totaliza 10 UMT, que representam aproximadamente 0,36 segundo.

$$\text{Índice 1} = 10 \text{ UMT} \times 0,036 \text{ segundo/UMT} = 0,36 \text{ segundo}$$

O uso desses parâmetros e índices será exemplificado a seguir. Assim, o índice 3 representa 3 x 0,36 segundo. Ou seja, 1,08 segundo. A lógica é semelhante para os demais índices.

Pronto! Ao final deste passo a passo, o leitor terá montado sua própria tabela.

CAPÍTULO 12: ESTUDOS DE AMOSTRAGEM DE TRABALHO

O terceiro procedimento de medição é a amostragem de trabalho, também conhecida por seu nome originário em inglês: *work sampling*. Basicamente, a amostragem de trabalho é uma técnica que investiga a proporção de tempo que um operador ou equipamento gasta durante a execução de diferentes atividades. Trata-se de um método que avalia o trabalho por meio de um número elevado de observações realizadas em periodicidades aleatórias. Ou seja, é uma técnica que objetiva “amostrar” o trabalho, uma vez que, a partir de uma amostra suficientemente grande de observações, as características dessa amostra tendem a ser semelhantes às da população à qual ela pertence (Figura 12.1). A acurácia dessa técnica depende, portanto, do número de observações e do intervalo utilizado para coleta de observações aleatórias. Se o tamanho amostral não for suficientemente grande e o período de amostragem não representar condições típicas, pode-se ter como consequência a ocorrência de resultados com baixa acuracidade.

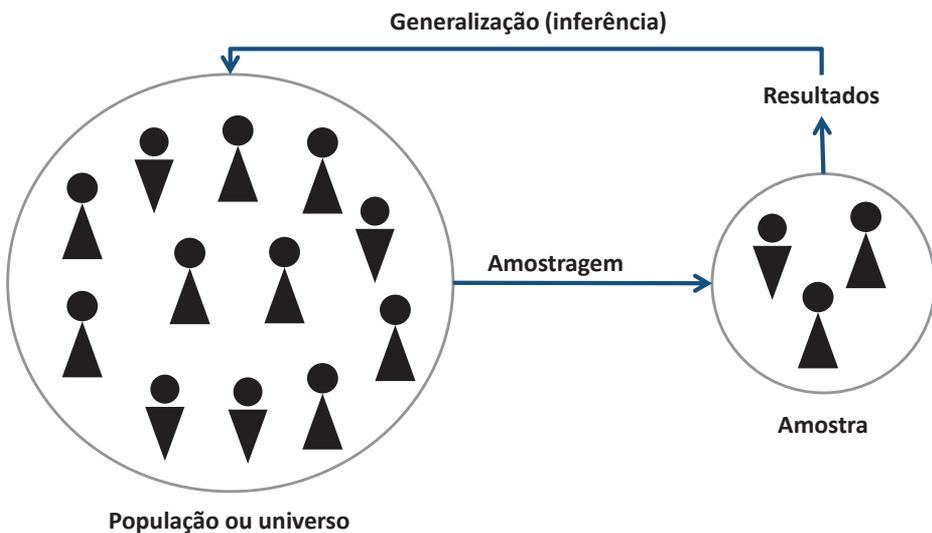


Figura 12.1 – Amostragem

Esse método foi originariamente empregado na indústria têxtil britânica. Em 1940, foi aplicado pela primeira vez nos EUA, com o nome de “relação de esperas”. Apesar de desenvolvida há décadas, a amostragem de trabalho é uma metodologia ainda hoje amplamente aplicada na indústria e em serviços. E pode ser utilizada com vários objetivos:

- Determinação da utilização de equipamentos e pessoas;
- Determinação de tolerâncias;
- Estabelecimento de tempos-padrão.

É uma técnica útil em diferentes situações. Pode ser usada, por exemplo, pelo setor de vendas de uma indústria para descobrir qual é a porcentagem de tempo dos representantes de venda efetivamente gasto na atividade de vender. Além disso, a amostragem de trabalho já foi utilizada em estudos em bancos, para comparar a porcentagem de tempo que seus funcionários gastavam em atividades que requeriam elevadas competências em relação às que demandavam baixo nível de qualificação. Ou seja, a aplicabilidade da metodologia é irrestrita: ela pode ser usada em indústrias, hospitais, restaurantes, aeroportos, entre outros tipos de organizações.

Conforme o que foi discutido nos capítulos anteriores, percebemos que as cronoanálises e os sistemas predeterminados de tempo também são métodos que podem ser utilizados com esses mesmos objetivos. O que diferencia, então, a amostragem de tempo desses outros procedimentos de medição de trabalho? Podemos resumir em duas palavras as vantagens de se utilizar a amostragem de tempo: rapidez e custo (baixo). Logo, quando não se tem necessidade de uma medição de trabalho com alta precisão ou se tem recursos escassos (financeiros, pessoais e/ou temporais) para realizá-la, a amostragem de trabalho se mostra uma metodologia preferível em relação às cronoanálises e aos sistemas predeterminados de tempo.

Por se tratar de uma técnica que demanda menos tempo e custos mais baixos, a amostragem de trabalho é comumente utilizada nas indústrias. Entretanto, muitas vezes superestima-se a simplicidade do método e se acaba empregando-o de forma errônea e sem o embasamento estatístico necessário. Pelo próprio nome do método – “amostragem de trabalho” –, percebe-se que se trata de uma ferramenta fortemente embasada em técnicas de estatística e de probabilidade.

A Tabela 12.1 resume as principais vantagens e desvantagens da amostragem de trabalho.

| VANTAGENS | DESVANTAGENS |
|--|---|
| Não é necessário realizar observações contínuas por um longo período de tempo | Seu potencial é subutilizado quando se avalia um único equipamento ou operador |
| Tempo menor de coleta de dados | Não é recomendável sua utilização quando máquinas ou operadores estão distribuídos em uma área de tamanho considerável |
| Baixos custos operacionais | Essa metodologia não deve ser aplicada em operações repetitivas de ciclo curto |
| Uma quantidade menor de pessoas é necessária para a realização do estudo | Resultados geralmente fornecem menos informações e detalhamento do que estudos de tempo (cronoanálises) |
| Um único observador pode coletar dados simultaneamente acerca de vários operadores e equipamentos | Quando se realiza um estudo de amostragem de trabalho para um grupo de equipamentos ou operadores, será fornecido o resultado médio desse grupo. Assim, as diferenças individuais não serão avaliadas |
| Os dados podem ser coletados em períodos mais longos (dias ou semanas), o que reduz a influência de causas especiais | Deve-se ter o cuidado necessário na interpretação dos resultados do estudo, uma vez que o nível de detalhe e a confiabilidade desses resultados dependem muito do planejamento do estudo |
| Operadores não ficam submetidos à coleta de dados por um longo período de tempo, o que pode acabar influenciando seu comportamento | Maior tempo necessário para compreensão dos resultados por parte dos operadores e gestores devido à natureza estatística da amostragem de trabalho |
| Menor necessidade de treinamento e <i>expertise</i> prévia das pessoas que realizarão o estudo | Estudos de amostragem de trabalho dependem do método utilizado pelo operador. Assim, eventuais mudanças na metodologia de trabalho do equipamento ou no operador avaliado comprometem os resultados, e, conseqüentemente, recomenda-se que novos estudos sejam realizados |
| Estudos menos fatigantes e menos monótonos | Tendência de observadores negligenciarem alguns dos princípios básicos da amostragem de trabalho como a determinação do erro relativo máximo tolerável e, por conseguinte, a determinação do tamanho da amostra |
| Não é necessário o uso de dispositivos para coleta de tempo como cronômetros ou câmeras | É necessário um elevado tempo para planejar e estudar os elementos e as subdivisões do trabalho a serem avaliadas |

| | |
|---|---|
| O tempo necessário para análise dos dados coletados é relativamente baixo | Não mede outras dimensões das atividades de trabalho como a duração específica de cada atividade ou a qualidade do trabalho realizado |
| Eventuais interrupções não comprometem ou inviabilizam o estudo de amostragem de trabalho | |

Tabela 12.1 – Vantagens e desvantagens da amostragem de trabalho

12.1 A teoria da amostragem de trabalho: distribuição binomial

A amostragem de trabalho se baseia na distribuição binomial, que é utilizada para descrever estudos realizados com n observações independentes e que possuem dois resultados possíveis em cada evento: presente ou ausente.

Seja p a probabilidade de ocorrência de um evento E e $q = 1 - p$ a probabilidade de não ocorrência do evento E , que é complementar a E . Assim, a probabilidade do evento de interesse estar presente x vezes em n observações é dada pela seguinte fórmula:

$$p(x) = \frac{n!}{x!(n-x)!} \cdot p^x \cdot q^{n-x}$$

Descrição das variáveis da fórmula:

$p(x)$: probabilidade do evento de interesse estar presente x vezes em n observações

x : número de vezes em que o evento de interesse está presente

n : número de observações realizadas

p : probabilidade do evento de interesse estar presente em cada observação

$q = (1 - p)$: probabilidade do evento de interesse estar ausente em cada observação

Essa expressão é conhecida como Lei Binomial das Probabilidades e só pode ser aplicada sob as seguintes condições:

- A coleta de observações é repetida n vezes nas mesmas condições;
- Cada observação apresenta somente dois resultados possíveis: o evento E está presente ou ausente;

- A probabilidade do evento E estar presente (p) é constante em todas as n observações;
- As observações são independentes entre si.

A distribuição binomial possui média igual a np e variância igual a npq , ou seja, $np(1 - p)$. Quando se trabalha com um número elevado de n observações, é difícil calcular as probabilidades usando a distribuição binomial. Assim, nesses casos a distribuição pode ser aproximada por uma distribuição normal. Afinal, como uma variável aleatória binomial é uma contagem proveniente de observações repetidas e independentes, o teorema central do limite pode ser aplicado.

A aproximação da distribuição binomial pela distribuição normal é satisfatória quando n é suficientemente grande em relação ao valor de p , isto é, quando:

$$np > 5 \text{ e } n(1 - p) > 5$$

Os estudos de amostragem de trabalho necessitam, portanto, de um número elevado de amostras a serem coletadas, pois em tais condições é satisfatório utilizar uma distribuição normal. A proporção amostral $\hat{p} = \frac{X}{n}$, em que X é o número de vezes que o evento E está presente nas n observações realizadas, tem, aproximadamente, uma distribuição normal com média igual a p e o desvio padrão ($\sigma_{\hat{p}}$) é dado pela seguinte expressão:

$$\sigma_{\hat{p}} = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{p(1 - p)}{n}}$$

Descrição das variáveis da fórmula:

$\sigma_{\hat{p}}$: desvio padrão da proporção amostral

n : número de observações aleatórias realizadas

p : probabilidade de ocorrência do elemento estudado (evento presente)

$q = (1 - p)$: probabilidade de não ocorrência do elemento estudado (evento ausente)

Logo:

$$Z = \frac{\hat{p} - p}{\sigma_{\hat{p}}}$$

tem aproximadamente uma distribuição normal padrão dada pela distribuição de Z (Figura 12.2). As probabilidades calculadas a partir de Z podem ser, afinal, probabilidades aproximadas para \hat{p} e a tabela de “probabilidades cumulativas de uma distribuição normal-padrão (Z)” do Apêndice 3 pode ser consultada.

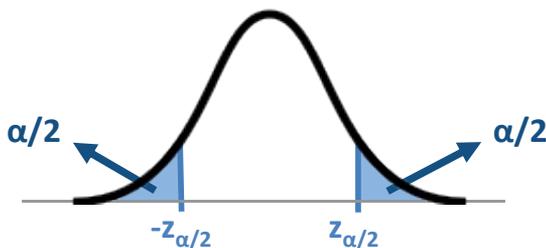


Figura 12.2 – Distribuição de Z

Com base na Figura 12.2, percebe-se que:

$$P(-z_{\alpha/2} \leq Z \leq z_{\alpha/2}) = 1 - \alpha$$

de modo que

$$P\left(-z_{\alpha/2} \leq \frac{\hat{p} - p}{\sigma_{\hat{p}}} \leq z_{\alpha/2}\right) = 1 - \alpha,$$

o que ao ser arranjado se torna:

$$P(\hat{p} - z_{\alpha/2} \sigma_{\hat{p}} \leq p \leq \hat{p} + z_{\alpha/2} \sigma_{\hat{p}}) = 1 - \alpha$$

Assim, se consideramos um nível de significância (α) de 5%, consultando a tabela de área acumulada da distribuição normal-padrão (z), conclui-se que $z_{\alpha/2} = z_{0,025} = z_{0,975} = 1,96$ (Figura 12.3), e substituindo $\sigma_{\hat{p}}$ por sua estimativa, temos que:

$$P\left(\hat{p} - 1,96 \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} \leq p \leq \hat{p} + 1,96 \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}\right) = 0,95$$

Por conseguinte, nos estudos de amostragem do trabalho, uma amostra de n observações é utilizada com o intuito de se estimar a probabilidade p . A partir do nível de confiança do intervalo dado por $(1 - \alpha) \times 100\%$, para m amostras de tamanho n retiradas da mesma população, $m \rightarrow \infty$, espera-se que o valor de p esteja 95% das vezes dentro do intervalo de confiança:

$$\hat{p} - 1,96 \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}} \leq p \leq \hat{p} + 1,96 \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}},$$

o que pode ser representado graficamente como mostrado na Figura 12.4.

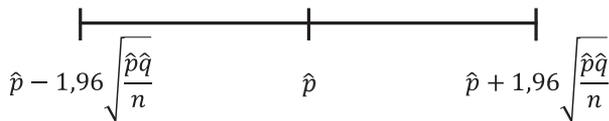
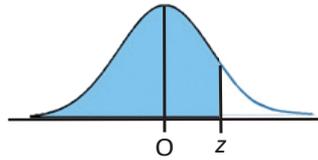


Figura 12.4 – Representação gráfica do intervalo de confiança ($\alpha = 5\%$)

Conseqüentemente, pode-se estimar o tamanho amostral necessário para determinado grau de acurácia. A partir da equação acima, temos que $1,96 \sqrt{\frac{\hat{p}\hat{q}}{n}}$ é o limite aceitável de desvio (l) em relação ao real valor de p em um intervalo de confiança de $100(1 - 0,05)\%$.

$$l = z_{\alpha/2} \sigma_{\hat{p}} = z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{pq}{n}} \quad \text{Fórmula 1}$$

$$l = z_{0,025} \sigma_{\hat{p}} = 1,96 \sqrt{\frac{pq}{n}}$$



| z | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 0,5000 | 0,5040 | 0,5080 | 0,5120 | 0,5160 | 0,5199 | 0,5239 | 0,5279 | 0,5319 | 0,5359 |
| 0,1 | 0,5398 | 0,5438 | 0,5478 | 0,5517 | 0,5557 | 0,5596 | 0,5636 | 0,5675 | 0,5714 | 0,5753 |
| 0,2 | 0,5793 | 0,5832 | 0,5871 | 0,5910 | 0,5948 | 0,5987 | 0,6026 | 0,6064 | 0,6103 | 0,6141 |
| 0,3 | 0,6179 | 0,6217 | 0,6255 | 0,6293 | 0,6331 | 0,6368 | 0,6406 | 0,6443 | 0,6480 | 0,6517 |
| 0,4 | 0,6554 | 0,6591 | 0,6628 | 0,6664 | 0,6700 | 0,6736 | 0,6772 | 0,6808 | 0,6844 | 0,6879 |
| 0,5 | 0,6915 | 0,6950 | 0,6985 | 0,7019 | 0,7054 | 0,7088 | 0,7123 | 0,7157 | 0,7190 | 0,7224 |
| 0,6 | 0,7257 | 0,7291 | 0,7324 | 0,7357 | 0,7389 | 0,7422 | 0,7454 | 0,7486 | 0,7517 | 0,7549 |
| 0,7 | 0,7580 | 0,7611 | 0,7642 | 0,7673 | 0,7704 | 0,7734 | 0,7764 | 0,7794 | 0,7823 | 0,7852 |
| 0,8 | 0,7881 | 0,7910 | 0,7939 | 0,7967 | 0,7995 | 0,8023 | 0,8051 | 0,8078 | 0,8106 | 0,8133 |
| 0,9 | 0,8159 | 0,8186 | 0,8212 | 0,8238 | 0,8264 | 0,8289 | 0,8315 | 0,8340 | 0,8365 | 0,8389 |
| 1 | 0,8413 | 0,8438 | 0,8461 | 0,8485 | 0,8508 | 0,8531 | 0,8554 | 0,8577 | 0,8599 | 0,8621 |
| 1,1 | 0,8643 | 0,8665 | 0,8686 | 0,8708 | 0,8729 | 0,8749 | 0,8770 | 0,8790 | 0,8810 | 0,8830 |
| 1,2 | 0,8849 | 0,8869 | 0,8888 | 0,8907 | 0,8925 | 0,8944 | 0,8962 | 0,8980 | 0,8997 | 0,9015 |
| 1,3 | 0,9032 | 0,9049 | 0,9066 | 0,9082 | 0,9099 | 0,9115 | 0,9131 | 0,9147 | 0,9162 | 0,9177 |
| 1,4 | 0,9192 | 0,9207 | 0,9222 | 0,9236 | 0,9251 | 0,9265 | 0,9279 | 0,9292 | 0,9306 | 0,9319 |
| 1,5 | 0,9332 | 0,9345 | 0,9357 | 0,9370 | 0,9382 | 0,9394 | 0,9406 | 0,9418 | 0,9429 | 0,9441 |
| 1,6 | 0,9452 | 0,9463 | 0,9474 | 0,9484 | 0,9495 | 0,9505 | 0,9515 | 0,9525 | 0,9535 | 0,9545 |
| 1,7 | 0,9554 | 0,9564 | 0,9573 | 0,9582 | 0,9591 | 0,9599 | 0,9608 | 0,9616 | 0,9625 | 0,9633 |
| 1,8 | 0,9641 | 0,9649 | 0,9656 | 0,9664 | 0,9671 | 0,9678 | 0,9686 | 0,9693 | 0,9699 | 0,9706 |
| 1,9 | 0,9713 | 0,9719 | 0,9726 | 0,9732 | 0,9738 | 0,9744 | 0,9750 | 0,9756 | 0,9761 | 0,9767 |
| 2 | 0,9772 | 0,9778 | 0,9783 | 0,9788 | 0,9793 | 0,9798 | 0,9803 | 0,9808 | 0,9812 | 0,9817 |
| 2,1 | 0,9821 | 0,9826 | 0,9830 | 0,9834 | 0,9838 | 0,9842 | 0,9846 | 0,9850 | 0,9854 | 0,9857 |
| 2,2 | 0,9861 | 0,9864 | 0,9868 | 0,9871 | 0,9875 | 0,9878 | 0,9881 | 0,9884 | 0,9887 | 0,9890 |
| 2,3 | 0,9893 | 0,9896 | 0,9898 | 0,9901 | 0,9904 | 0,9906 | 0,9909 | 0,9911 | 0,9913 | 0,9916 |
| 2,4 | 0,9918 | 0,9920 | 0,9922 | 0,9925 | 0,9927 | 0,9929 | 0,9931 | 0,9932 | 0,9934 | 0,9936 |
| 2,5 | 0,9938 | 0,9940 | 0,9941 | 0,9943 | 0,9945 | 0,9946 | 0,9948 | 0,9949 | 0,9951 | 0,9952 |
| 2,6 | 0,9953 | 0,9955 | 0,9956 | 0,9957 | 0,9959 | 0,9960 | 0,9961 | 0,9962 | 0,9963 | 0,9964 |
| 2,7 | 0,9965 | 0,9966 | 0,9967 | 0,9968 | 0,9969 | 0,9970 | 0,9971 | 0,9972 | 0,9973 | 0,9974 |
| 2,8 | 0,9974 | 0,9975 | 0,9976 | 0,9977 | 0,9977 | 0,9978 | 0,9979 | 0,9979 | 0,9980 | 0,9981 |
| 2,9 | 0,9981 | 0,9982 | 0,9982 | 0,9983 | 0,9984 | 0,9984 | 0,9985 | 0,9985 | 0,9986 | 0,9986 |
| 3 | 0,9987 | 0,9987 | 0,9987 | 0,9988 | 0,9988 | 0,9989 | 0,9989 | 0,9989 | 0,9990 | 0,9990 |
| 3,1 | 0,9990 | 0,9991 | 0,9991 | 0,9991 | 0,9992 | 0,9992 | 0,9992 | 0,9992 | 0,9993 | 0,9993 |
| 3,2 | 0,9993 | 0,9993 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9995 | 0,9995 | 0,9995 |
| 3,3 | 0,9995 | 0,9995 | 0,9995 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9997 |
| 3,4 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9998 |

Figura 12.3 – Consultando tabela de área acumulada da distribuição normal-padrão

Pode-se, pois, isolar n de forma a se obter o número de amostras a serem coletadas, conforme o nível de significância escolhido.

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 pq}{l^2} = \frac{z_{\alpha/2}^2 p(1-p)}{l^2}$$

Considerando um nível de confiança de 95%, temos então:

$$n = \frac{1,96^2 pq}{l^2} = \frac{3,84pq}{l^2} = \frac{3,84p(1-p)}{l^2}$$

É importante ressaltar que, quando mais de um funcionário e/ou equipamento são observados simultaneamente, as observações não são consideradas independentes e as fórmulas acima não podem ser aplicadas. Estudos com observações correlacionadas devem utilizar o seguinte desvio padrão amostral na **Fórmula 1**:

$$\sigma_{\hat{p}} = \left\{ \frac{\sum [y(j)^2 / n(j)] - Np^2}{N(m-1)} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Descrição das variáveis da fórmula:

$y(j)$: número de operadores “ociosos”, ou outra categoria de interesse, da j -ésima amostra

$n(j)$: número de objetos estudados de forma agrupada, o qual pode variar conforme a j -ésima amostra ou ter valor constante independentemente da amostra

m : número de amostras coletadas

N : número total de observações. Se o valor de $n(j)$ é constante independentemente da amostra, então: $N = m \times n(j)$. Senão: $N = \sum_{j=1}^m n(j)$

p (ocorrência percentual real do elemento estudado) = $\frac{\sum y(j)}{n}$

12.2 Passo a passo na execução de um estudo de amostragem de trabalho

Passo 1 – Definição do problema

a. Descrição dos principais objetivos do projeto ou problema;

b. Definição das atividades e categorias de interesse a serem avaliadas.

A finalidade do estudo norteará a quantidade e a qualidade da subdivisão das categorias a serem avaliadas. Quando um estudo mais abrangente for realizado, pode-se optar por trabalhar com poucas categorias. Entretanto, em alguns projetos, é necessário o desmembramento das categorias em atividades de forma que possam ser estudadas em maior detalhe.

Vale ressaltar que a amostragem de trabalho é mais eficiente quanto menor o número de categorias. Isso facilita o acompanhamento do objeto de observação.

Além disso, é importante que não exista sobreposição entre essas categorias e atividades.

Passo 2 – Comunicação do projeto aos envolvidos

a. Aprovação do que será realizado pelos superiores;

b. Alinhamento da finalidade do estudo com os operadores e demais pessoas de interesse.

Passo 3 – Desenvolvimento do formulário de observações

Após a aprovação e o alinhamento do projeto com os envolvidos, pode-se desenvolver o formulário para registro dos dados a serem coletados. É recomendável que o formulário apresente interface amigável a fim de facilitar seu uso e análises futuras.

Passo 4 – Estudo preliminar

a. Realização de um estudo de curta duração (um ou dois dias) para determinar a porcentagem de ocorrência das atividades e categorias;

b. Verificação da qualidade e da quantidade das atividades e categorias definidas: é necessário incluir ou excluir alguma delas? Elas foram bem definidas? Existe sobreposição entre elas?

c. Teste do formulário desenvolvido para checar se alterações são necessárias: é fácil usar o formulário? Consegue-se registrar os dados nos momentos preestabelecidos sem pressa e sem risco de comprometimento da qualidade dos registros?

Passo 5 – Planejamento do estudo

- Determinação da quantidade e da qualidade das variáveis a serem observadas: operadores e equipamentos;
- Determinação do nível de acurácia dos resultados, o qual será dado com base na tolerância ou erro relativo máximo tolerável, a partir de um determinado nível de significância;

O nível de significância (α) é geralmente de 5% ou 1%, o que equivale respectivamente a um valor de $z_{\alpha/2}$ igual a 1,96 e 2,56.

- Determinação do número de observações a serem coletadas;

A partir da definição do erro máximo tolerável e do nível de confiança desejado, pode-se determinar o número de observações necessárias.

Por exemplo, considere que um estudo objetiva calcular o tamanho amostral necessário com um nível de significância de 5% para definir qual é a proporção de tempo em que um funcionário executa atividades que não agregam valor. Além disso, o erro máximo tolerável da real proporção de tempo que essa pessoa gasta com essas atividades é de 1%. Após a realização do estudo preliminar, acredita-se que o tempo médio que essa pessoa gasta em atividades que não agregam valor, como esperas, é de 10%. Assim, temos que $\hat{p} = 0,1$ e $l = 0,01$. Essas premissas estão representadas graficamente na Figura 12.5.

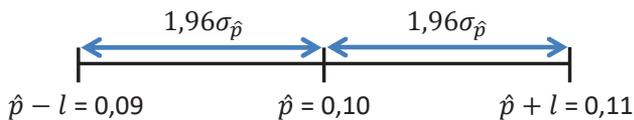


Figura 12.5 – Representação gráfica do intervalo de confiança da porcentagem do tempo gasto com atividades que não agregam valor ($\alpha=5\%$)

Assim, utilizando as fórmulas apresentadas anteriormente, podemos calcular o número de observações a serem coletadas:

$$n = \frac{z_{0,025}^2 p(1-p)}{l^2} = \frac{3,84 \times 0,1 \times (1-0,1)}{(0,01)^2} = 3\,456 \text{ observações}$$

Entretanto, se os observadores desse estudo não tiverem tempo hábil para realizar as 3 456 observações, mas apenas para coletar 1 000 observações, o erro resultante desse intervalo de confiança seria de:

$$l = z_{0,025}\sigma_{\hat{p}} = 1,96\sqrt{\frac{pq}{n}} = 1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 1,96\sqrt{\frac{(0,1)\times(1-0,1)}{1\,000}} = 0,019 = 1,9\% ,$$

ou seja, o limite de erro seria de aproximadamente 2%.

Percebe-se, pois, que, quanto maior a amostra, maior a acurácia e a representatividade dos resultados.

Vale ressaltar que existem *softwares* hoje em dia para determinar o tamanho amostral necessário em um estudo de amostragem de trabalho – por exemplo, o QM for Windows, um *software* livre, o Work Measurement Software, desenvolvido pela Quetech Ltd., e o Umt Plus, da Laubrass. Esses *softwares* aprimoram os estudos de amostragem de trabalho ao conferir maior rapidez e acurácia aos resultados.

d. Determinação da frequência de observação;

A frequência de observação, isto é, a frequência do número de observações a serem coletadas em um período de tempo predeterminado (horas, dias ou semanas), depende basicamente de dois *inputs*:

- Número de amostras/observações a serem coletadas, conforme cálculo do subitem anterior;
- Recursos disponíveis para coleta dos dados (pessoas e tempo).

Como um dos objetivos do estudo de amostragem de trabalho é obter uma amostra representativa, certamente é interessante desenvolver um estudo que demande mais que um dia de coleta de dados. Ao estender as observações para um período maior, como semanas e até meses, o estudo aumenta sua confiabilidade, na medida em que eventuais interferências de causas especiais são diluídas.

Por exemplo: se serão coletadas 1 000 observações em um período de 25 dias corridos, será necessário coletar $1\,000/25 = 40$ observações por dia. É importante salientar que outras questões também afetam a determinação da frequência de observação, como a natureza do trabalho estudado.

e. Determinação do momento em que será registrada a atividade de cada objeto de observação;

As observações podem ser feitas a partir de intervalos predeterminados ou de forma aleatória. Caso os intervalos de coleta sejam definidos de forma aleatória, deve-se utilizar algum instrumento para gerar números também aleatórios. Isso pode ser feito por meio de calculadoras científicas, tabelas ou planilhas eletrônicas.

f. Criação de planos detalhados para coleta de dados (rotas a serem seguidas);

g. Caso outras pessoas colem os dados, é necessário que elas sejam devidamente treinadas.

Passo 6 – Coleta de dados

a. Registro dos dados e observações;

É importante que o observador não tente antecipar ou deduzir a atividade que o objeto de estudo está executando. Deve-se registrar de forma exata a atividade realizada por esse objeto.

O observador deve andar até um ponto fixo predeterminado, observar a atividade em estudo e registrar no formulário.

Também é importante que o observador esteja consciente de que deve preocupar-se não apenas com “o que” está vendo, mas com entender os “porquês”, os quais podem ser importantes para pensar, por exemplo, em melhorias futuras em um posto de trabalho.

Com o intuito de reduzir o impacto da presença dos observadores na forma como os objetos de estudo realizam seu trabalho, o que é comum no caso de pessoas sendo observadas, pode-se, por exemplo, coletar dados por câmeras.

b. Resumo dos dados coleados ao fim de cada dia.

Observação: técnicas de controle estatístico de qualidade podem ser utilizadas durante a coleta de dados como gráficos de controle (Figura 12.6). Como a amostragem de trabalho lida com porcentagens, podem-se, por exemplo, construir gráficos da fração de defeituosos (p) e determinar seus limites a partir da distância de 3σ da média amostral, isto é,

$$3\sigma = 3\sqrt{\frac{pq}{n}} = 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

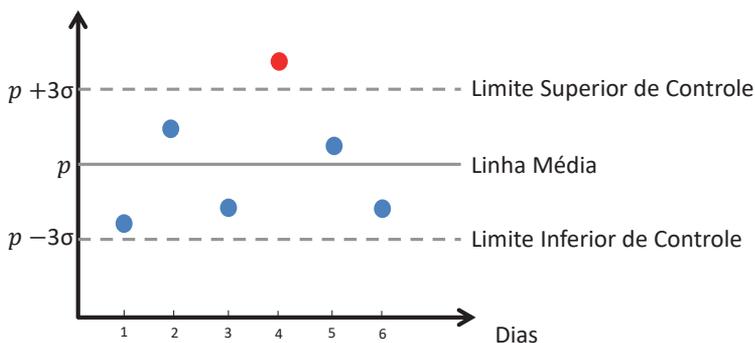


Figura 12.6 – Gráfico de controle para amostragem de trabalho

Para saber em profundidade sobre o uso de gráficos de controle associado a amostragem de trabalho, recomenda-se consultar o livro do Barnes ou do Freivalds.

Passo 7 – Análise dos dados

- a. Agrupamento das atividades em cada categoria e cálculo da porcentagem do tempo por categoria;
- b. Construção de gráficos e tabelas;
- c. Levantamento de recomendações e conclusões.

A Figura 12.7 resume o passo a passo descrito.

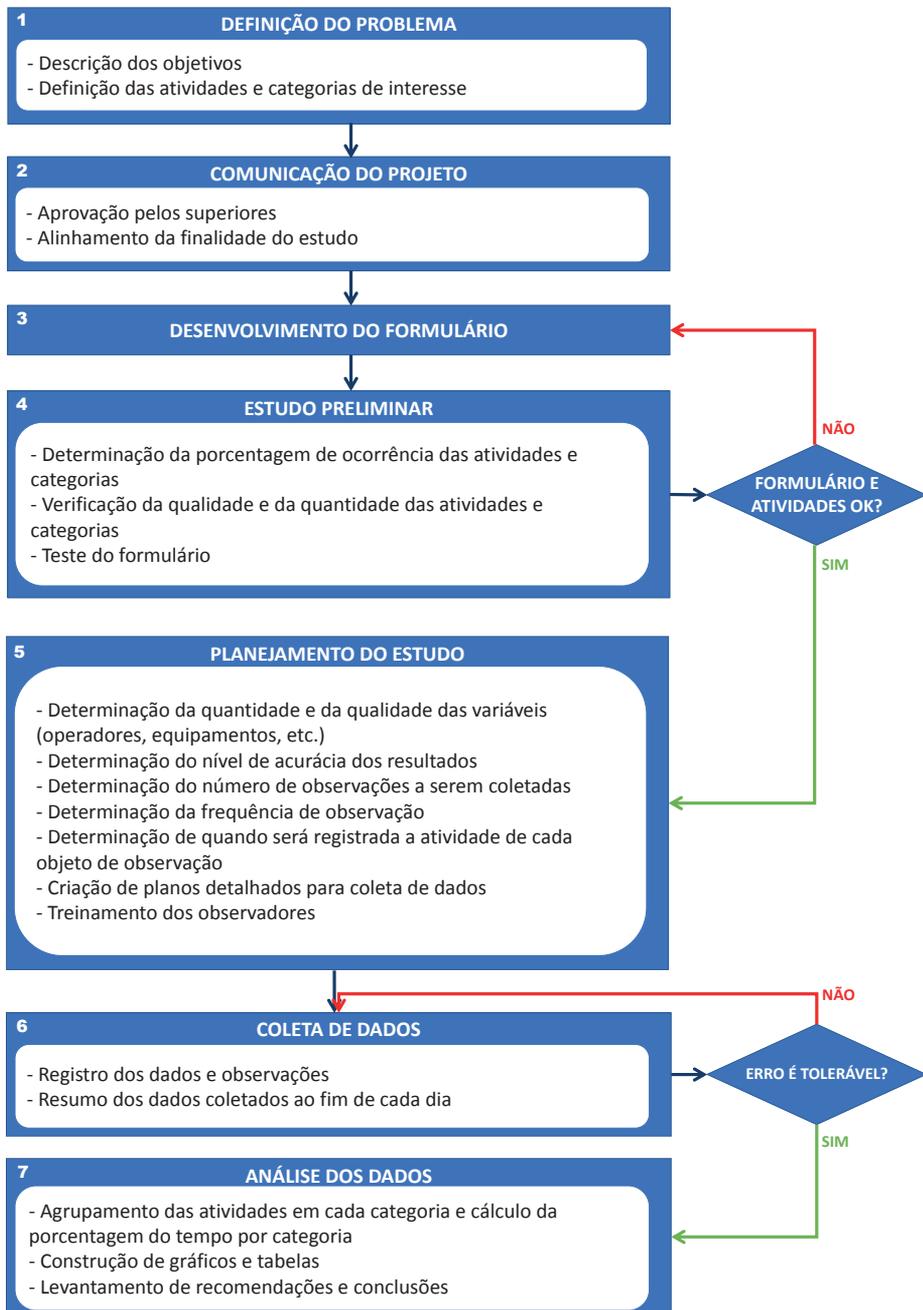


Figura 12.7 – Passo a passo de um estudo de amostragem de trabalho

12.3 Amostragem de trabalho em indústrias

A amostragem de trabalho será exemplificada em uma indústria automobilística que está realizando um projeto de redução de custos. Um dos objetivos do projeto é estudar dois tornos de características técnicas semelhantes do setor de usinagem. Esses equipamentos são o gargalo do processo produtivo em análise, e o intuito é definir qual deles se deve priorizar para realizar melhorias e conseguir maior ganho de capacidade em menos tempo.

Devido ao tempo escasso para realização do projeto e à necessidade de não estudar em detalhes os equipamentos, optou-se por utilizar a técnica de amostragem de trabalho. As atividades realizadas pelos operadores desses tornos foram divididas em 11 categorias:

- Atividade-fim: atividade que agrega valor para o cliente;
- Inspeção de qualidade;
- Limpeza;
- Realização de ajustes e correções;
- Explicações;
- Ausência;
- Manuseio / Transporte de produtos e itens;
- Atividades administrativas;
- Deslocamentos / Movimentação;
- Esperas;
- Procura por materiais.

O objetivo era ter uma previsão da porcentagem de tempo que os operadores gastam realmente na atividade-fim em comparação com as outras categorias. A determinação da proporção do tempo que o operador gasta em cada uma dessas atividades baseia-se na teoria segundo a qual a frequência relativa das observações realizadas é uma medida justa do tempo percentual em que a operação acontece.

Realizou-se, pois, uma amostragem de trabalho em que a cada minuto os observadores marcavam em seu formulário a atividade que o operador estava realizando naquele momento. Cada equipamento foi observado durante uma hora, totalizando 60 observações por equipamento. As Tabelas 12.2 e 12.3 resumem os dados coletados para os dois tornos.

| Atividade | Sumário | Total | Porcentagem |
|---|---------|-----------|-------------|
| Atividade-fim | ### ## | 10 | 16,7% |
| Inspeção de qualidade | | 1 | 1,7% |
| Limpeza | | 4 | 6,7% |
| Realização de ajustes e correções | ### | 5 | 8,3% |
| Explicações | ### | 6 | 10,0% |
| Ausência | ### | 5 | 8,3% |
| Manuseio / Transporte de produtos e itens | | 2 | 3,3% |
| Atividades administrativas | ### | 7 | 11,7% |
| Deslocamentos / Movimentação | ### ### | 10 | 16,7% |
| Esperas | ### | 5 | 8,3% |
| Procura por materiais | ### | 5 | 8,3% |
| Total | - | 60 | 100% |

Tabela 12.2 – Resumo do tempo de trabalho no equipamento 1

| Atividade | Sumário | Total | Porcentagem |
|---|----------------------|-----------|-------------|
| Atividade-fim | ### ### ## ## ### | 26 | 43,3% |
| Inspeção de qualidade | | 2 | 3,3% |
| Limpeza | | 3 | 5,0% |
| Realização de ajustes e correções | | 2 | 3,3% |
| Explicações | | 3 | 5,0% |
| Ausência | ∅ | 0 | 0,0% |
| Manuseio / Transporte de produtos e itens | ### | 6 | 10,0% |
| Atividades administrativas | | 4 | 6,7% |
| Deslocamentos / Movimentação | ### | 7 | 11,7% |
| Esperas | ### | 5 | 8,3% |
| Procura por materiais | | 2 | 3,3% |
| Total | - | 60 | 100% |

Tabela 12.3 – Resumo do tempo de trabalho no equipamento 2

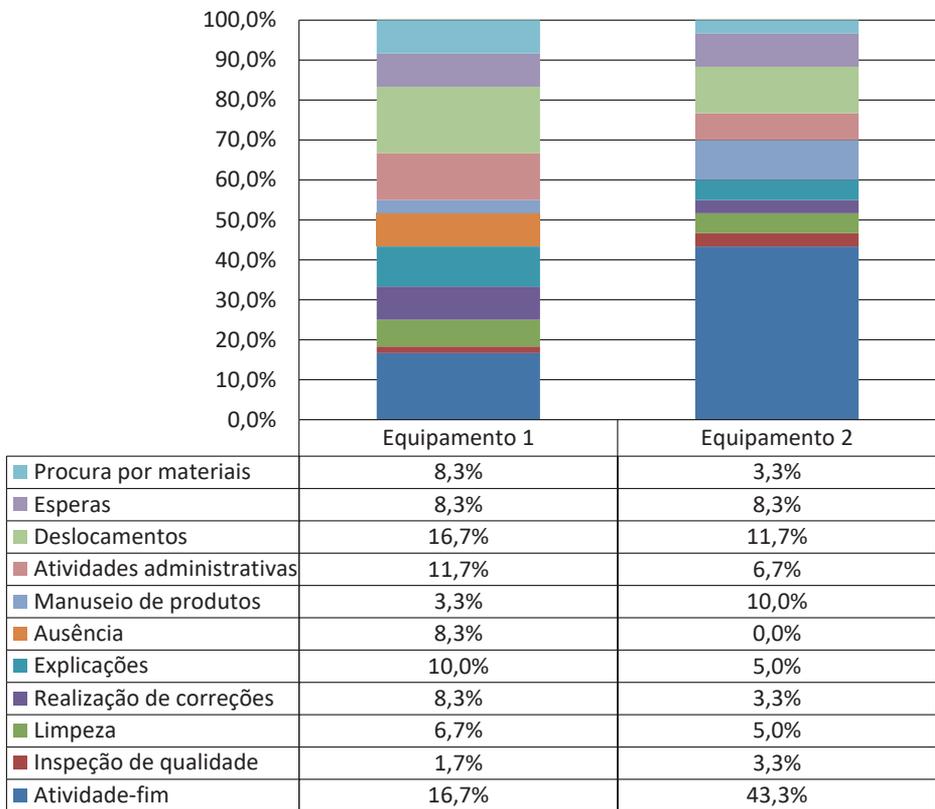


Figura 12.8 – Comparação da ocupação dos equipamentos

A partir dos dados coletados, gerou-se um gráfico para comparar a ocupação de ambos os equipamentos (Figura 12.8). Como se vê no gráfico, a porcentagem de tempo que o operador do equipamento 1 efetivamente gastou com a atividade-fim foi significativamente menor (16,7%) que a gasta pelo operador do segundo turno (43,3%). Conseqüentemente, os gestores dessa indústria optaram por realizar melhorias no turno 1, por ser este o que apresentou mais oportunidades de ganho de capacidade, conforme a amostragem de trabalho realizada.

12.4 Amostragem de trabalho em serviços

Embora seja comumente utilizada em indústrias, vale ressaltar que a amostragem de trabalho apresenta ampla aplicabilidade nos mais variados tipos de serviço – a exemplo dos que serão abordados a seguir: restaurantes e hospitais.

12.4.1 Caso 1: amostragem do trabalho em restaurantes

Em restaurantes, um ponto-chave é o contato com o cliente. Em certo estudo, pesquisadores da Cornell University objetivavam utilizar a amostragem de trabalho para avaliar a interação com clientes em restaurantes familiares em relação a restaurantes de médio porte. Basicamente, eles queriam responder à seguinte pergunta: “Quanto tempo os garçons gastam em contato com clientes de restaurantes em relação às outras atividades desempenhadas?”.

Com esse intuito, dividiram-se as atividades realizadas pelos garçons em oito categorias:

- Contato com o cliente: momento em que há interação com o cliente. Essa categoria inclui as atividades de anotar o pedido, conversar com o cliente e entregar bebidas e comidas;
- Caminhando – vazio: atividade realizada pelo garçom de caminhar pelo estabelecimento sem carregar pedidos (bebida ou comida);
- Caminhando – cheio: momento em que o garçom anda pelo restaurante com os pedidos (bebida ou comida);
- Limpeza: atividade realizada pelos garçons de limpar as mesas após a saída dos clientes;
- Preparo: quando o garçom está preparando ou terminando de executar o pedido para entregar ao cliente;
- Fora da vista: quando o garçom executa atividades fora da vista do cliente. Nesse estudo não houve interesse em avaliar quais seriam essas atividades;
- Conta: o garçom está entregando ou processando o pedido;
- Descanso: o garçom está descansando.

Garçons exercem basicamente duas funções: a primeira, fazer o cliente se sentir satisfeito e confortável; a segunda, prover esse cliente com entregas eficientes de comida e bebida. A ênfase colocada em cada uma dessas duas dimensões variará conforme o tipo de restaurante. Afinal, trata-se de um *trade-off* que deve ser cuidadosamente avaliado para garantir o nível adequado entre contato com o cliente e eficiência de serviço. A Figura 12.9 ilustra como a eficiência, o contato com o cliente e as oportunidades de vendas variam de acordo com os diferentes tipos de restaurante.

Como os gestores desses restaurantes raramente tinham tempo para avaliar seus funcionários de forma constante, a amostragem de trabalho se mostrou a melhor metodologia. Estudaram-se 24 restaurantes, sendo metade deles familiares e metade de média escala. Além disso, os estabelecimentos foram avaliados tanto durante o almoço quanto no jantar.

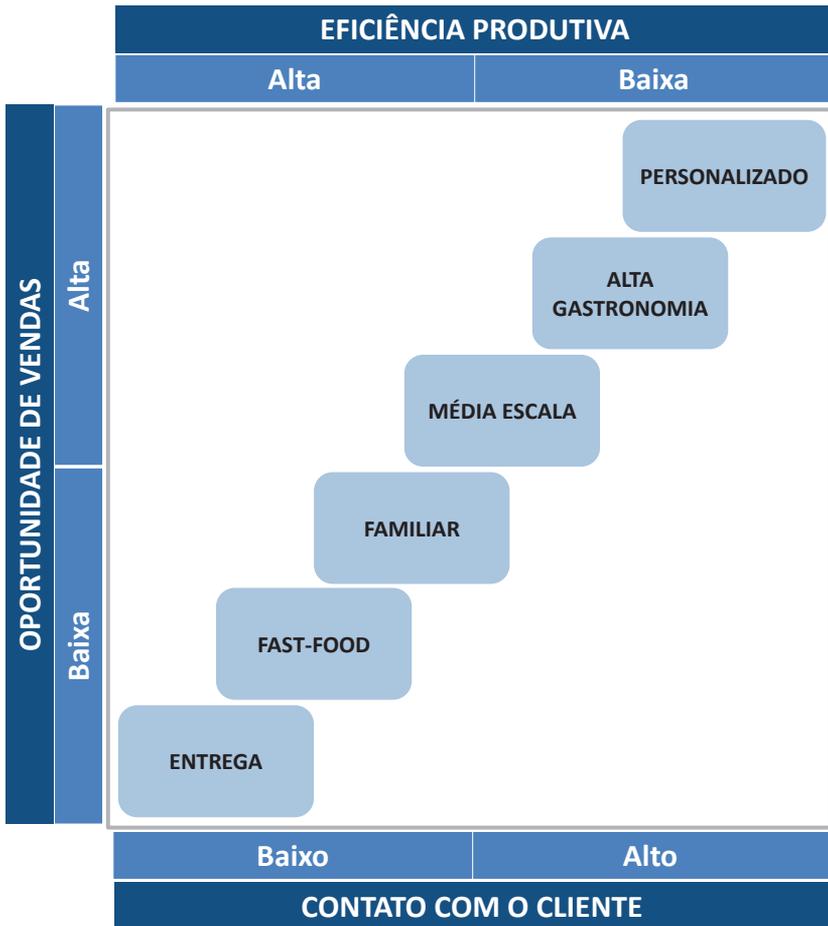


Figura 12.9 – Variação de eficiência, contato e vendas conforme o tipo de restaurante

Após a definição das categorias de atividades, desenvolveram-se os formulários a serem usados pelos observadores durante a coleta dos dados. A Figura 12.10 apresenta o instrumento de coleta que foi desenvolvido.

Restaurante: _____ Almoço _____ Jantar _____
 Data: _____ Tempo: _____

| OBS # | Contato c/ Cliente | Caminha Vazio | Caminha Cheio | Limpeza | Preparo | Fora de Vista | Conta | Descanso | OBS # |
|-------------|--------------------|---------------|---------------|---------|---------|---------------|-------|----------|-------------|
| 1 | | ✓ | | | | | | | 1 |
| 2 | ✓ | | | | | | | | 2 |
| 3 | ✓ | | | | | | | | 3 |
| 4 | | ✓ | | | | ✓ | | | 4 |
| 5 | | | | | | ✓ | | | 5 |
| 6 | | | | | | | | | 6 |
| 34 | | | | | | ✓ | | | 34 |
| 35 | | | | | | ✓ | | | 35 |
| 36 | | | | | | ✓ | | | 36 |
| 37 | | | ✓ | | | | | | 37 |
| 38 | ✓ | | | | | | | | 38 |
| 39 | | ✓ | | | | | ✓ | | 39 |
| 40 | | | | | | | | | 40 |
| SOMA | | | | | | | | | SOMA |

Figura 12.10 – Formulário usado na amostragem de trabalho em estudo sobre restaurantes

Os observadores avaliaram simultaneamente dois garçons de cada restaurante por no mínimo 90 minutos. A cada 1 minuto se checava o que o garçom número 1 estava executando e marcava-se um visto na respectiva atividade. Na metade do tempo entre a coleta dos dados do garçom 1, anotavam-se as atividades do garçom 2 (Figura 12.11). Com o objetivo de obter resultados realísticos, a coleta de dados foi realizada nos momentos de pico de demanda e com os observadores sentados em uma mesa, com visão diferenciada para facilitar a avaliação dos garçons.



Figura 12.11 – Estratégia de coleta simultânea de dados para os dois garçons

Com base nos dados coletados, construíram-se gráficos (Figuras 12.12 e 12.13) e os pesquisadores chegaram a várias conclusões interessantes. De forma global, na média os garçons gastaram aproximadamente um terço de seu tempo em contato com os clientes.

A Figura 12.12 traz um gráfico comparando a amostragem de trabalho entre restaurantes familiares e de média escala. A partir desse gráfico, percebe-se que os dois tipos de restaurante podem ser diferenciados principalmente em duas categorias: “contato com o cliente” e atividades realizadas “fora da vista” dos clientes. Enquanto os de média escala geralmente gastam na interação com os fregueses 34% do tempo, nos estabelecimentos familiares o índice é de 27%. Em relação às atividades realizadas “fora da vista” dos clientes, os restaurantes de média escala gastaram menos tempo (34%) em relação aos restaurantes familiares (43%).

A Figura 12.13 analisa a amostragem por tipo de refeição (almoço ou jantar) e tipo de restaurante (média escala ou familiar). Comparando as refeições entre os dois tipos de restaurante, verifica-se que em ambos os tipos de restaurante os garçons gastaram mais tempo em contato com os clientes e fora da vista no jantar do que no almoço.

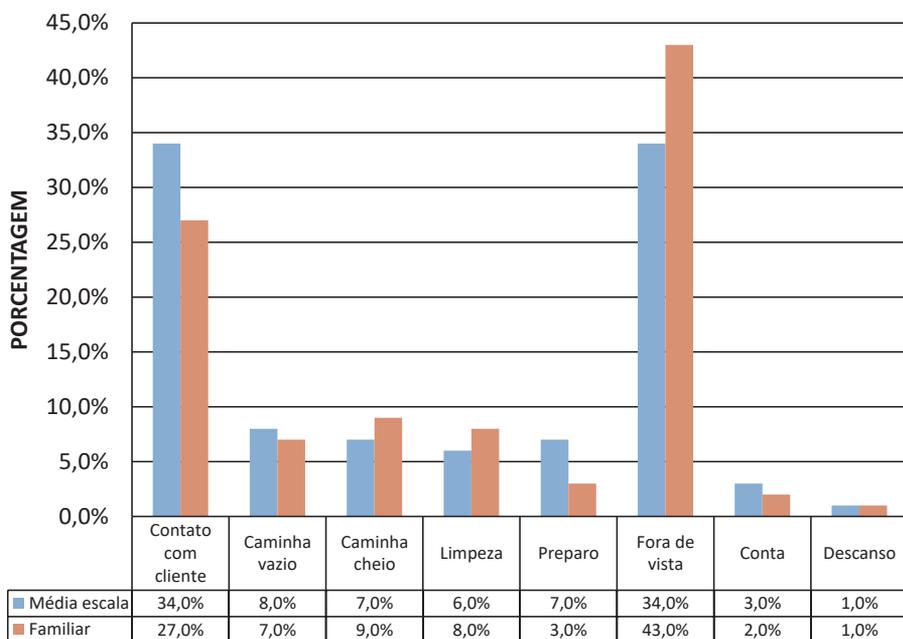


Figura 12.12 – Comparação da amostragem de trabalho entre restaurantes familiares e de média escala

Esses resultados e gráficos foram posteriormente apresentados aos proprietários de dois restaurantes de média escala que participaram do estudo – uma vez que, a partir da análise dos dados, pode-se optar por reestruturar as tarefas dos garçons de forma a dar ênfase em alguma categoria específica conforme a estratégia de negócios do restaurante. Nos dois estabelecimentos houve surpresa com a porcentagem de tempo gasto em contato com os clientes, a qual foi bem superior ao que se esperava.

Um dos restaurantes, localizado em uma região empresarial, por exemplo, criou a meta de reduzir essa porcentagem conforme seu público alvo: a maioria de seus clientes são empresários que priorizam a eficiência de serviço. O proprietário, então, levantou algumas possíveis melhorias para o negócio, como a ideia de tornar o cardápio mais autoexplicativo a fim de mitigar eventuais dúvidas que os fregueses normalmente buscariam esclarecer com os garçons.

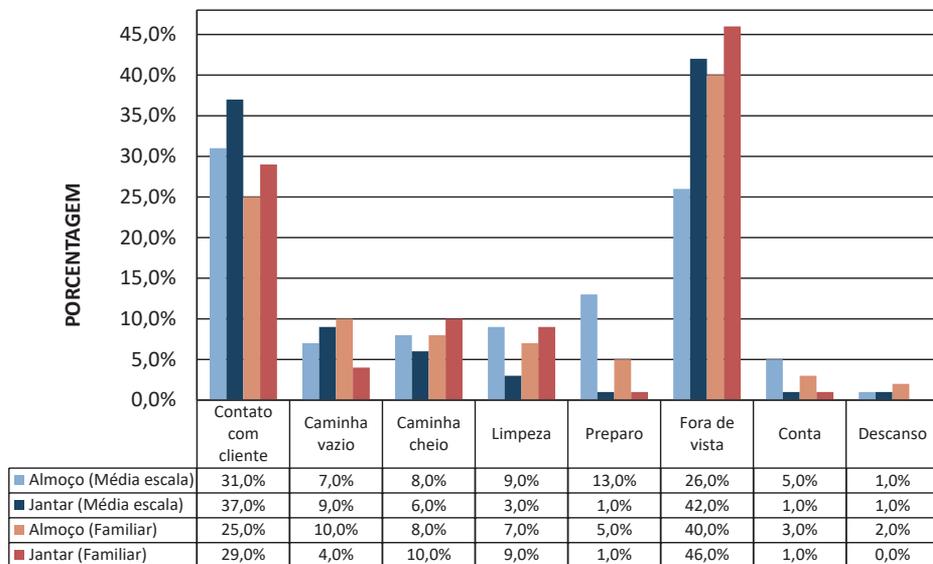


Figura 12.13 – Análise da amostragem por refeição e tipo de restaurante

Já o proprietário do outro restaurante considerou que o estudo poderia ser interessante para avaliar as diferenças de atendimento entre seus garçons e, também, para checar qual estratégia poderia estar correlacionada com suas vendas e gorjetas, de acordo com a porcentagem de tempo gasto por cada garçom em contato com os clientes.

Em relação à categoria “fora da vista”, os proprietários concluíram que o *layout* e o desenho de cada estabelecimento, assim como as políticas operacionais, afetavam significativamente a porcentagem de tempo em que os garçons realizavam atividades “fora da vista” dos clientes.

12.4.2 Caso 2: amostragem do trabalho de enfermeiras na Austrália

Este segundo estudo objetivou compreender as variações no padrão de trabalho de enfermeiras de diferentes áreas de atuação e localizações geográficas da Austrália – o que pode ser interessante, por exemplo, para compreender como as diferentes práticas influenciam o resultado dos pacientes. O estudo fez parte de um grande projeto de três fases denominado “Projeto sobre a prática de enfermagem na Austrália” (AUSPRAC – AUStrian Nurse PRACtitioner Project), que utilizava múltiplos métodos com o propósito de analisar em profundidade o impacto da função de enfermagem na Austrália.

As atividades realizadas pelas enfermeiras foram divididas em quatro macrocategorias:

- Cuidado direto: atividades realizadas na presença do paciente. Exemplo: explicações fornecidas a pacientes, suas famílias e/ou cuidador;
- Cuidado indireto: atividades realizadas longe do paciente, como coordenação da equipe, documentação e colaboração com outros profissionais;
- Serviços relacionados: atividades não relacionadas diretamente com os pacientes, incluindo reuniões, treinamentos, pesquisa e administração;
- Pessoal: atividades não relacionadas com os campos previamente mencionados, incluindo refeições, intervalos, ajustes de cronograma, ligações pessoais e socialização com os colegas de trabalho.

Essas quatro macrocategorias totalizavam 30 microatividades específicas de trabalho. A partir da definição dessas atividades, desenvolveu-se o formulário a ser utilizado na coleta de dados (Figura 12.14) com base nos códigos das atividades realizadas pelas enfermeiras (Tabela 12.4). O formulário foi elaborado para abranger uma ampla gama de contextos em que se verificava o trabalho de enfermeiras, sendo que posteriormente foi testado e validado em três locais de coleta de dados.

Após a validação do formulário, todos os observadores que coletariam os dados participaram de um programa de treinamento específico para esse estudo. O treinamento envolvia atividades práticas de observação e registro por meio de um programa instrucional auxiliado por computadores e baseado em um vídeo de trabalho de uma enfermeira.

Os dados foram coletados a partir de uma amostra aleatória de 30 enfermeiras, em intervalos de 10 minutos e blocos de 2 horas, cobrindo um período de trabalho de 2 semanas, em um intervalo amostral de 6 semanas. Ao todo foram produzidas 480 observações e 80 horas de dados por enfermeira.

Observador:

FORMULÁRIO DE AMOSTRAGEM DE TRABALHO

| Data: | |
|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|
| Tempo | Código da Atividade |
| 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| 10 | | 10 | | 10 | | 10 | | 10 | |
| 20 | | 20 | | 20 | | 20 | | 20 | |
| 30 | | 30 | | 30 | | 30 | | 30 | |
| 40 | | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | |
| 50 | | 50 | | 50 | | 50 | | 50 | |
| 60 | | 60 | | 60 | | 60 | | 60 | |
| 70 | | 70 | | 70 | | 70 | | 70 | |
| 80 | | 80 | | 80 | | 80 | | 80 | |
| 90 | | 90 | | 90 | | 90 | | 90 | |
| 100 | | 100 | | 100 | | 100 | | 100 | |
| 110 | | 110 | | 110 | | 110 | | 110 | |

Figura 12.14 – Instrumento de coleta de dados da amostragem de trabalho

| Cuidado Direto |
|---|
| 1. Avaliação física |
| 2. Levantamento histórico |
| 3. Comunicação do diagnóstico |
| 4. Pedido de investigação e procedimentos para diagnóstico |
| 5. Realização de investigação e procedimentos para diagnóstico |
| 6. Análise e interpretação das investigações para diagnóstico |
| 7. Realizar / gerenciar procedimentos terapêuticos |
| 8. Prescrição de medicamentos |
| 9. Administração de medicamentos |
| 10. Interação com paciente, família ou cuidador |
| 11. Ensino |
| 12. Procedimentos para transferência ou alta de paciente |
| 13. Telemedicina |
| Cuidado Indireto |
| 14. Transporte de itens |
| 15. Preenchimento de formulários |
| 16. Documentos em fichas e gráficos de avaliação contínua |
| 17. Entrada de dados no computador (paciente) |
| 18. Acesso a dados no computador (paciente) |
| 19. Coordenação |
| 20. Planejamento da alta |
| 21. Uso de referências para cuidado do paciente (impresso/eletrônico) |
| 22. Preparação de local e/ou equipamento |
| Serviços relacionados |
| 23. Deslocamentos |
| 24. Acesso a dados no computador (serviço) |
| 25. Pesquisa e auditorias |
| 26. Reuniões e gestão |
| 27. Preceptoría |
| 28. Autodesenvolvimento profissional |
| 29. Auxílio no desenvolvimento de outros profissionais |
| Pessoal |
| 30. Atividades pessoais |

Tabela 12.4 – Código das atividades realizadas pelas enfermeiras

Vale ressaltar que alguns formulários (15%) não puderam ser plenamente preenchidos devido a ausências ocasionais e inesperadas. No total, os dados coletados das 30 enfermeiras em 6 estados australianos somaram 12 189 observações individuais. Após a exclusão dos dados referentes à categoria “pessoal”, que não era foco do estudo, permaneceram 11 032 observações.

As Figuras 12.15 e 12.16 apresentam gráficos gerados com os dados coletados, os quais tiveram suas estatísticas descritivas geradas por meio do *software* estatístico para ciências sociais SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Considerando o primeiro gráfico apresentado, a distribuição percentual de tempo entre as três macrocategorias analisadas apresentou pequena diferença:

- Cuidado direto: 36,1%;
- Cuidado indireto: 32,1%;
- Serviços: 31,8%.

Ou seja, os enfermeiros gastaram seu tempo de maneira praticamente equivalente entre as macrocategorias de cuidado direto, cuidado indireto e serviços relacionados. Os resultados desafiam a percepção desses funcionários com relação às atividades que realizam. Após uma pesquisa com questionário (*survey*) feita com inúmeros funcionários de enfermagem pela AUS-PRAC, os participantes estimaram que 61,5% de seu tempo seria gasto com cuidados diretos do paciente, o que representa quase o dobro do valor encontrado pelo estudo (36,1%). Estudos anteriores também apontavam que aproximadamente metade do tempo dos enfermeiros era gasto diretamente com os pacientes. Vale reforçar que essa baixa proporção de tempo gasto em cuidado direto com os pacientes está em dissonância com os padrões internacionais do foco de trabalho desse profissional, que consiste em fornecer um serviço clínico para pacientes individuais ou comunidades.

Outro ponto que chama atenção é que apenas 1,6% do tempo desses profissionais é gasto com pesquisas e auditorias. Os enfermeiros precisam estar engajados em se aprimorar continuamente para garantir práticas de qualidade e baseadas em evidências científicas. A importância da pesquisa na atuação desses profissionais é reforçada em políticas e padrões de trabalho australianos como os “Padrões de competência da prática de enfermagem na Austrália” (ANMC – Australian Nurse Practitioner Competency Standards).

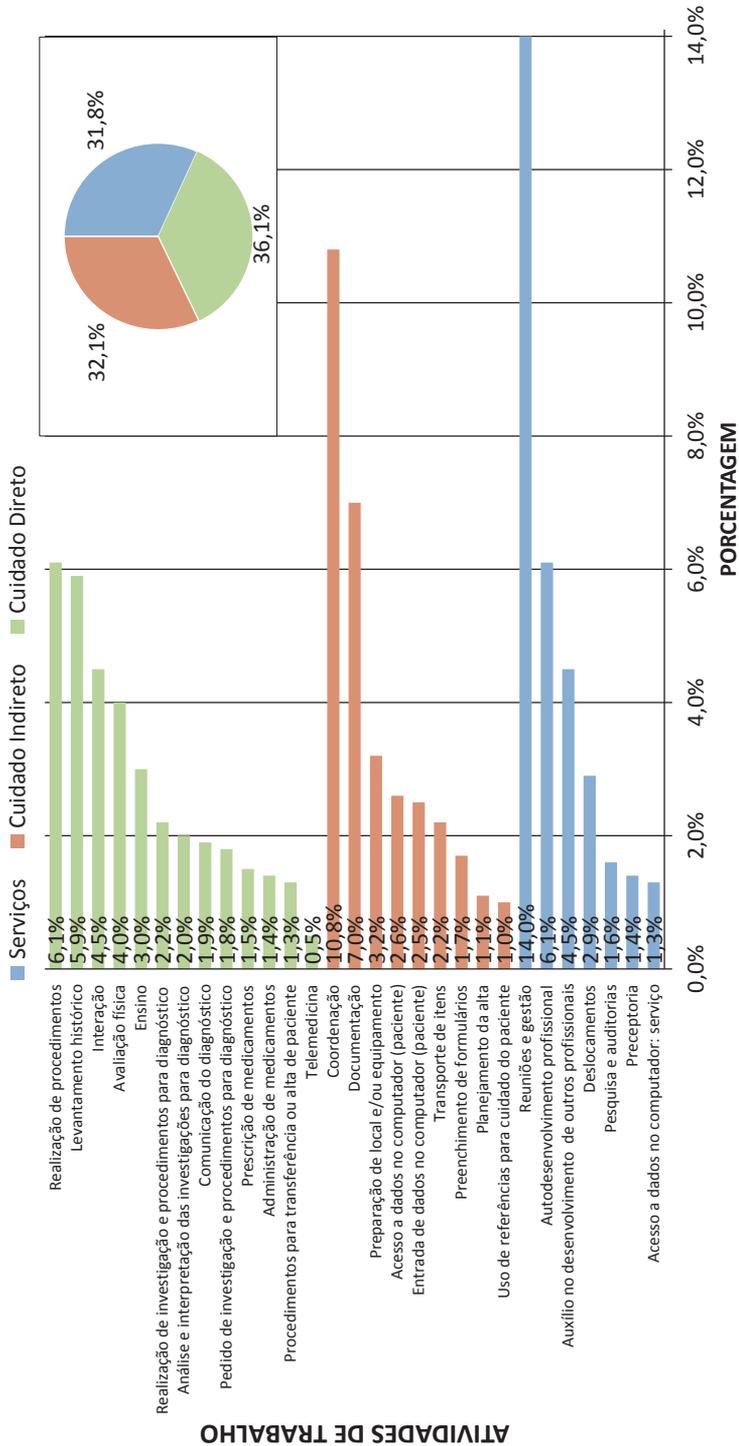


Figura 12.15 – Atividades de trabalho dos enfermeiros avaliados

A Figura 12.16 apresenta as dez principais atividades realizadas por esses profissionais de enfermagem. As cinco primeiras atividades (reuniões e gestão; coordenação; documentação; realização de procedimentos; e autodesenvolvimento profissional) representam 44% do tempo total desses enfermeiros.

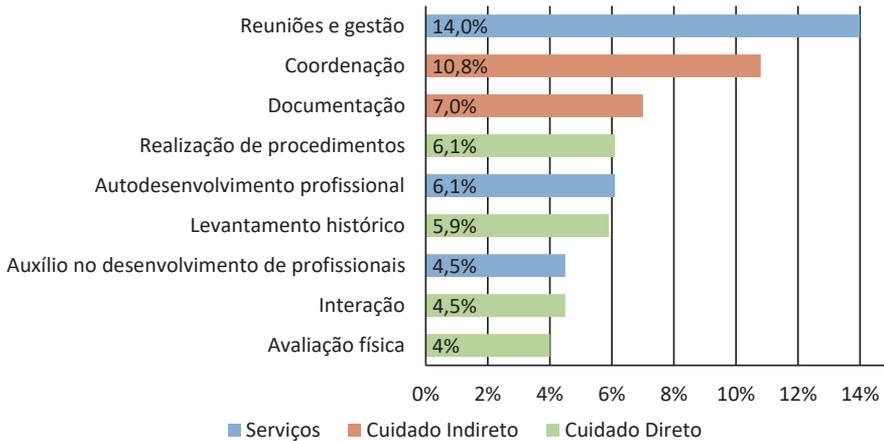


Figura 12.16 – Dez principais atividades realizadas pelos enfermeiros

UNIDADE 4

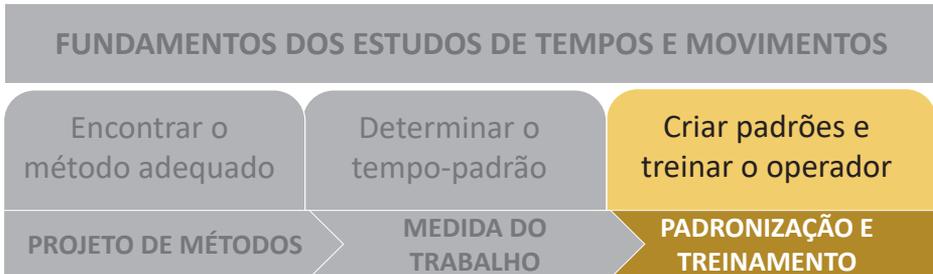
PADRONIZAÇÃO E TREINAMENTO

- Padronização da operação
- Treinamento e desenvolvimento



UNIDADE 4: PADRONIZAÇÃO E TREINAMENTO

Com os métodos e os tempos-padrão definidos, os padrões podem ser criados ou atualizados, e como consequência os treinamentos necessários podem ser realizados. Nesse sentido, a presente última unidade, que trata justamente de padronização e treinamento, não deve ser negligenciada, visto que o maior desafio não é melhorar os métodos, mas sim sustentar os resultados.



- **Capítulo 13:** Padronização da operação
- **Capítulo 14:** Treinamento e desenvolvimento

A padronização da operação diz respeito ao registro do novo método. Nesse capítulo serão abordados os três principais tipos de padrão: padrões operacionais, visuais e gerenciais.

O treinamento dos envolvidos envolve compreender o processo de aprendizagem, definir o papel do instrutor e, finalmente, a parte prática de planejar e elaborar o treinamento.

CAPÍTULO 13: PADRONIZAÇÃO DA OPERAÇÃO

Após encontrar o melhor método e os tempos necessários para realizar cada um dos elementos de trabalho, devem-se registrar em documentos-padrão os resultados do estudo de tempos e movimentos. Esses padrões documentarão, pois, o método mais adequado para realizar com segurança, qualidade, ergonomia, ergomotricidade e eficiência determinado trabalho. São, os padrões, de fundamental importância, na medida em que garantem a sustentabilidade do uso do método correto. Sem a padronização, é natural que as pessoas que executam uma tarefa modifiquem o método de trabalho com o passar do tempo, podendo não sustentar melhorias ou realizar uma atividade conforme o padrão. A Figura 13.1 apresenta a distribuição de performance em um local de trabalho onde um método não foi corretamente padronizado e acompanhado. Percebe-se que a falta de padronização leva a uma condição de alta variabilidade de performance.

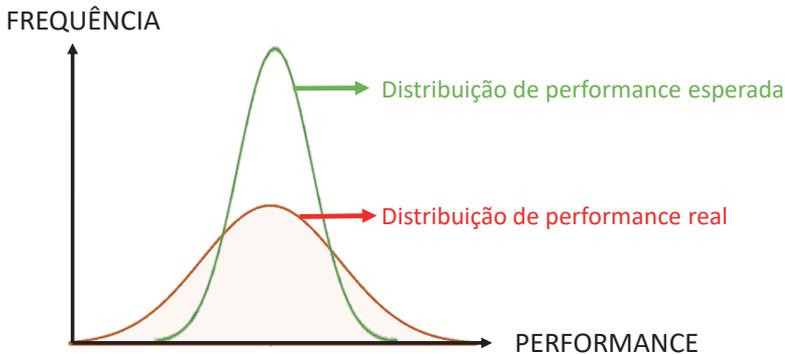


Figura 13.1 – Distribuição de performance em um local de trabalho onde um método não foi corretamente padronizado e acompanhado

Além de reduzir a variabilidade de performance, os padrões servem como ferramentas para treinamento, qualidade, gestão e melhoria contínua dos processos (Figura 13.2).

Como ferramenta para treinamento, porque podem ser claramente comunicados aos funcionários. Além disso, permitem atualização rápida e fácil quando colocados em quadros visuais próximos aos postos de trabalho. Isso

é interessante principalmente quando se trabalha com rotação nesses postos e trabalhadores polivalentes.

Os padrões também são úteis como ferramenta de qualidade, pois servem de base para auditorias e ainda podem ser usados como guia na investigação da causa-raiz de um problema de qualidade.

Ademais, os padrões também são ferramentas gerenciais, que informam sobre a capacidade dos processos, evidenciam quando os tempos e métodos de trabalho não são seguidos e facilitam, assim, a gestão diária desses postos de trabalho.

Finalmente, os padrões podem ser usados como ferramenta de melhoria contínua, já que facilitam a identificação e eliminação de desperdícios.



Figura 13.2 – Padrões são ferramentas para treinamento, qualidade, gestão e melhoria contínua

Os padrões, enfim, trazem diversas vantagens para as organizações que os adotam. Por exemplo:

- Previsibilidade para melhoria contínua;
- Base para treinamentos e auditorias;
- Garantia de padrões adequados de segurança, qualidade, ergonomia, ergonomia e eficiência;
- Preservação do *know-how* envolvido na realização de uma operação (gestão do conhecimento);
- Mensurabilidade das tarefas;
- Repetibilidade e reprodutibilidade na execução de tarefas;
- Controle da variabilidade;
- Estabilidade do processo em termos de capacidade e capabilidade;
- Auxílio na identificação das relações entre causas e efeitos;
- Orientação e referência para estudos de tempos e movimentos.

Mas, para que tais benefícios possam ser alcançados, é necessário que os padrões sejam “vivos”. Isto é, devem ser continuamente atualizados sempre que necessário. Para que isso aconteça, é fundamental que as pessoas que efetivamente executam o trabalho se sintam “donas” dos padrões. Mais: a atualização destes não pode ser excessivamente burocrática, a ponto de o processo tornar-se desmotivante. Do contrário, os padrões vão tornar-se rígidos e provavelmente ficarão escondidos no fundo de uma gaveta. Se você quer saber se determinado padrão realmente funciona, basta pedir ao trabalhador que realiza esse trabalho que o explique para você.

Muitas vezes, a dificuldade começa em simplesmente encontrar o padrão – que por sinal, se não tiver sido atualizado há muito tempo, já traz um indício de que provavelmente está no local mais como enfeite do que como ferramenta de manutenção da qualidade.

A fim de tornar esses padrões vivos, é importante também sempre estimular o uso da gestão visual, independentemente do tipo de padrão. Por exemplo: caso o padrão seja desenvolvido com ferramentas computacionais, se não for disponibilizado em meios físicos, isso pode inibir sua melhoria e atualização contínua. Logo, recomenda-se que mesmo os padrões desenvolvidos com auxílio de computadores sejam impressos próximo aos respectivos postos de trabalho, e que estejam acompanhados de canetas, para que os funcionários possam marcar sugestões de alterações à medida que fazem melhorias no processo.

Outro ponto importante é que esses padrões não devem ficar limitados a apresentar apenas “o que” deve ser feito, mas também “como” e “por quê”. Isso é essencial para que o funcionário compreenda por que deve agir de determinada forma e garantir a sustentabilidade do método.

Existem basicamente três tipos de padrão (Figura 13.3): os padrões operacionais, os padrões visuais e os padrões gerenciais. O padrão operacional define o método de trabalho padrão a ser seguido, que é representado pelas instruções de trabalho padrão, pelo quadro de combinação do trabalho padronizado e pelo diagrama de trabalho padronizado. Os padrões visuais colaboram na gestão visual da operação e, assim, ajudam a identificar visualmente quando o trabalho não está sendo realizado conforme o padrão. Finalmente, o padrão gerencial direciona o que deve ser feito quando o trabalho sai do padrão ou surge alguma situação problemática.

Cada um desses três tipos de padrão será apresentado a seguir.

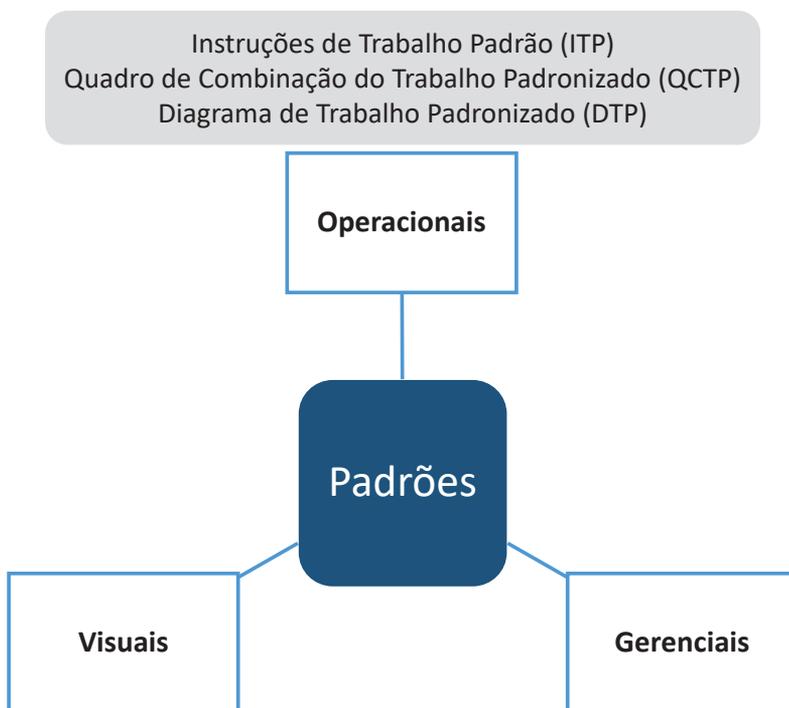


Figura 13.3 – Os tipos de padrão

13.1 Padrões operacionais

Os padrões operacionais são os padrões de trabalho, que servem de referência para a realização de determinada operação. Assim, trazem diversos benefícios para as organizações que os adotam, como garantia de um nível objetivado de performance, redução da variabilidade e garantia da reprodutibilidade das tarefas. Eles acabam por facilitar, pois, o treinamento de novas pessoas e auditorias.

Esses padrões operacionais geralmente incluem não apenas o trabalho que agrega valor, mas também “mudas padronizadas”, que representam o trabalho que não agrega valor, mas é necessário nas condições atuais. A muda padronizada pode ser exemplificada pelas ações de empilhar e desempilhar praticadas na atividade de produção de carvão (Figura 13.4).

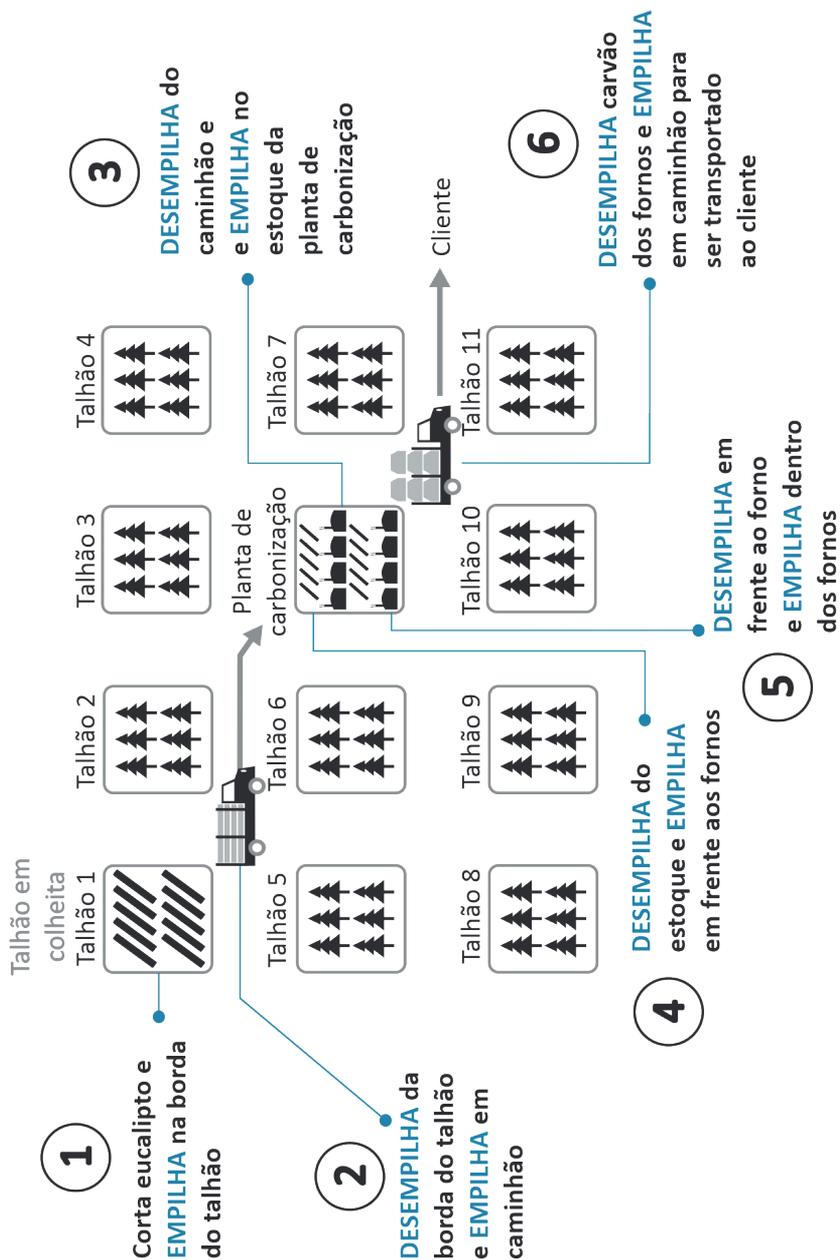


Figura 13.4 – Exemplo de muda padronizada: empilhar e desempilhar na produção de carvão

O processo começa na colheita, quando as árvores de eucalipto são cortadas e empilhadas na borda do talhão, à espera de seu transporte para as plantas de carbonização. Em seguida, são desempilhadas e empilhadas novamente nos caminhões que as transportarão. Geralmente, antes de passarem pelo processo de carbonização, serão mais uma vez desempilhadas e empilhadas em estoques intermediários. Em sequência, pás carregadeiras as desempilharão e as empilharão novamente em frente aos fornos de carbonização. Finalmente, serão outra vez desempilhadas e empilhadas dentro dos fornos. Concluindo, é necessário empilhar e desempilhar a madeira pelo menos cinco vezes durante todo o processo.

Como geralmente é um material pesado, as ações de empilhar e desempilhar consomem tempo e recursos significativos das operações. Além disso, se pararmos para refletir, essas mudas padronizadas não agregam valor ao processo, mas são necessárias devido ao maquinário e tecnologia de produção existentes. Vale ressaltar, todavia, que muitas vezes o processo pode ser repensado e inovado de forma a eliminar essa muda padronizada. Por exemplo, pode-se desenvolver uma tecnologia em que seria necessário empilhar e desempilhar o eucalipto apenas uma vez. Tal seria possível, por exemplo, se a madeira pudesse ser armazenada em uma espécie de contêiner desde a colheita até sua introdução no forno de carbonização.

Além do trabalho que agrega valor e das mudas padronizadas, quando se compara um padrão de trabalho com o trabalho real executado pelo funcionário, verificam-se anomalias e disfunções que não agregam valor e são desnecessárias, como esperas e retrabalhos.

A Figura 13.5 representa um posto de trabalho no qual parte do trabalho agrega valor, parte representa muda padronizada e parte não agrega valor.

Em relação às possíveis disfunções e anomalias que podem ser verificadas ao se comparar o trabalho real do funcionário com seu nominal, isto é, aquilo que estava previsto no método padronizado, reforça-se a importância da contínua atualização desses padrões. A Figura 13.6 ilustra, pois, como esses padrões devem ser acompanhados e atualizados.

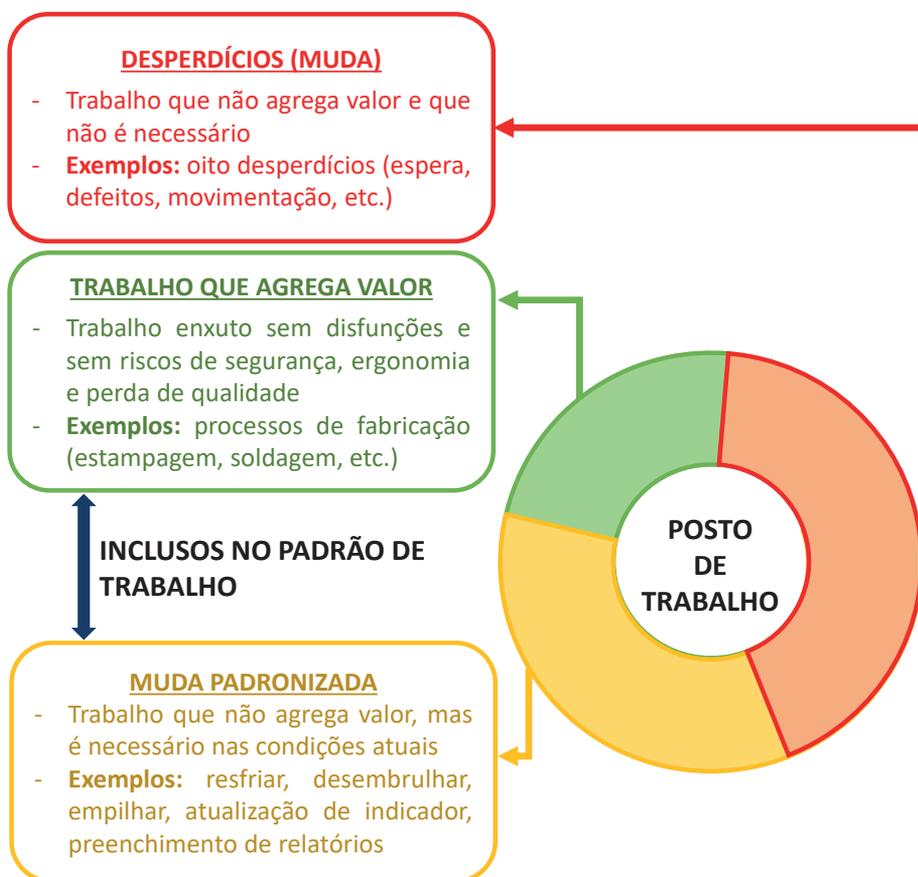


Figura 13.5 – Representação de um posto de trabalho

Após o registro do método de trabalho padronizado, este deve ser continuamente comparado com o método atual seguido pelo(s) funcionário(s). Se forem identificados desvios, é importante que sejam analisados. Se o método tiver sido alterado levando a uma situação menos interessante – seja por questões de segurança, qualidade, ergonomia, ergomotricidade e/ou eficiência –, devem-se realizar ações no sentido de corrigir essas condições anômalas e retornar ao padrão conforme registro original do método padronizado.

Entretanto, se após a análise dos desvios se verificarem oportunidades de melhoria no padrão de trabalho, essas características desejáveis devem ser incluídas para que se melhore continuamente o método de trabalho.

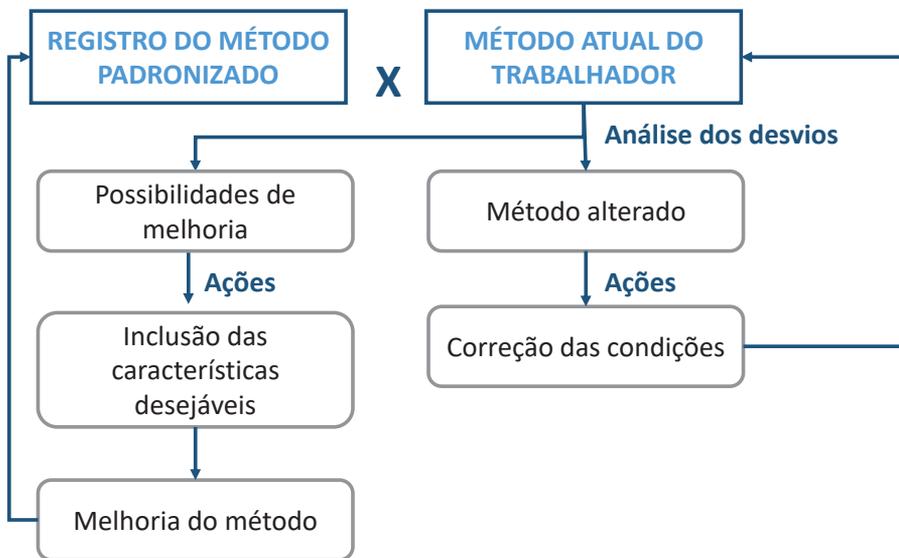


Figura 13.6 – Acompanhamento e atualização do método padronizado

Existem basicamente três padrões operacionais de trabalho amplamente adotados na indústria, os quais serão apresentados em detalhe a seguir:

- Instruções do trabalho padrão (Standard Work Instructions – SWI);
- Folha de combinação do trabalho padronizado (Standard Work Combined Sheet – SWCS);
- Diagrama de trabalho padronizado.

13.1.1 Instruções de Trabalho Padrão – ITP (Standard Work Instructions – SWI)

O termo Instruções de Trabalho Padrão (ITP) tem origem na expressão inglesa Standard Work Instructions (SWI). Trata-se de documento com alta aplicabilidade na indústria que objetiva organizar os elementos de trabalho em sequência predefinida, evidenciando o tempo necessário para cada elemento de forma que esse padrão cíclico possa ser repetido com sucesso por todas as pessoas que o aplicam. Assim, as ITP têm vários objetivos:

- Destacar o desperdício e mudas padronizadas dentro do processo;
- Garantir a sequência correta com foco em segurança, qualidade, ergonomia, ergomotricidade e eficiência;
- Evidenciar o tempo esperado para a realização de cada elemento de trabalho e do tempo de ciclo total;
- Servir de base para auditorias e treinamentos.

A Figura 13.7 apresenta um formulário de ITP para o exemplo da operação de montagem de sanduíches. Além disso, um formulário em branco de ITP pode ser encontrado no Apêndice 4 deste livro. Para a elaboração do padrão, devem-se seguir as seguintes etapas:

- Preencher todas as informações contidas no cabeçalho e rodapé, como identificação do posto de trabalho, nome da pessoa que elaborou o padrão, ferramentas utilizadas, tempo de ciclo ou outros dados que se mostrarem necessários;
- Numerar, nomear e descrever os elementos de trabalho com base no estudo de tempos e movimentos realizado. O padrão deve apresentar um ciclo de trabalho. Assim, deve-se tomar o cuidado de incluir todos os elementos, sejam ocasionais ou repetitivos, que devem ser considerados em um ciclo de trabalho;
- Usar símbolos para evidenciar elementos de trabalho que são críticos e que possuem questões relacionadas a ergonomia, qualidade, segurança e/ou meio ambiente que mereçam atenção;
- Identificar o tipo de cada elemento de trabalho: ocasional ou repetitivo. Os elementos exóticos não devem aparecer nos padrões;
- Completar o tempo de cada elemento de trabalho e colocar fotografias para ilustrar cada um deles;
- Ao final, calcular o tempo de ciclo total. Com esse objetivo, deve-se ter o cuidado de considerar o tempo dos elementos ocasionais e repetitivos divididos pelo número de unidades de interesse processadas. Por exemplo: no exemplo da Figura 13.7, a unidade de processamento é um produto (sanduíche), mas poderia ser também uma pessoa ou uma informação. Assim, no caso, como os elementos repetitivos dizem respeito à elaboração de um único sanduíche, não é necessário dividir seus tempos. Entretanto, os elementos ocasionais, como abrir um novo saco de pão de forma (composto por 20 fatias), serão repetidos a cada 10 sanduíches montados e devem, portanto, ter seu tempo dividido por 10.

Logo, o tempo de ciclo total é dado por:

$$\frac{360}{10} + 4 + 27 + \frac{30}{10} = 70 \text{ segundos por sanduíche}$$

| Instruções de Trabalho Padrão (ITP) | | | DEPARTAMENTO: | | Métodos de Trabalho | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|--|------------|---|---|--|
| POSTO DE TRABALHO: | DESCRIÇÃO DO POSTO DE TRABALHO: | | DATA: | XX/XX/XXXX | REVISÃO: | X | |
| | Sanduíche | Montagem de sanduíches | | | | | |
| FERRAMENTAS NECESSÁRIAS: | | | Ergonomia | Qualidade | Meio ambiente | TEMPO DE CICLO: 360/10 + 4 + 27 + 30/10 = 70 segundos por sanduíche | |
| Faca e luva | Segurança | Crítico | | | | | |
| # | SÍMBOLO | ELEMENTOS DE TRABALHO | DESCRIÇÃO DO ELEMENTO DE TRABALHO | TEMPO (s) | FOTOS / FIGURAS | | |
| 1 | ◇ | Preparação (Ocasional) | Abriu saco de pão de forma e preparar outros recipientes (abrir embalagens, partir ingredientes, etc). | 360 |  | | |
| 2 | | Início (Repetitivo) | Pegar duas fatias de pão e colocá-las na mesa. | 4 |  | | |
| 3 | ▽ | Montagem (Repetitivo) | Acrescentar recheios e fechar pão. | 27 |  | | |
| 4 | 🌐 | Finalização (Ocasional) | Fechar recipientes, jogar lixo fora e limpar mesa. | 30 |  | | |

Figura 13.7 – Formulário ITP para montagem de sanduíches

13.1.2 Quadro de Combinação do Trabalho Padronizado – QCTP (Standard Work Combination Sheet – SWCS)

O Quadro de Combinação do Trabalho Padronizado (QCTP), conhecido também como tabela de combinação de tarefas, tem origem no padrão bem estabelecido na indústria automobilística conhecido como Standard Work Combination Sheet (SWCS).

O QCTP mostra o fluxo de trabalho em um gráfico de modo a evidenciar esperas, movimentações, o tempo do equipamento, o tempo de ciclo e o tempo *takt*.

Logo, o QCTP possui vários benefícios:

- Ajuda a balancear a carga de trabalho entre operadores;
- Favorece a sincronização entre operadores e equipamentos;
- Facilita a identificação de desperdícios como esperas, movimentações e desbalanceamento de linha.

Trata-se de um documento que vale a pena ser usado nos casos em que:

- Um operador controla vários equipamentos;
- Vários operadores trabalham em sincronia em uma linha de produção;
- Vários esquemas táticos são usados, isto é, trabalha-se com uma quantidade variável de operadores em determinados postos de trabalho de acordo com o *mix* de produção, o número de operadores disponíveis para a linha ou a quantidade de pedidos em carteira.

O QCTP pode ser construído de várias formas: *post-its*, planilhas eletrônicas ou formulários físicos. Independentemente do método utilizado, devem-se seguir as seguintes etapas no seu preenchimento:

- Completar todas as informações contidas no cabeçalho e rodapé, as quais podem ser criadas com base no problema e posto de trabalho a ser estudado;
- Seguir a mesma lógica de numeração e nomeação dos elementos de trabalho caso existam instruções de trabalho padrão e diagramas de trabalho padronizado para esses mesmos postos de trabalho, dado que esses padrões são complementares;

- O QCTP deve ser construído de forma individual para cada posto de trabalho;
- É interessante também evidenciar o tempo *takt* no QCTP;
- O padrão ilustra um ciclo de trabalho. Logo, ao final não se deve esquecer que o operador precisa voltar sempre ao ponto de partida.

Um formulário em branco de QCTP pode ser encontrado no Apêndice 4 deste livro. A Figura 13.8 mostra o QCTP para o exemplo da torradeira apresentado na Figura 7.2. Como evidencia essa figura, parte do tempo do operador é ociosa. Assim, realizaram-se melhorias com o objetivo de aproveitar esse tempo ocioso para adiantar a preparação de outra torrada. Também foi adquirida uma segunda torradeira, que, em vez de torrar uma fatia por vez, torra duas no mesmo tempo que a torradeira antiga. Após as melhorias, ainda foi necessário que o funcionário se deslocasse por 1 segundo até a torradeira.

A Figura 13.9 apresenta o QCTP para o mesmo exemplo após as melhorias, baseado na Figura 7.4. Como pode ser observado nas Figuras 13.8 e 13.9, o tempo de ciclo que antes era de 25 segundos por fatia passou a ser de 13,5 segundos por fatia. Repare que na Figura 13.8 o funcionário não precisou caminhar. É por isso que na passagem de um elemento de trabalho a outro existe uma linha contínua vertical. Entretanto, na Figura 13.9 o funcionário precisa caminhar 1 segundo toda vez que se desloca até a torradeira. Assim, os elementos são separados pelo símbolo “~~~~~”.

13.1.3 Diagrama de Trabalho Padronizado (DTP)

O Diagrama de Trabalho Padronizado (DTP) objetiva representar o fluxo de trabalho de operador(es) em um *layout*. É um padrão interessante de se utilizar nos casos em que:

- O operador tem que se deslocar no espaço para executar os elementos de trabalho;
- O operador controla vários equipamentos;
- Vários operadores trabalham em sinergia em um mesmo local de trabalho.

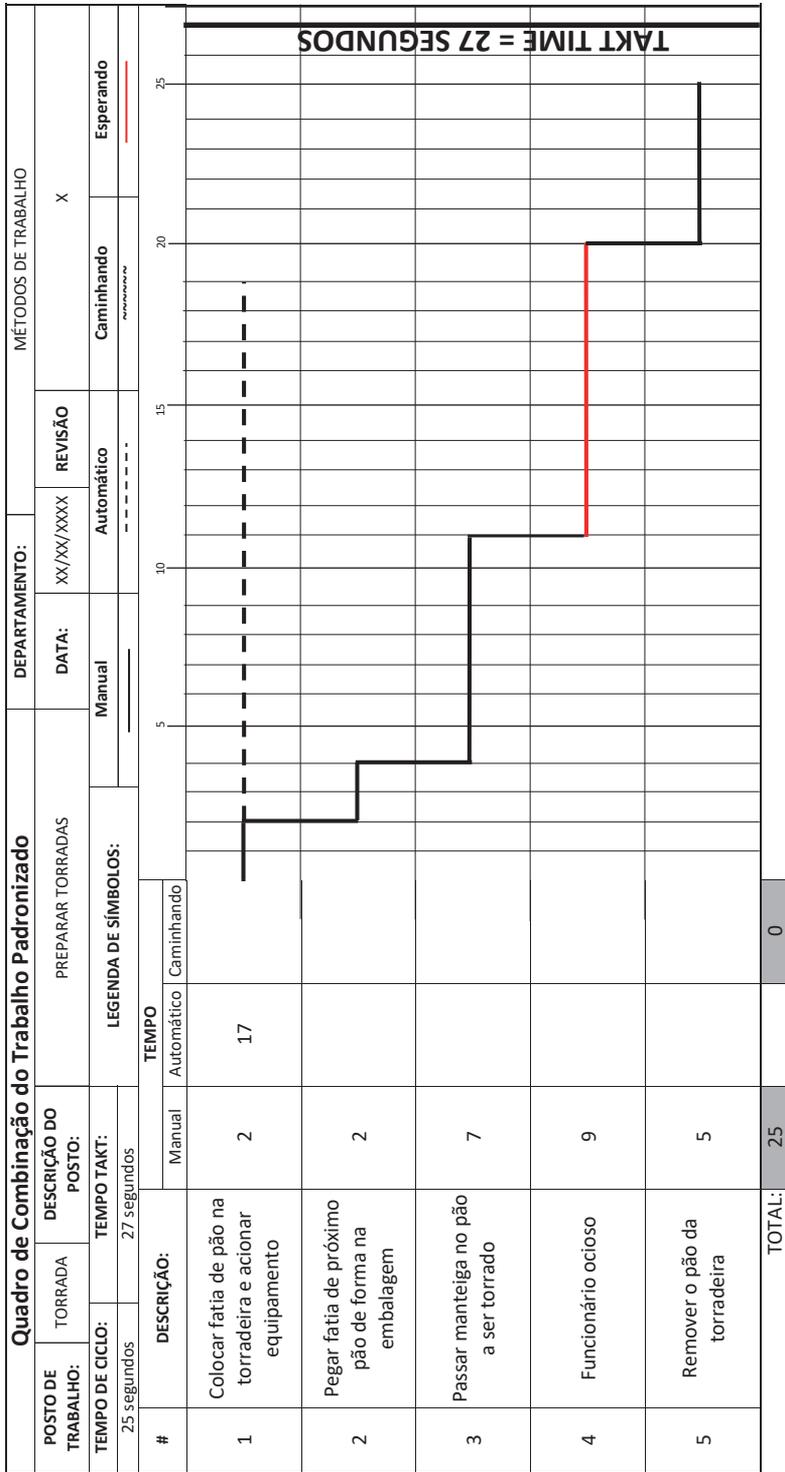


Figura 13.8 – QCTP para atividade de preparação de torradas antes de aproveitar tempo ocioso (baseado na Figura 7.2)

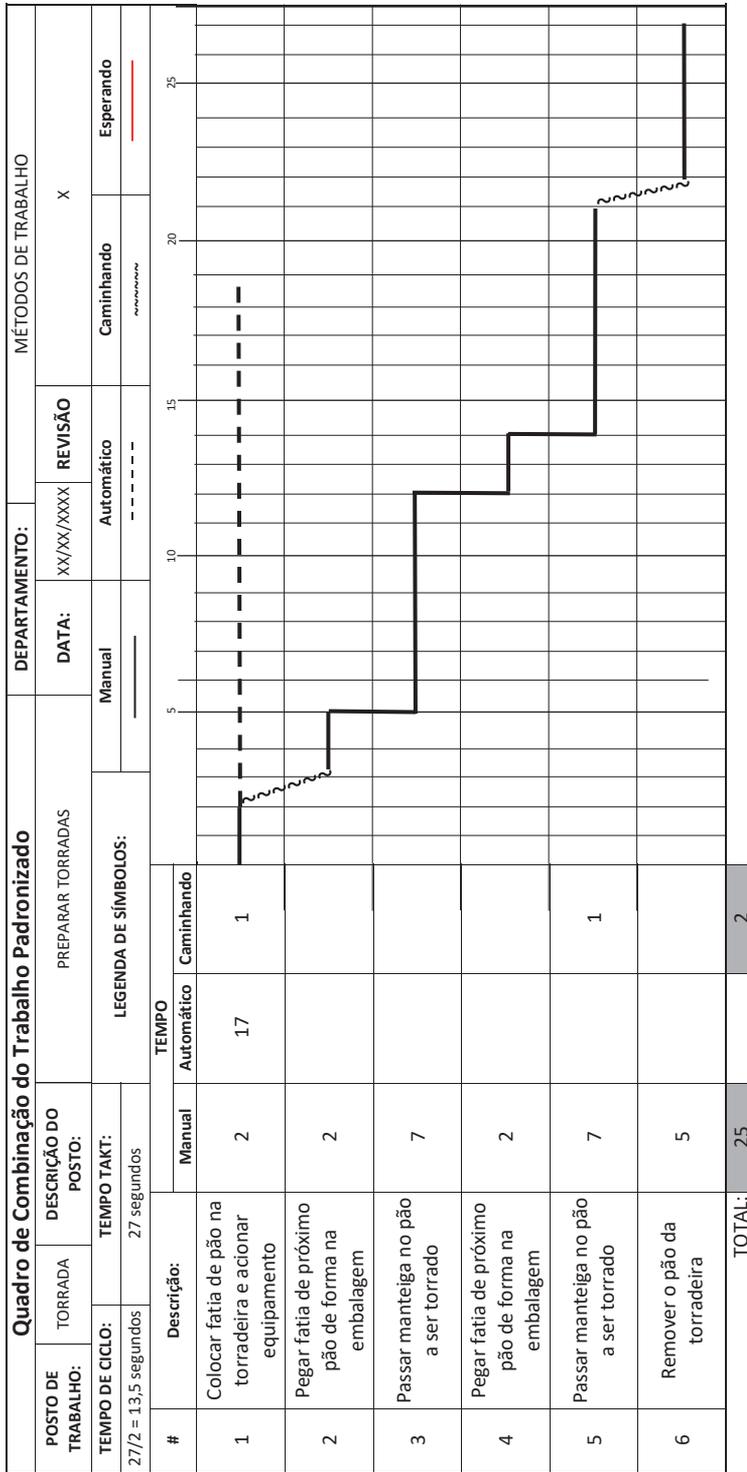


Figura 13.9 – QCTP para atividade de preparação de torradas após aproveitar tempo ocioso (baseado na Figura 7.4)

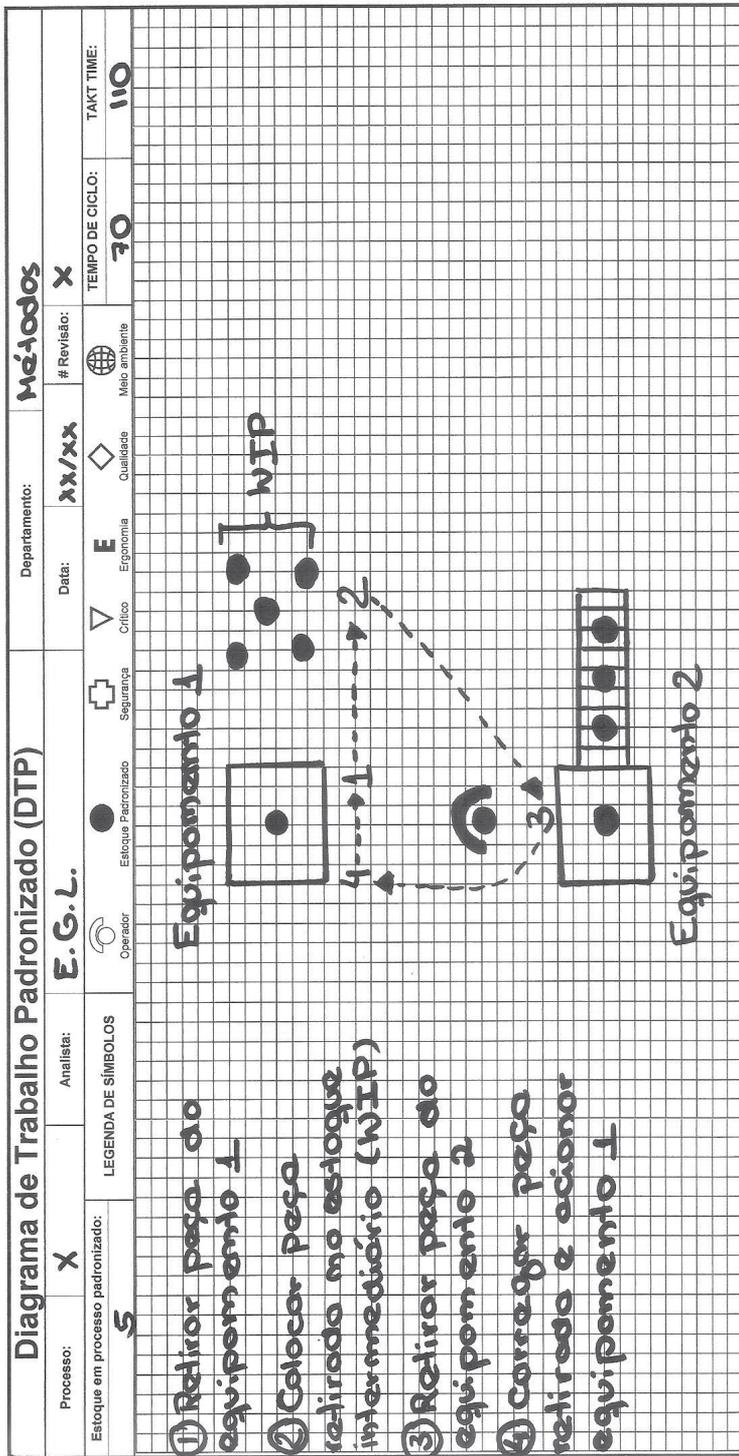


Figura 13.10 – Esboço de construção de DTP

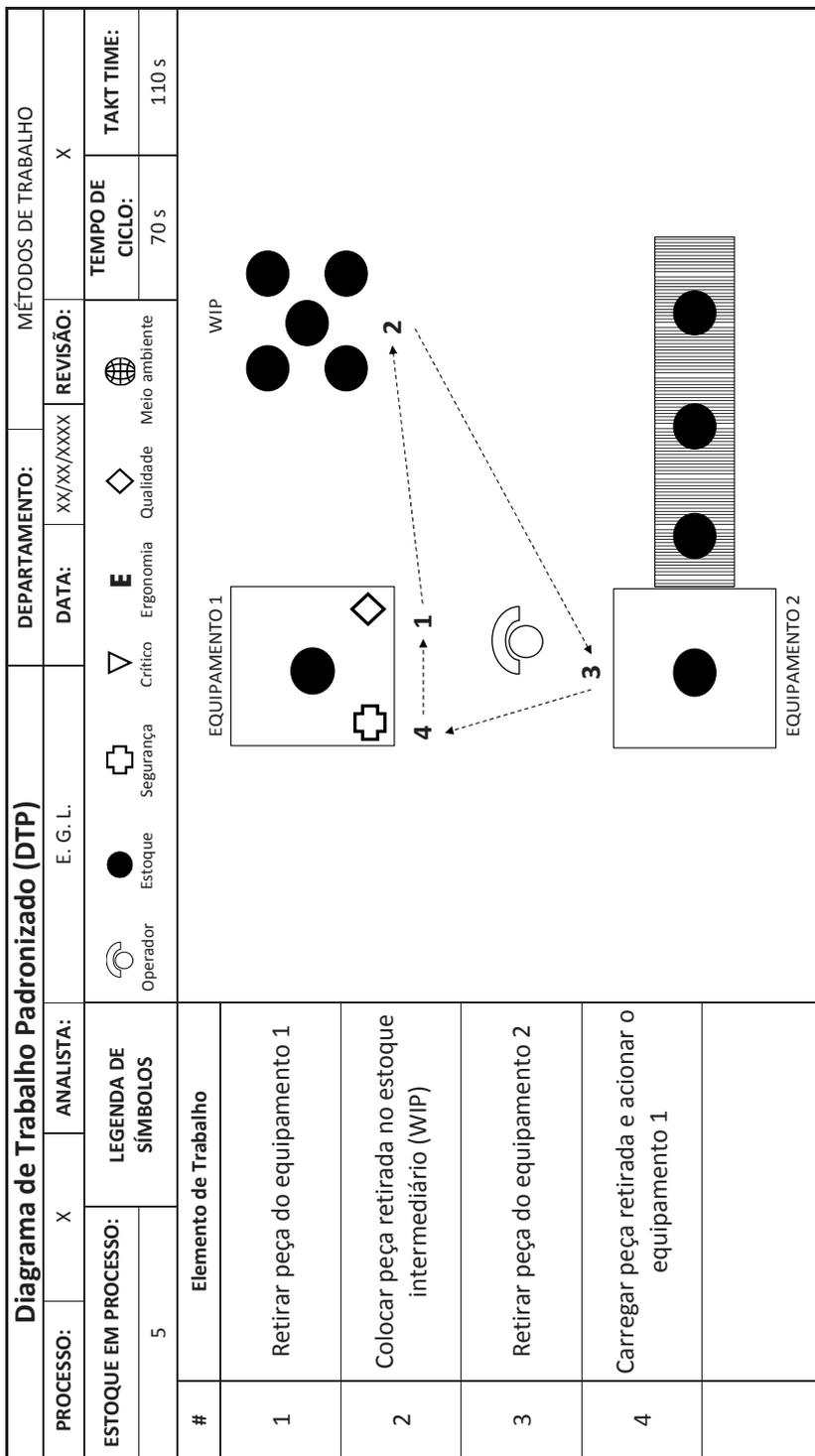


Figura 13.11 – Exemplo de DTP

A Figura 13.10 apresenta um esboço criado na área de produção para a confecção posterior de um DTP. Já a Figura 13.11 mostra o DTP final criado com base nesse esboço. Os formulários em branco de DTP para esboço e confecção final podem ser encontrados no Apêndice 4 deste livro.

13.2 Padrões visuais

Os padrões visuais são usados na gestão visual de um trabalho. Os seres humanos percebem a informação 83% pela visão e 11% pela audição (Figura 13.12). Não à toa serviços de urgência usam sinais luminosos e sonoros quando necessário, como em viaturas policiais e ambulâncias, que assim rapidamente conseguem captar a atenção das pessoas para facilitar seu trabalho.

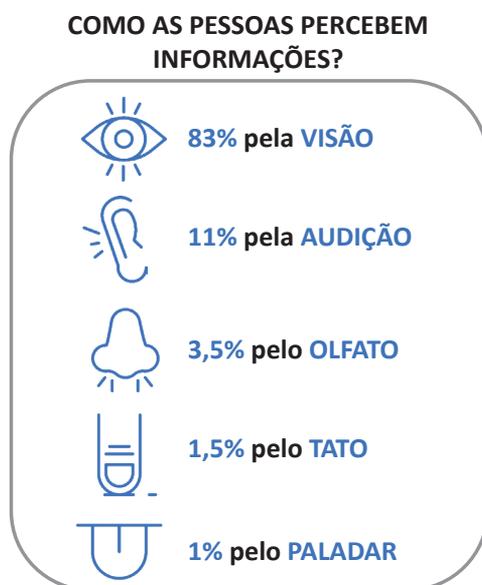


Figura 13.12 – Grau de percepção das informações conforme o sentido humano

Os padrões visuais, como o próprio nome indica, assentam-se na visão para facilitar e tornar mais acessível sua leitura. A ideia é que qualquer pessoa que passe por determinado local consiga facilmente identificar desvios no

padrão de trabalho. Assim, o controle pode ser exercido por todos. Afinal, no ambiente de melhoria contínua todos devem participar ativamente desse processo.

Em nossa vida cotidiana temos vários exemplos de padrões visuais, sobretudo no trânsito. As placas, semáforos e faixas no asfalto estão sempre nos passando informações de como devemos proceder enquanto dirigimos ou caminhamos. Esses padrões visuais também são usados com os mais diferentes objetivos em indústrias, aeroportos, hospitais, bancos e lojas.

A gestão visual pode ser praticada por meio de vários recursos, como sinais, placas, figuras e gráficos. Pode ser usada, por exemplo, com o intuito de identificar fontes de perigo e valores de referência. Na Figura 13.3, qual manômetro torna mais fácil e acessível a identificação de um desvio?



Figura 13.13 – Exemplo de gestão visual no manômetro

Como se nota, os padrões visuais trazem vários benefícios: economia de tempo, redução de problemas de qualidade e segurança, entre outros. Por exemplo, em hospitais soro e vaselina podem ser facilmente confundidos, o que é um problema sério, já que, se em vez de vaselina se der soro para os pacientes, estes podem vir a óbito. Ao se usar a gestão visual, o risco é mitigado (Figura 13.14).



Figura 13.14 – Exemplo de gestão visual para diferenciar soro e vaselina

13.3 Padrões gerenciais

O padrão gerencial objetiva direcionar o que deve ser feito quando o trabalho sai do padrão ou surge alguma situação problemática. Facilita, assim, a tomada de decisões operacionais e de gestão. O padrão gerencial pode ser:

- Um fluxograma para tomada de decisão que evidencia o que deve ser feito quando um desvio é verificado;
- Tabelas e quadros visuais que podem, por exemplo, apresentar esquemas táticos para alocação de operadores a partir de diferentes cenários;
- *Post-its* alocados temporalmente para gerenciar as ações de melhoria a serem realizadas ao longo do ano;
- Um quadro visual para sequenciar e controlar o tratamento de pacientes (remédios, rotinas fisiológicas e visitas de profissionais), a limpeza e liberação de apartamentos em um hospital.

É importante reforçar que os três tipos de padrão descritos neste capítulo são complementares e seu uso conjunto permite que os resultados alcançados sejam mais sustentáveis. Por exemplo, é interessante que os padrões gerenciais sejam trabalhados junto com padrões visuais para facilitar a identificação de desvios e poder responder prontamente.

CAPÍTULO 14: TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO

De forma geral, treinamentos são desenvolvidos com os seguintes objetivos:

- Preparar as pessoas para a execução de diversas tarefas;
- Proporcionar oportunidades para o contínuo desenvolvimento pessoal, não apenas em seus cargos atuais, mas também já projetando funções para possíveis cargos futuros;
- Gerar mudança de comportamento, a qual pode envolver transmissão de informações, desenvolvimento de conceitos, de habilidades ou modificação de atitudes.

Em estudos de tempos e movimentos, treinamentos e apresentações são necessários em diferentes momentos durante o projeto e seus objetivos variam de acordo com o escopo e área de negócio envolvida.

A Figura 14.1 apresenta momentos-chave em que são necessários apresentações e treinamentos durante um estudo de tempos e movimentos. No início do projeto, é essencial que se apresente o projeto e seus objetivos aos envolvidos. Antes de se iniciar a coleta de dados, as pessoas responsáveis nessa coleta deverão ser treinadas sobre os formulários, as atividades e outros pontos importantes como os *breakpoints* a serem utilizados durante a coleta. Na análise dos dados também é crucial que os envolvidos sejam treinados de forma a garantir uma análise imparcial e alinhada. Quando os padrões de trabalho forem atualizados, os operadores de todos os turnos de trabalho devem ser treinados no novo padrão. Finalmente, os resultados alcançados são geralmente apresentados em reuniões de fechamento de projeto para os gestores.

A partir dessa figura, percebe-se que cada tipo de apresentação e treinamento deve ser planejado de forma única e independente, uma vez que seu público-alvo, participantes e objetivos variam durante as diferentes fases de um estudo de tempos e movimentos.

Conseqüentemente, este capítulo pretende apresentar a teoria por trás da ciência de treinamento e desenvolvimento com o objetivo de que o leitor possa escolher a melhor estratégia a ser empregada, de acordo com o tipo de apresentação ou treinamento a ser realizado. É essencial no que tange a essa ciência entender questões como o processo de aprendizagem, o papel do ins-

trutor, a elaboração de treinamentos em si e a importância de se fomentarem o uso e a atualização dos padrões que são base para esses treinamentos.

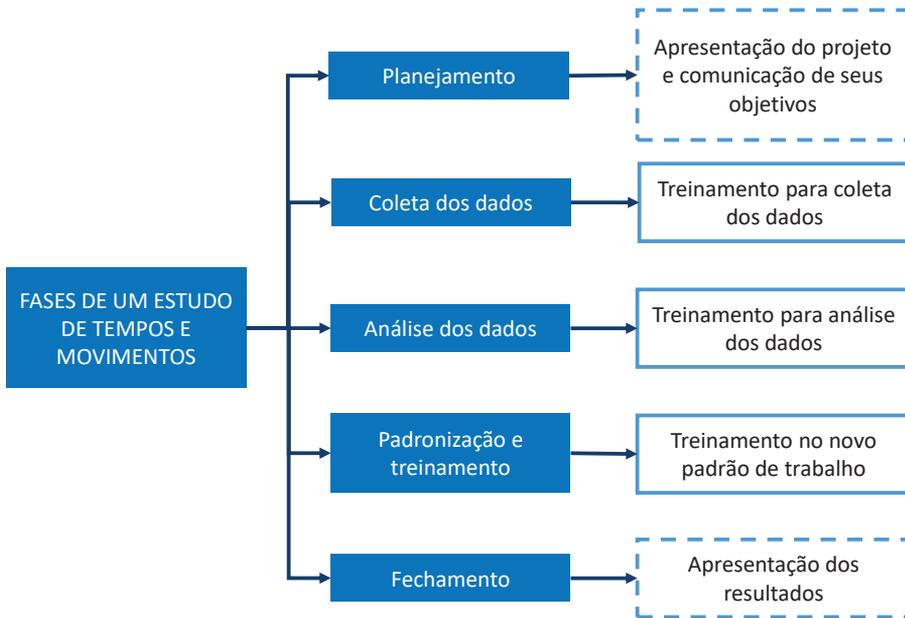


Figura 14.1 – Apresentações e treinamentos em estudos de tempos e movimentos

14.1 Processo de aprendizagem

Aprender é o resultado das interações entre estruturas mentais e o meio ambiente. Trata-se de processo complexo, em que é impossível controlar todas as variáveis. Desse modo, torna-se imprescindível entender como funciona o processo de aprendizagem para que se possa otimizá-lo durante um treinamento.

Primeiro, serão apresentados aspectos genéricos relacionados ao processo de aprendizagem para, em seguida, focar em especificidades desse processo no que tange estudos de tempos e movimentos.

Processo geral de aprendizagem

Há quatro questões determinantes que influenciam significativamente os treinamentos:

1. **Atenção (Figura 14.2):** percepção de características críticas;

2. **Retenção (Figura 14.2):** lembrança das ações mesmo quando um modelo não está disponível;
3. **Reprodução motora:** após a percepção do novo comportamento, a repetição das atividades deverá ser traduzida em ações;
4. **Reforço:** reforço contínuo do que foi aprendido a partir de diferentes situações.

A partir da Figura 14.2, percebe-se que as pessoas percebem e retêm informações principalmente a partir de canais não verbais. Assim, sentimentos, características da voz, expressões faciais e linguagem corporal são pontos-chave para o processo de aprendizagem.



Figura 14.2 – Percepção e retenção de informações

Segundo a andragogia, ciência que estuda as melhores práticas para orientar adultos a aprender, as pessoas são motivadas a aprender conforme vivenciam necessidades e interesses que lhes trarão satisfação. Assim, é importante entender primeiramente quais são as necessidades das pessoas que participarão do treinamento, uma vez que isso influenciará na atenção, retenção de informações e em sua disponibilidade futura de reproduzir e reforçar esse aprendizado.

É importante, portanto, que o instrutor compreenda fatores psicológicos como estresses, necessidades e recompensas, para que possa criar motivações e envolver os participantes durante um treinamento. As pessoas

naturalmente querem trabalhar com o menor estresse e o maior benefício possíveis. A pirâmide de Maslow, representada na Figura 14.3, nos ajuda a entender como podemos gerenciar essas necessidades humanas em um treinamento. Cada nível hierárquico dessa pirâmide deve ser satisfeito antes que uma pessoa almeje a necessidade subsequente.

As necessidades mais basais são as fisiológicas, as quais correspondem a necessidades de sobrevivência como se alimentar e hidratar. Podemos relacionar a teoria de Maslow com a de Frederick Herzberg que definiu fatores cuja presença agrada (fatores motivacionais) e outros cuja ausência desagradam (fatores higiênicos) no ambiente de trabalho.

No nível basal de necessidades em relação ao trabalho podemos citar remuneração adequada, condições físicas de trabalho (iluminação, acústica, ergonomia) e intervalo de descanso.

Quando essas necessidades são satisfeitas, as necessidades de segurança física e psicológica se tornam importantes. No que toca ao ambiente de trabalho, esse nível de necessidade diz respeito a questões como estabilidade do emprego e risco de acidentes de trabalho (segurança do trabalho).

O terceiro nível, necessidades sociais, inclui o desejo por atenção, amizade, pertencimento social e relações profundas com colegas de trabalho e superiores hierárquicos.

No quarto nível, necessidades de autoestima, o funcionário se esforça em alcançar competências e conquistas, expressa desejo de autorrespeito ou procura satisfazer seu ego. Isso é exemplificado, portanto, com políticas de reconhecimento e promoções.

No topo da pirâmide, o último nível é o de autorrealização. Uma vez satisfeitas todas as outras necessidades, só falta que o trabalhador se sinta autorrealizado. Vale ressaltar que essa necessidade varia individualmente: enquanto algumas pessoas se sentem plenas em trabalhos operacionais, outras só se sentirão satisfeitas quando gerenciarem seu próprio negócio. Podemos exemplificar esse nível hierárquico com questões como quão desafiante é um trabalho, o nível de participação nas decisões, a liberdade de autonomia e o estímulo à diversidade.



Figura 14.3 – Pirâmide de Maslow

A pirâmide de Maslow é, portanto, uma ferramenta importante para gerir a motivação e planejar treinamentos com o objetivo de deixar as pessoas mais abertas para o aprendizado. Quando as pessoas participam de um treinamento, geralmente tomam essa decisão como resposta às necessidades mais elevadas na pirâmide de Maslow, como as de autoestima e de autorrealização. É importante que o instrutor tenha isso em mente, para que possa criar motivações e conseqüentemente envolver os participantes durante um treinamento.

Entretanto, não se devem negligenciar as demais necessidades durante um treinamento. Segurar os alunos até certo horário preestabelecido para o almoço, por exemplo, pode não ser uma decisão inteligente. Necessidade fisiológica básica, e subjetiva, não há como controlar quando as pessoas sentirão fome. E, se sentirem, com certeza já não mais prestarão atenção no treinamento, e o período será, portanto, improdutivo.

Outra questão-chave do processo de aprendizagem é entender que é necessário paciência. Ansiedade e aprendizado estão longe de ser sinônimos. Pelo contrário: a ansiedade reduz o aprendizado. Assim, valioso recurso que os instrutores podem utilizar é o silêncio. Quando um instrutor faz uma pergunta a um participante, se espera de 3 a 5 segundos pela resposta, há um ganho no aprendizado desse participante.

Concluindo, aprender não é um fim, mas um processo contínuo que envolve perceber oportunidades de aprendizado e, a partir delas, mudar os próprios pensamentos, comportamentos e hábitos para afinal alcançar um aprendizado pleno (Figura 14.4).

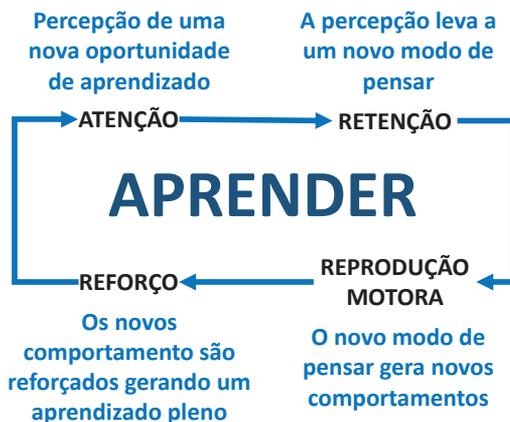


Figura 14.4 – Ciclo da aprendizagem

Processo de aprendizagem em estudos de tempos e movimentos

Com relação ao processo de aprendizagem com foco específico em treinamentos que envolvam estudos e melhorias de tempos e movimentos, primeiramente é fundamental entender que o aprendizado tem dois componentes principais: o aprendizado cognitivo e o aprendizado motor. Em estudos de tempos e movimentos, é essencial que após um treinamento ocorra tanto o aprendizado cognitivo quanto o motor. Assim, não se deve esperar que, após o treinamento de um novo método de trabalho, o funcionário esteja pronto para executá-lo. Pelo contrário, deve-se adotar a premissa inversa: o treinamento é apenas o ponto de partida de um processo de mudança.

Além disso, outro ponto importante que diz respeito ao aprendizado em estudos de tempos e movimentos é que muitas falhas na definição dos tempos-padrão decorrem da desconsideração da curva de aprendizagem. Essa curva ocorre tanto na perspectiva individual quanto na organizacional. O aprendizado individual está relacionado a melhorias no tempo necessário para se realizar uma tarefa decorrentes primariamente do indivíduo que a executa através de, por exemplo, aperfeiçoamento da coordenação motora e/ou cognitiva, redução de erros e redução no tempo de reação. Em contraste, o aprendizado organizacional diz respeito a melhorias no tempo de realização

de uma tarefa decorrentes de alterações nos processos de manufatura: nas ferramentas, nos equipamentos ou nos métodos de trabalho.

Assim, o treinamento deve ser contínuo e não pontual, e a curva do aprendizado do funcionário deve ser acompanhada (Figura 14.5) a fim de se otimizar os resultados advindos de um estudo de tempos e movimentos.



Figura 14.5 – Curva de aprendizagem de uma operação

14.2 Papel do instrutor

Muitos treinamentos são comprometidos porque nem sempre é claro para o próprio instrutor qual é seu papel. O papel central do instrutor é trabalhar COM e não PARA o participante. Ou seja, o treinamento deve ser um processo bidirecional, e não unidirecional em que o treinador fala e o público escuta. Quando é realizado de forma bidirecional, a meta ou produto final do treinamento naturalmente representa um processo de mudança em seus participantes. Afinal, o aprendizado só ocorre de fato quando gera mudança de comportamento. Logo, é natural que um bom treinamento provoque certo desconforto e perguntas nos participantes. Estes são a força motriz do aprendizado e da mudança de comportamento.

Objetivando trabalhar com o participante, é importante que o instrutor desenvolva habilidades como escutar ativamente e saber lidar com resistências para alcançar um trabalho de excelência.

Desenvolvendo escuta ativa

Muitas coisas variam de um treinamento para outro: o público, o local, os recursos disponíveis, o tempo alocado e até o próprio estado psicológico dos participantes. Assim, a palavra-chave para um instrutor é FLEXIBILIDADE. Um

bom instrutor deve ter escuta ativa, que evolui conforme as fases a seguir:

1. Ignorar;
2. Supor;
3. Selecionar;
4. Prestar atenção;
5. Desenvolver empatia.

O grau mais elevado da escuta ativa, portanto, é ter empatia. E isso não é nada fácil. O instrutor deve sempre humanizar seu treinamento. Afinal, se quisermos ser máquinas, acabaremos substituídos por elas. O diferencial entre um treinamento a distância e outro presencial só se evidencia quando o instrutor consegue ter empatia e humanizar o processo.

A escuta ativa é difícil de ser desenvolvida. Envolve aprender a escutar mais do que falar. E escutar não se resume às ondas sonoras no espaço: devemos “escutar” os participantes, o ambiente e até a nós mesmos. Assim, os outros são fundamentais em nosso processo de desenvolvimento de escuta ativa, e muitas vezes para alcançá-la faz-se necessária até uma evolução psicológica – no que terapias e cursos de teatro podem ajudar. Por exemplo, devemos “escutar” a energia do público para o qual nos apresentamos. Se este emanar baixa energia, o instrutor deve irradiar energia alta para contagiá-lo. Em contraste, se os participantes transmitirem energia em excesso, o instrutor deve reduzir a própria, a fim de contrabalanceá-la com a do público.

Em resumo, treinamentos engessados vão gerar aprendizados engessados. Logo, treinamentos devem ser fluidos. Incertezas e eventualidades sempre estarão presentes. É papel do instrutor não ignorá-las nem confrontá-las diretamente. Na realidade, ele deve saboreá-las e saber tirar máximo proveito delas para que o aprendizado seja otimizado. Um bom instrutor não tem medo do escuro: ele sabe que é justamente no escuro que os alunos ganham luz própria.

Lidando com resistências

Outra questão importante sobre o papel do instrutor é como ele lida, por exemplo, com resistências, que podem manifestar-se em diferentes comportamentos:

- Dê-me mais detalhes: participante pede continuamente que o instrutor forneça mais detalhes sobre um assunto;
- Desinteresse em participar: participante demonstra desmotivação em fazer perguntas e participar ativamente do treinamento;

- Constantes interrupções: participante interrompe constantemente treinamento;
- Impraticabilidade: participante pede constantemente que exemplos práticos sejam dados e enfatiza sempre que na prática é diferente;
- Ataques indiretos: participante “ataca” instrutor indiretamente através de frases e movimentos corporais. Nesse caso o instrutor não deve levar para o pessoal;
- Silêncio: participante se mostra passivo e se mantém em silêncio durante o treinamento. Nesse caso o instrutor deve estimular sua participação;
- Racionalização demasiada: participante entra em contínua racionalização. O instrutor deve nesse caso trazê-lo de volta para o prático.

O instrutor deve desenvolver a habilidade de lidar com resistências. Com esse objetivo, primeiro é fundamental que as encare como um processo natural e nunca como ofensa pessoal. Quando são verificadas resistências, não é do instrutor que os participantes se defendem, mas sim do fato de fazer uma escolha difícil ou enfrentar uma realidade que têm evitado. Conseqüentemente, o instrutor deve estar sempre atento para identificar possíveis resistências e estimular os participantes a expressá-las.

Essas resistências geralmente aparecem como conseqüência de três pontos:

- A maioria das pessoas tem dificuldade em lidar com mudanças;
- A estabilidade de um emprego ou função é uma prioridade para os funcionários;
- As pessoas têm necessidades sociais e, conseqüentemente, são influenciadas pelo grupo em que estão inseridas.

Primeiro, a maioria das pessoas, independentemente de seu cargo ou posição hierárquica, tem uma resistência inerente a qualquer mudança associada a seus padrões e rotinas de trabalho. Afinal, seres humanos se assentam em hábitos que, quando alterados, geram desconfortos e incômodos.

Segundo, os funcionários naturalmente desejam segurança em suas funções, a qual é resultado natural de um instinto de autopreservação. Além disso, muitas vezes mudanças em padrões e métodos de trabalho são vistas como um esforço de aumento de produtividade. A reação imediata é que se acredite que, se a produção irá aumentar, serão necessários menos recursos e, conseqüentemente, pode haver redução de pessoal. A solução para essa questão é que a gestão seja transparente e evite esse tipo de medo, por exemplo, deixando claro que a própria rotatividade do setor será responsá-

vel por reduzir o número de recursos ou que essas pessoas serão remanejadas para outras funções.

Finalmente, o trabalhador como membro de um grupo recebe inconscientemente com certa hostilidade qualquer mudança proposta por alguém externo a esse grupo. Como fatores externos de resistência podemos citar gestores, consultores externos ou até funcionários de outros departamentos dessa organização.

É essencial, portanto, que o instrutor entenda os efeitos psicológicos e sociais que métodos, padrões de trabalho e sistema de remuneração podem gerar nos envolvidos para mitigar eventuais resistências.

Diretrizes para um treinamento de excelência

Dale Carnegie apresenta técnicas e princípios interessantes que podem ser utilizados para lidar com as pessoas, conquistar sua empatia, influenciar seu modo de pensar e de agir sem ofendê-las ou criar ressentimentos (Tabela 14.1).

Técnicas fundamentais para lidar com as pessoas

1. Ao invés de criticar as pessoas, tente compreendê-las.

Não critique, não condene, não se queixe.

2. Lembre-se de que todas as pessoas necessitam se sentir importantes: valorize seus pontos positivos de forma honesta e sincera.

Aprecie honesta e sinceramente.

3. As pessoas têm interesse em suas próprias necessidades: conquiste a atenção delas tratando de assuntos de seu interesse e mostre como elas podem alcançar o que almejam.

Desperte um forte desejo na outra pessoa.

Princípios para fazer as pessoas ter empatia por você

1. Torne-se verdadeiramente interessado na outra pessoa.

2. Sorria.

3. Lembre-se de que o nome de uma pessoa é para ela o som mais doce e importante de um idioma.

4. Seja um bom ouvinte e escute ativamente: encoraje as pessoas a falarem sobre si mesmas.

5. Fale na linguagem de interesse dos ouvintes.

6. Faça as pessoas se sentirem importantes – e faça isso de forma genuína.

| Princípios para conquistar as pessoas para uma nova perspectiva |
|--|
| 1. A única maneira de “ganhar” uma discussão é sabendo que não é uma competição e que ela não pode ser vencida. |
| 2. Respeite a opinião dos outros e nunca diga: “Você está enganado”. |
| 3. Se estiver errado, reconheça seu erro rápida e enfaticamente. |
| 4. Trate sempre as pessoas de forma amistosa. <i>Com um pingo de mel se apanha mais moscas do que com um galão de fel.</i> |
| 5. Consiga que a outra pessoa diga “sim, sim” desde o começo e evite que ela diga “não”. <i>Não foque nos pontos divergentes, mas sim enfatize as questões que estão de acordo.</i> |
| 6. Deixe a outra pessoa falar durante boa parte da conversa. |
| 7. Faça a pessoa sentir que a ideia é dela. |
| 8. Procure honestamente ver as coisas do ponto de vista da outra pessoa. |
| 9. Seja receptivo às ideias e desejos da outra pessoa. |
| 10. Apele para os mais nobres motivos. <i>Parta sempre do princípio de que as pessoas são honestas e querem honrar seus compromissos.</i> |
| 11. Dramatize suas ideias. |
| 12. Lance, com tato, um desafio. |
| Seja um líder: como mudar as pessoas sem ofendê-las ou deixá-las ressentidas |
| 1. Comece com um elogio ou apreciação sincera. |
| 2. Chame a atenção para os erros das pessoas de maneira indireta. |
| 3. Fale primeiro sobre os seus próprios erros, antes de criticar os das outras pessoas. |
| 4. Faça perguntas em vez de dar ordens diretas. <i>Afinal, ninguém gosta de receber ordens.</i> |
| 5. Permita que a pessoa salve seu próprio prestígio. <i>Evite envergonhar as outras pessoas.</i> |
| 6. Elogie o menor progresso e elogie cada progresso. Seja “sincero na sua apreciação e pródigo no seu elogio”. |
| 7. Proporcione à outra pessoa uma boa reputação para ela zelar. |
| 8. Incentive: faça o erro parecer fácil de ser corrigido. |
| 9. Faça as pessoas sentirem-se satisfeitas fazendo aquilo que você sugere. |

Tabela 14.1 – A abordagem de Dale Carnegie

Outro ponto importante é o instrutor reconhecer que não é sua obrigação saber tudo. A humildade é a base do aprendizado. Um bom professor nunca deixará de ser aluno, pois quer sempre aprender. Portanto, mais importante do que o instrutor reconhecer sua vulnerabilidade e desconhecimento em algumas questões é ele motivar e mostrar o caminho que conduz à solução dessas questões. Uma pessoa nunca será um bom “líder” ou bom instrutor se tiver necessidade constante de se autoafirmar. Com certeza, a maioria das pessoas já conheceu professores, instrutores e colegas de trabalho com essas características. O instrutor não deve querer ser o centro das atenções ou mostrar sua superioridade e inteligência perante os participantes. Pelo contrário, o foco deve ser sempre os participantes e suas necessidades.

Para que um trabalho de excelência seja alcançado, é necessário que o instrutor esteja motivado e seja responsável e competente para fazê-lo (Figura 14.6). Um trabalho com apenas intenção e responsabilidade será um trabalho defeituoso – afinal, faltará competência. Um trabalho com apenas responsabilidade e competência será um trabalho forçado, se o instrutor não tiver a intenção de fazê-lo. Finalmente, um trabalho com intenção e competência, mas sem responsabilidade, será um trabalho sem valor.

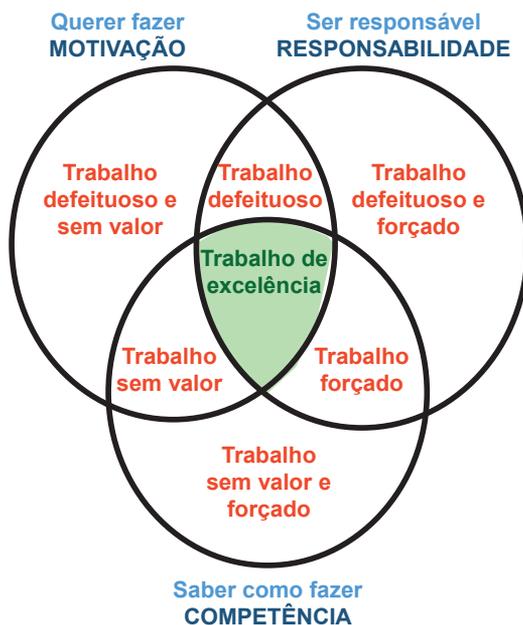


Figura 14.6 – Habilidades de um bom instrutor

14.3 Elaboração de treinamentos

Na elaboração de treinamentos, também devemos seguir o DMAICS ou o PDCA. Afinal, um planejamento adequado é prerequisite para que o treinamento atenda aos objetivos pretendidos.

Sendo assim, na fase de planejamento devemos realizar o seguinte passo a passo:

1. Definição do objetivo;
2. Considerações sobre infraestrutura e definição do tipo de treinamento;
3. Estratégia de uso dos recursos instrucionais;
4. Elaboração do conteúdo;
5. Escolha do processo de avaliação.

Cada um desses passos é tratado em detalhe a seguir.

Definição do objetivo

O objetivo basicamente responde à pergunta: “O que queremos alcançar com esse treinamento?”. Para uma resposta adequada, deve estar claro qual o público de interesse. Então, conjuntamente devemos nos questionar: “Quem será nosso público-alvo?”. Ambas as perguntas estão intrinsecamente ligadas. Se formos dar o mesmo treinamento para gestores e operadores, com certeza encontraremos dificuldades. Assim, cada treinamento deve ser desenvolvido com um objetivo bem definido, de acordo com o público participante.

Essas perguntas iniciais não devem ser respondidas de forma isolada pelo organizador do treinamento. Deve-se realizar um estudo que envolva as pessoas-chave de diferentes departamentos para o levantamento das necessidades a serem atendidas.

Considerações sobre infraestrutura e definição do tipo de treinamento

É crucial também definir a infraestrutura requerida. Deve-se perguntar: “Onde será ministrado o treinamento: em uma sala ou na área de produção?”; “Além disso, o que mais deve ser considerado?”; “Quais são os fatores críticos para o sucesso do treinamento?”.

Essas perguntas devem ser respondidas com base nos objetivos levantados. Os treinamentos de tempos e movimentos podem ser realizados conforme uma ou mais opções listadas a seguir:

- Treinamento no local de trabalho (*on-the-job-training*): o funcionário

em treinamento é acompanhado por outros mais experientes durante a execução do trabalho no processo de aprendizagem inicial do novo método. Isso traz vários benefícios como a redução da ansiedade de iniciantes, o estímulo à manutenção de um padrão de trabalho semelhante entre os funcionários e a diminuição de erros no método de trabalho;

- A partir de instruções escritas: descrições simples do método de trabalho a ser realizado são interessantes para operações simples ou para operações em que o funcionário conhece razoavelmente o processo e, assim, precisa realizar apenas pequenos ajustes no método de trabalho;
- Com base em instruções ilustradas: fotografias podem ser usadas junto com instruções escritas com o intuito de aumentar a eficiência do treinamento. Além disso, recomenda-se que sempre que possível sejam utilizados padrões visuais, conforme discutido no capítulo anterior, no posto de trabalho para facilitar a manutenção do padrão desejado na rotina do funcionário;
- Simulações/demonstrações presenciais: treinamentos físicos usando modelos, simuladores ou equipamentos reais são uma ótima opção para métodos complexos. Essa estratégia permite que o funcionário possa experimentar na prática as atividades a serem realizadas, mas em um ambiente seguro que promove o aprendizado e estimula *feedbacks*. Como exemplo clássico, podemos citar os treinamentos com simuladores de voo para futuros pilotos;
- Treinamento a distância: com o desenvolvimento da tecnologia da informação e da internet, treinamentos a partir de vídeos e materiais interativos *on-line* são cada vez mais comuns devido a sua característica de escalabilidade. Isto é, esse termo se refere à habilidade de servir inúmeras pessoas adicionais a um custo incremental extremamente baixo. Assim, eles são interessantes, por exemplo, quando se quer padronizar um mesmo treinamento em diferentes filiais de uma empresa ao redor do mundo. Além disso, vídeos permitem evidenciar a dinâmica de um processo como as inter-relações entre movimentos, peças e ferramentas de uma forma mais eficiente do que ilustrações. Sem contar que a pessoa em treinamento tem a liberdade de controlar o tempo e a taxa de visualização, o que permite que ela volte e revise, se necessário, algum procedimento ou parte do treinamento em que tiver dúvida.

Vale ressaltar que essas opções são complementares e devem ser escolhidas de acordo com o objetivo a ser alcançado em um treinamento.

Estratégia de uso dos recursos instrucionais

Quanto aos recursos didáticos que podem ser utilizados, com a evolução tecnológica das últimas décadas, existem hoje várias possibilidades: computador; visita à área de produção; vídeos e *softwares*; exercícios práticos; Skype; quadros; *flipcharts*; dinâmicas; Powerpoint e Prezi; entre outras.

Esses recursos são complementares para otimizar o aprendizado e devem ser escolhidos de acordo com o objetivo e o tipo de treinamento que será realizado. Vídeos e *softwares*, por exemplo, podem ser utilizados para mostrar a dinâmica do processo como as relações entre os movimentos e as ferramentas de forma mais didática do que por figuras estáticas. Trata-se de métodos simples que facilitam sua replicação. Entretanto, vale ressaltar que nos casos de operações mais complexas é importante complementar esse tipo de treinamento com outras opções, como o treinamento no local de trabalho (*on-the-job-training*) e por simulações/demonstrações.

Outra opção é contar parábolas, histórias e casos práticos para ilustrar o que está sendo apresentado. Essas propostas enriquecem o aprendizado, afinal, ajudam a contextualizar o ensino, aproximando o instrutor do participante.

Um bom treinamento será planejado para usar vários desses recursos de forma alternada. O cérebro humano não consegue prestar atenção em algo por mais de 20 minutos. Assim, sempre que se verifica que os participantes já não estão muito atentos, é preciso parar ou mudar o ritmo de treinamento.

Elaboração de conteúdo

Uma vez definidas as questões anteriores (objetivo, infraestrutura e recursos instrucionais), pode-se prosseguir à elaboração do treinamento em si. Essa é a etapa de alinhamento entre os recursos disponíveis (pessoas, tempo, infraestrutura) e os objetivos do treinamento.

É sempre recomendável, no início, apresentar aos participantes um contrato psicológico, que aborde as seguintes questões:

- Nivelar as expectativas entre os participantes e o facilitador;
- Alinhar os critérios básicos para otimizar o aprendizado como definição dos intervalos, papéis dos envolvidos, uso de celular e outros dispositivos eletrônicos, sigilo e ética.

O combinado não sai caro. Então, o alinhamento prévio dessas questões auxiliará no sentido de mitigar eventuais dúvidas e resistências.

Deve-se ter em mente que o conteúdo elaborado não pode ter estrutura rígida. É natural que o instrutor, durante a execução do treinamento, depare com eventuais questões não programadas. Um bom instrutor deve ter escuta ativa e ser flexível para otimizar o aprendizado dos alunos.

Escolha do processo de avaliação

Esta etapa é muitas vezes negligenciada, embora se trate de um dos passos mais críticos e complexos. O aprendizado não é um processo pontual, mas contínuo. Logo, se o treinamento for projetado para ser apenas um evento pontual, provavelmente não se alcançarão os objetivos almejados. Muitas vezes se participa de projetos em que, no relatório final, a solução milagrosa para o problema estudado aparece como treinamentos para os envolvidos. Deve-se tomar muito cuidado com esse tipo de recomendação superficial: pouquíssimos treinamentos efetivamente são bem-sucedidos, uma vez que se tem a visão “fiz minha parte e agora é com vocês”. Para alcançar uma evolução ou mudança substantiva nos participantes de um treinamento, o processo de avaliação também deve ser adequadamente planejado, a fim de garantir a otimização da retenção do conteúdo pelos participantes.

Existem basicamente três formas de avaliação do treinamento: avaliação do aprendizado, avaliação de reação e avaliação dos resultados do treinamento.

A avaliação do aprendizado é a mais comum e verifica quanto o participante assimilou do que foi proposto durante o treinamento. Ou seja, deve ser empregada isoladamente quando se objetiva apenas informar os participantes. Se o treinamento propõe alcançar mudanças mais concretas nas ações dos participantes, devem-se utilizar conjuntamente outras formas de avaliação.

A avaliação de reação almeja conhecer a opinião do grupo sobre o que foi abordado no treinamento – o conteúdo, a eficiência das atividades, a carga horária, a metodologia empregada, o desempenho do docente e os recursos utilizados. Ou seja, esse tipo de avaliação serve como uma fonte de *feedbacks* para que o treinamento possa ser continuamente melhorado.

Finalmente, a avaliação dos resultados do treinamento verifica se este levou à mudança de resultados esperados pela empresa e pode ser obtida por entrevistas com os participantes e seus superiores através da comparação de comportamentos e indicadores de performance antes e depois do treinamento.

Assim, é recomendável que treinamentos que envolvam estudos de tempos e movimentos utilizem os três tipos de avaliação supramencionados (avaliação do aprendizado, avaliação de reação e avaliação dos resultados do treinamento) para otimizar o aprendizado cognitivo e motor. Além do que, se o objetivo do treinamento for uma mudança de comportamento, deve-se ter especial atenção com a avaliação dos resultados.

14.4 Estímulo ao uso e atualização de padrões

Outro ponto-chave em treinamentos que envolvem estudos de tempos e movimentos é o estímulo ao uso e atualização de padrões. Como já mencionado no capítulo anterior, esses padrões devem ser “vivos” e, portanto, constantemente atualizados conforme a evolução do aprendizado individual e organizacional. O treinamento deve aproximar o padrão dos funcionários e fomentar melhorias no padrão de trabalho, que por sua vez devem repercutir em novas atualizações do padrão e novos treinamentos. Com isso, objetiva-se que os estudos de tempos e movimentos sejam vistos como um primeiro passo para a melhoria contínua de um posto de trabalho (Figura 14.7).

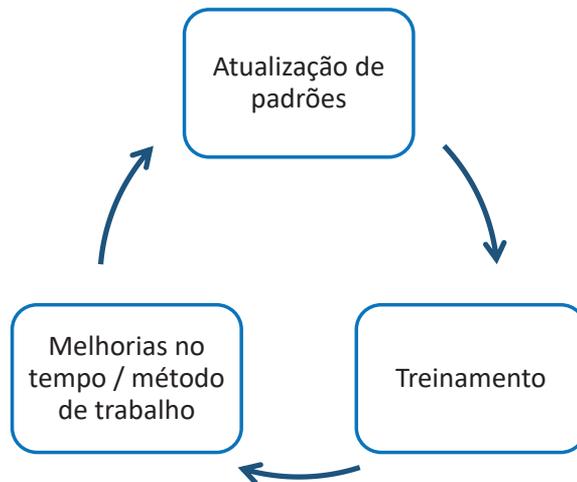


Figura 14.7 – Ciclo contínuo de melhoria e aprendizado

Enquanto ainda não se tem uma cultura organizacional de melhoria contínua, é interessante que ocorram auditorias periódicas para checar se os operadores ou funcionários estão atuando conforme os padrões de trabalho. Caso não se disponha dos recursos necessários para realizar essas auditorias, deve-se priorizar conforme o princípio de Pareto: realize auditorias nos pou-

cos postos de trabalho “vitais” e deixe de lado os muitos postos de trabalho de menor importância.

REFLEXÃO FINAL



REFLEXÃO FINAL

Chegamos ao final desta obra. Após a discussão dos fundamentos dos estudos de tempos e movimentos; projeto e melhoria de métodos; procedimentos de medição do trabalho; e padronização e treinamento, o leitor tem os conhecimentos necessários para colocar em prática um estudo de tempos e movimentos. Reforçando que a prática é que irá lapidar toda essa bagagem teórica.

Além disso, a abordagem *lean* empregada neste livro preconiza otimizar a eficiência de fluxo e eliminar desperdícios, criando um processo enxuto, em que todos são responsáveis por sua melhoria contínua e sustentação dos resultados. Afinal, um estudo de tempos e movimentos não deve ser um esforço pontual, mas um processo contínuo de aprimoramento e aprendizado para que o leitor alcance o domínio necessário para executar esse trabalho com maestria e visão crítica.

Assim, antes de um fim, trata-se na verdade de um começo: mãos à obra e bom trabalho!

Observação: materiais suplementares serão periodicamente disponibilizados no *site* oficial deste livro (www.TemposEficientes.com.br) para que o leitor possa constantemente se atualizar.

APÊNDICES

- **Apêndice 1:** siglas e abreviações
- **Apêndice 2:** glossário
- **Apêndice 3:** tabelas especiais
- **Apêndice 4:** modelos de formulários
- **Apêndice 5:** respostas dos estudos de caso e dos testes



APÊNDICE 1: SIGLAS E ABREVIACÕES

3DSSPP: Programa de Predição da Força Estática em Três Dimensões (3D Static Strength Prediction Program)

3M: Muda, Mura e Muri

5S: cinco sentidos, que são a utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke)

5W2H: Quem? O quê? Onde? Quando? Por quê? Como? Quanto? (Who? What? Where? When? Why? How? How much?)

ANMC: Padrões de Competência da Prática de Enfermagem na Austrália (Australian Nurse Practitioner Competency Standards)

AUSPRAC: Projeto sobre a Prática de Enfermagem na Austrália (AUStralian Nurse PRACTitioner Project)

CTI: Centro de Tratamento Intensivo

DMAICS: Definir, Medir, Analisar, Implementar, Checar e Sustentar (Define, Measure, Analyse, Improve, Check e Standardise)

DMADV: Definir, Medir, Analisar, Desenhar e Verificar (Define, Measure, Analyse, Design e Verify)

DMEDI: Definir, Medir, Explorar, Desenvolver e Implementar (Define, Measure, Explore, Develop e Implement)

DTP: Diagrama de Trabalho Padronizado

EPI: Equipamento de Proteção Individual

EPT: Eficiência Potencial Total

ER: Eficiência Real

EUA: Estados Unidos da América

FIFO: Primeiro a Entrar Primeiro a Sair – PEPS (First In First Out)

INSS: Instituto Nacional do Seguro Social

ITP: Instruções de Trabalho Padrão

JIT: produzir o produto certo, na quantidade certa e no momento certo (Just In Time)

JSI: Índice de Esforço ou Índice de Moore e Garg (Job Strain Index)

LELS: Lixo Entra Lixo Sai

LIC: Limite Inferior de Controle

LM: Linha Média

LOS: Tempo de Permanência (Length of Stay)

LSC: Limite Superior de Controle

MASP: Método de Análise e Solução de Problemas

MIT: Instituto de Tecnologia de Massachusetts (Massachusetts Institute of Technology)

MODAPTS: Arranjo Modular de Sistemas Predeterminados de Tempo (Modular Arrangement of Predetermined Time Systems)

MOST: Técnica da Sequência Operacional de Maynard (Maynard Operation Sequence Technique)

MSDs: Desordens Musculoesqueléticas (Musculo Skeletal Disorders)

MTM: Medição do Método-Tempo (Methods-Time Measurement)

NIOSH: Instituto Nacional de Saúde e Segurança Ocupacional (National Institute for Occupational Safety and Health)

OEE: Efetividade Total do Equipamento (Overall Equipment Effectiveness)

OMS: Organização Mundial de Saúde (World Health Organization – WHO)

OWAS: Sistema Ovako de Análise de Posturas de Trabalho (Ovako Working Posture Analysing System)

PDCA: Planejar, Fazer, Checar e Agir (Plan, Do, Check e Act)

PEPS: Primeiro a Entrar Primeiro a Sair

QC Story: História do Controle da Qualidade (Quality Control Story)

QCTP: Quadro de Combinação do Trabalho Padronizado

R: Ritmo

REBA: Avaliação Rápida do Corpo Inteiro (Rapid Entire Body Assessment)

RULA: Avaliação Rápida dos Membros Superiores (Rapid Upper Limb Assessment)

SDCA: Padronizar, Fazer, Checar e Agir (Standardise, Do, Check e Act)

SMCT: Tempo de Ciclo em um Único Minuto (Single Minute Cycle Time)

SMED: Troca de Ferramentas em um Único Minuto (Single Minute Exchange of Die)

SPDT: Sistema Predeterminado de Tempo

SPSS: Pacote Estatístico para as Ciências Sociais (Statistical Package for the Social Sciences)

SWCS: Quadro de Combinação do Trabalho Padronizado – QCTP (Standard Work Combined Sheet)

SWI: Instruções de Trabalho Padrão – ITP (Standard Work Instructions)

STP: Sistema Toyota de Produção (Toyota Production System – TPS)

SUS: Sistema Único de Saúde

TO: Tempo Observado

TN: Tempo Normal

TP: Tempo-Padrão

TT: Tempo *takt*

UMT: Unidades de Medição de Tempo

WIP: Estoque Intermediário (Work In Progress)

APÊNDICE 2: GLOSSÁRIO

5 Porquês Ferramenta simples para resolução de problemas que consiste em formular a pergunta “Por quê” cinco vezes até se encontrar a causa-raiz de um problema.

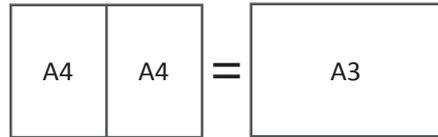
5S Filosofia japonesa de eliminação de desperdícios do local de trabalho, cujo nome é oriundo das iniciais de 5 palavras japonesas que se iniciam com a letra “S” (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke), as quais são traduzidas para o português como utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina.

5W2H Ferramenta que pode ser utilizada para se traçar um planejamento mais exato sobre determinado objetivo ou para se construir um plano de ação. Basicamente, consiste em responder às seguintes perguntas: Quem? O quê? Onde? Quando? Por quê? Como? Quanto? (Who? What? Where? When? Why? How? How much?)

A

A3 Relatório que resume e serve de registro documental de um projeto em uma folha A3, ou seja, uma folha de papel de 29,7 cm por 42 cm, o que corresponde a duas folhas A4. Na folha A3 deverão ser descritos o problema, a análise, as

ações corretivas e o plano de ação conforme etapas do DMAICS, utilizando sempre que possível figuras e gráficos.



Amostragem do trabalho Método desenvolvido para verificar a proporção de tempo que um trabalhador gasta na execução de diferentes habilidades.

Andragogia Em contraste com a pedagogia (ciência que trata da educação dos jovens), a andragogia é a ciência que estuda as melhores práticas para orientar adultos a aprender. Segundo a andragogia, as pessoas são motivadas a aprender conforme vivenciam necessidades e interesses que lhes trarão satisfação.

Atividade Inclui todos os aspectos tangíveis e intangíveis inerentes a uma tarefa. Assim, é o próprio trabalho que acontece na realidade, envolvendo os gestos, posturas, comunicações, comportamentos e pensamentos de uma pessoa. Logo, a atividade busca responder à seguinte questão: COMO o trabalho deve ser realizado?

Autonomação Um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, diz respeito à ideia de fornecer às máquinas e aos operadores a possibilidade de evitar problemas de forma autônoma. Isto é, a habilidade de detectar a presença de uma condição anormal e interromper imediatamente o trabalho. Taiichi Ohno definia autonomação como uma “automação com toque humano”.

Auxílio-doença acidentário Benefício concedido pelo INSS ao segurado decorrente de doença ou acidente que guarda relação com o local de trabalho.

Auxílio-doença previdenciário Benefício concedido pelo INSS ao segurado decorrente de doença ou acidente sem relação com o local de trabalho.

B

Backup Cópia de dados de um dispositivo de armazenamento para outro, mitigando o risco de perda desses dados.

Balanceamento da operação Objetiva obter um balanço mais igualitário de carga de trabalho entre os trabalhadores ou os equipamentos. Consequentemente, o balanceamento permite um fluxo mais uniforme de produção.

Benchmarking Processo de busca das melhores práticas em relação

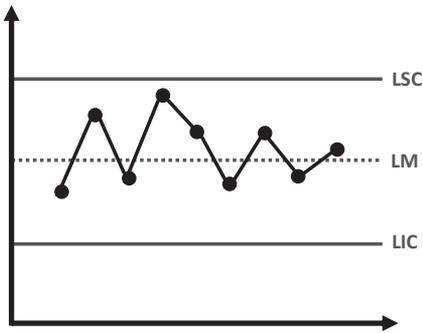
aos padrões de referência de outras empresas ou de fabricantes de equipamentos. Esse processo aperfeiçoa os métodos internos de uma organização e conduz a um desempenho superior.

Brainstorming Expressão inglesa que pode ser traduzida para o português como “tempestade de ideias”. Trata-se de uma técnica de discussão em grupo, em que se estimula a contribuição espontânea de ideias por parte de todos os participantes com o objetivo de resolver um problema ou realizar um trabalho criativo.

Breakpoint Palavra em inglês que pode ser traduzida para o português como “ponto de interrupção”. Refere-se aos momentos pontuais em que se deve acionar o cronômetro para começar a cronometrar o próximo elemento de trabalho. Recomenda-se utilizar sinais visuais e sonoros como *breakpoints*.

C

Carta de Controle Gráfico desenvolvido por Walter A. Shewart, utilizado para o monitoramento de um processo em relação aos limites superior e inferior de controle (LSC e LIC). O objetivo é verificar, por meio do gráfico, se o processo está sob controle, ou seja, isento de causas especiais.



Checklist Ver “Folha de verificação”.

Cronoanálise Procedimento de medição do tempo que usa cronômetro e técnicas estatísticas para se determinar o tempo-padrão de uma operação.

Curva de aprendizagem Essa curva ocorre tanto na perspectiva individual quanto na organizacional. O aprendizado individual está relacionado a melhorias no tempo necessário para se realizar uma tarefa decorrentes primariamente do indivíduo que a executa através de, por exemplo, aperfeiçoamento da coordenação motora e/ou cognitiva, redução de erros e do tempo de reação. Em contraste, o aprendizado organizacional diz respeito a melhorias no tempo de realização de uma tarefa decorrentes de alterações nos processos de manufatura: nas ferramentas, nos equipamentos ou nos métodos de trabalho.



D

Desperdício Qualquer atividade que consome recursos sem criar valor para o cliente. Os sete principais desperdícios são: superprodução, espera, transporte, processamento desnecessário, estoque, movimentação e defeitos.

Diagrama de espaguete Ferramenta utilizada na representação visual do fluxo da unidade de trabalho através dos processos, facilitando a identificação de desperdícios de movimentos e transportes.

DMAICS (Define, Measure, Analyse, Improve, Check e Standardise) Metodologia gerencial, de resolução de problemas usada em projetos de Seis Sigma e de *lean*. Recebe esse nome conforme as iniciais de suas seis fases: Definir, Medir, Analisar, Implementar, Checar e Sustentar.

Downstream Ver “Jusante, a”.

DTP (Diagrama de Trabalho Padronizado) Padrão operacional que ob-

jetiva representar o fluxo de trabalho de operador(es) em um *layout*.

E

Efetividade Total do Equipamento
Ver “OEE”.

Eficiência de fluxo Foca na unidade que flui pela organização (pessoas, materiais ou informações) de forma a otimizar o tempo efetivo das atividades que agregam valor ao processo em relação ao tempo total de atravessamento.

Eficiência de recursos Foca em usar os recursos disponíveis o máximo possível, o que pode comprometer a eficiência de fluxo.

Elementos de trabalho Subdivisões temporais de uma operação que representam o menor incremento de trabalho que pode ser transferido de uma pessoa para outra.

Equação de NIOSH Equação para calcular o peso limite recomendável em tarefas repetitivas de levantamento de cargas estáticas.

Ergomotricidade Estudo dos movimentos executados durante um trabalho, o qual envolve o potencial motor e psíquico de uma pessoa e seus movimentos gestuais e posturais. A Ergomotricidade propõe princípios a serem aplicados em atividades de forma a adaptar

o padrão de trabalho à pessoa que o executa.

Ergomotricité Ver “Ergomotricidade”.

Ergonomia Ciência que adapta o ambiente de trabalho ao homem. Engloba o estudo do posto de trabalho, do local e dos fluxos em que este se encontra inserido.

Especialização do trabalho Consequência da divisão do trabalho, em que as pessoas começam a realizar partes cada vez menores de uma tarefa.

Estresse Influência do ambiente sobre o corpo. Conjunto de perturbações biológicas e psicológicas provocadas por uma agressão ao organismo de um indivíduo – por exemplo, restrições de tempo; o ambiente de trabalho (luminosidade, ruído e outras questões relacionadas ao posto de trabalho); características do produto ou serviço (peso, repetição, formato, entre outras).

F

Fadiga Cansaço ou estafa decorrente do trabalho continuado. A fadiga pode ser física ou psicológica.

Feedback Palavra inglesa que significa retroalimentar ou responder a determinado estímulo. No ambiente empresarial, refere-se à avalia-

ção que pode ser dada a um grupo ou colaborador individualmente, sobre ações ou resultados obtidos.

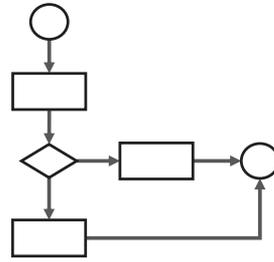
Fluxo de valor Refere-se a todas as ações que agregam ou não valor e que são necessárias na transformação de um produto ou serviço desde a matéria-prima até o cliente.

Folha de verificação Ferramenta utilizada para coletar, organizar e apresentar os resultados de coletas de dados.



Fluxo contínuo Diz respeito a tornar um processo cada vez mais fluido, isto é, com menos interrupções. Assim, deve-se produzir e movimentar continuamente a menor quantidade possível de itens ao longo de uma série de etapas de processamento, evitando estoques intermediários.

Fluxograma Representação esquemática de um processo cujas etapas são ilustradas de forma encadeada por meio de símbolos.



G

Gargalo Em referência ao gargalo de uma garrafa, o termo diz respeito no contexto industrial e de serviços a um estrangulamento ou restrição no processo produtivo. Assim, a produção acaba sendo limitada pela capacidade ou velocidade desse gargalo, o qual corresponde à etapa “mais lenta” desse processo e que pode ser atribuída a um recurso como equipamento ou pessoa.

Gemba Termo japonês que significa “local real” ou “local em que as coisas acontecem”, normalmente utilizado para a área de produção ou qualquer lugar em que ocorre o trabalho que agrega valor ao produto ou serviço.

Gestão visual Facilita a visualização de ferramentas, peças, padrões e indicadores de desempenho, objetivando deixar claro qual é a situação nominal que deve ser seguida por todos.

Gráfico de dispersão Representação gráfica de uma variável independente X em relação a uma variável dependente Y com o objetivo de verificar se existe relação de causa e efeito entre essas duas variáveis de natureza quantitativa.

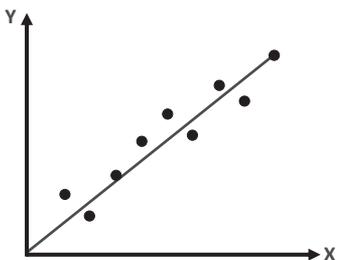
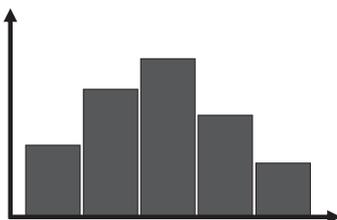


Gráfico de fluxo do processo O gráfico de fluxo do processo apresenta as atividades de uma operação em sequência a partir de símbolos que representam as operações, inspeções, estoques, transportes e esperas.

H

Heijunka Ver “Nivelamento da produção”.

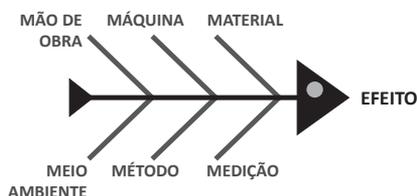
Histograma Gráfico de frequência que tem por objetivo ilustrar como determinada amostra ou população de dados está distribuída.



I

Inputs Entradas de um processo de transformação como, por exemplo, mão de obra, matéria-prima e seus custos.

Ishikawa, Diagrama de Ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre o resultado de um processo (efeito ou problema) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado. Também é conhecido como diagrama de causa e efeito e diagrama de espinha de peixe.



ITP (Instruções de Trabalho Padrão)

Documento que objetiva organizar os elementos de trabalho em uma sequência predefinida, evidenciando seu tempo necessário de forma que esse padrão cíclico possa ser repetido com sucesso por todas as pessoas que o aplicam.

J

Jidoka Ver “Autonomação”.

JSI (Job Strain Index) Método de análise do risco de um trabalha-

dor desenvolver doenças musculoesqueléticas na parte distal dos membros superiores, devido a movimentos repetitivos.

Jusante, a Termo que remete à direção da foz de um rio, o qual na indústria representa os últimos processos produtivos e locais de armazenagem, que se encontram mais próximos do cliente, como o estoque de produtos acabados.

Just in time Outro pilar do Sistema Toyota de Produção, significa produzir o produto certo, na quantidade certa e no momento certo.

K

Kaizen Expressão japonesa que pode ser traduzida para o português como “melhoria contínua”. Essa melhoria pode englobar um fluxo de valor como um todo ou um processo individual, objetivando agregar mais valor a esse processo e ao mesmo tempo reduzir seus desperdícios.

Kanban Termo japonês que pode ser traduzido para o português como “sinais” ou “quadro de sinais”. Trata-se de dispositivos sinalizadores que autorizam e dão instruções para a produção ou para a retirada de itens em um sistema puxado de produção.

L

Layout Palavra inglesa, muitas vezes usada na forma portuguesa “leiaute” ou “arranjo físico”, que diz respeito à organização espacial dos equipamentos, máquinas, ferramentas, estoques e mão de obra dentro de uma empresa.

Lead time Expressão inglesa que pode ser traduzida para o português como “tempo de atravessamento”. Refere-se ao tempo necessário para realizar um processo do início ao fim. Na produção industrial, por exemplo, diz respeito ao tempo entre o registro da encomenda do cliente e a expedição do produto.

Lean manufacturing Expressão traduzida para o português como “produção enxuta”. Seu nome foi propagado a partir do livro “A Máquina que Mudou o Mundo”, de 1990. Trata-se de uma filosofia de gestão inspirada em práticas e resultados do Sistema Toyota de Produção e em outras ferramentas da qualidade.

Lista de verificação Ver “Folha de verificação”.

M

Manutenção autônoma Objetiva dar autonomia aos operadores de

equipamentos de forma que eles possam exercer pequenas tarefas de manutenção em seu dia a dia, como limpar e apertar parafusos.

Mapa de fluxo de valor Diagrama que apresenta todas as etapas necessárias para atender aos clientes, referentes aos fluxos de material e informação, desde o pedido até a entrega.

Mapofluxograma de processo

Combinação de um gráfico de fluxo do processo com um diagrama de espagete, e que pode ser representada em duas ou três dimensões em uma planta do edifício ou da área em que dada operação se desenvolve.

MASP A sigla MASP significa Metodologia de Análise e Solução de Problemas. Funciona de forma semelhante ao PDCA, mas possui mais etapas: identificação do problema, observação, análise, ação, verificação, padronização e conclusão.

Mix de produção Variedade de produtos ou serviços que uma empresa disponibiliza no mercado para atingir diferentes clientes.

Montante, a Termo que faz referência à nascente de um rio, o que representa no contexto industrial os primeiros locais de armazenagem e processos de transformação de um produto ou serviço, como o estoque de matéria-prima.

Muda “Inutilidade” que gera desperdícios.

Muda padronizada Trabalho que não agrega valor, mas é necessário nas condições atuais.

Mura “Falta de equilíbrio” ou “variabilidade” que gera desperdícios.

Muri “Desproporcionalidade” ou “sobrecarga” que gera desperdícios.

N

Nivelamento da produção Trata-se do balanceamento da produção pelo tipo e pela quantidade de produtos durante um período fixo de tempo. Isso traz várias vantagens: evita excesso de estoque, reduz custos, mão de obra e *lead time* de produção em todo o fluxo de valor.

O

OEE (Overall Equipment Effectiveness) É um indicador utilizado para acompanhar a efetividade total de um equipamento. O OEE apresenta percentualmente o tempo que o equipamento efetivamente produziu em relação ao tempo disponível. Ou seja, esse indicador evidencia as perdas de disponibilidade (quebras, *setup*, pausas, lanches, reuniões), de performance (velocidade reduzida e ciclo vazio) e de qualidade (defeitos).

On-the-job training O treinamento *on the job* é realizado no local de trabalho, no qual um novo funcionário é treinado por outro mais experiente. Durante esse treinamento, os funcionários são familiarizados com o ambiente de trabalho do qual farão parte por meio do uso prático de máquinas, equipamentos, ferramentas e materiais demandados por determinada função.

Outliers Valor atípico de uma série de observações, o qual deve ser descartado para evitar interpretações inconsistentes dos resultados.

Outputs Saídas de um processo de transformação como, por exemplo, um produto ou serviço e suas características que agregam valor ao cliente como qualidade ou ao empresário como lucro.

OWAS (Ovako Working Posture Analysing System) Ferramenta prática para análise de posturas desenvolvida pela indústria finlandesa Ovako.

P

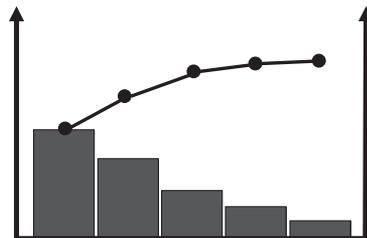
Padrão gerencial Direciona o que deve ser feito quando o trabalho sai do padrão ou surge alguma situação problemática.

Padrão operacional Define o método de trabalho padrão a ser seguido.

Padrão visual Auxilia na gestão visual da operação e, assim, ajuda a identificar visualmente quando o trabalho não está sendo realizado conforme o padrão.

Paradigmas Mapas mentais que são construídos, mas cuja veracidade as pessoas raramente questionam.

Pareto, Gráfico de Gráfico que dispõe a informação de forma a permitir a concentração dos esforços para melhoria nas áreas onde os maiores ganhos podem ser obtidos. Os tipos de defeitos (ou falhas) são arranjados em ordem decrescente de acordo com suas frequências de ocorrência no período observado do processo. Assim, a categoria que ocorre com maior frequência aparece em primeiro lugar. No gráfico tem-se o percentual observado de cada tipo de falha, bem como o percentual acumulado.



PDCA (Plan, Do, Check e Act) Método gerencial, também conhecido como Ciclo de Deming, utilizado para a tomada de decisões e implementação de melhorias com o objetivo de alcançar metas. Esse ciclo de melhoria baseado no mé-

todo científico é composto de quatro etapas: Planejar, Fazer, Checar e Agir.

Pirâmide de Maslow Conceito desenvolvido na década de 50 pelo psicólogo norte-americano Abraham H. Maslow com o objetivo de determinar o conjunto de condições necessárias para que um indivíduo alcance a satisfação, seja ela pessoal ou profissional. Assim, as necessidades humanas são destrinchadas em cinco categorias: fisiológicas, segurança, sociais, autoestima e autorrealização.

Poka-yoke Expressão japonesa traduzida para o português como “à prova de erros” ou “à prova de distrações”. Assim, *poka-yoke* diz respeito a métodos que ajudam a evitar erros como a montagem incorreta de uma peça, o esquecimento de um componente e até acidentes de trabalho. Um exemplo são os *pendrives* que só podem ser encaixados em uma posição predefinida em um computador.

Programação puxada Método de controle da produção em que as atividades a jusante avisam às atividades a montante sobre suas necessidades. O objetivo é que a necessidade do cliente “puxe” aquilo que deve ser produzido. A programação puxada tenta eliminar a produção em excesso e é um dos componentes principais de um sistema de produção *just in time* completo.

Q

QC Story Ver “MASP”.

QCTP (Quadro de Combinação do Trabalho Padronizado) Padrão que apresenta o fluxo de trabalho em um gráfico de forma a evidenciar esperas, movimentações, o tempo do equipamento, o tempo de ciclo e o tempo *takt*.

R

REBA (Rapid Entire Body Assessment) Método desenvolvido, baseado no RULA, OWAS e NIOSH, com o intuito de avaliar posturas de trabalho imprevisíveis.

RULA (Rapid Upper Limb Assessment) Método de avaliação rápida de riscos de lesões musculoesqueléticas com ênfase nos membros superiores.

S

Seis Sigma Conjunto de práticas originalmente desenvolvidas pela Motorola com o intuito de melhorar sistematicamente os processos. O nome dessa metodologia faz alusão à medida de capacidade do processo, uma vez que objetiva reduzir a apenas 3,4 defeitos por milhão de oportunidades.

Setup Expressão inglesa que é traduzida para o português como tempo de troca. Isto é, tempo passado entre a última boa peça de um lote e a primeira boa peça do próximo lote, produzida na velocidade normal.

SMCT (Single Minute Cycle Time) Metodologia de cinco etapas que utiliza gráficos homem-máquina com o intuito de otimizar o tempo de ciclo.

SMED (Single Minute Exchange of Die) Metodologia de cinco etapas que utiliza gráficos homem-máquina com o intuito de otimizar o tempo de troca de ferramentas, o qual também chamamos de tempo de *setup*.

SPDT (Sistemas Predeterminados de Tempo) Sistemas de padronização de dados que transformam padrões de movimentos em tempos preestabelecidos.

STP (Sistema Toyota de Produção) Sistema de produção desenvolvido pela Toyota, também conhecido como toyotismo, o qual apresenta como seus dois principais pilares o *just in time* e a autonomiação.

Stakeholders Todas as partes interessadas em um estudo ou projeto.

SWCS (Standard Work Combination Sheet) Ver “QCTP (Quadro de Combinação do Trabalho Padronizado)”.

SWI (Standard Work Instructions) Ver “ITP (Instruções de Trabalho Padrão)”.

T

Takt time Ver “Tempo *takt*”.

Talhão Termo técnico que define uma unidade mínima de cultivo de uma propriedade.

Tarefa Refere-se àquilo que uma pessoa tem de realizar em sua função. Ou seja, é o trabalho prescrito nos procedimentos operacionais. Logo, a tarefa basicamente responde à pergunta: QUAL é o trabalho a ser realizado?

Tempo de atravessamento Ver “*Lead time*”.

Tempo de ciclo Tempo gasto para realizar um ciclo de trabalho, ou seja, o tempo gasto por unidade produzida.

Tempo de troca Ver “*Setup*”.

Tempo *takt* A palavra alemã “*takt*” pode ser traduzida para o português como “relógio”. Assim, o tempo *takt* seria o ritmo que a produção deveria acompanhar para atender o cliente.

Tensão Reação natural do corpo ao ambiente. A tensão inclui, pois, todos os efeitos no organismo oriundos da tentativa de se adaptar ao

novo estresse como dor, desconforto, fadiga, redução do limite da sensibilidade e até a perda funcional.

Therblig Anagrama invertido do sobrenome Gilbreth. Esse termo se refere à menor unidade de movimento para a determinação dos tempos e movimentos dos operários e para a definição do método de trabalho.

Toyotismo Ver “STP”.

Trade-off Expressão inglesa, muitas vezes traduzida como relação “perde-e-ganha”, que significa o ato de escolher uma coisa em detrimento de outra.

U

Upstream Ver “Montante, a”.

V

Valor agregado Características de um produto, serviço ou de seu processo produtivo que agrega valor ao cliente, o que acaba se refletin-

do em seu preço de venda e em sua demanda de mercado.

W

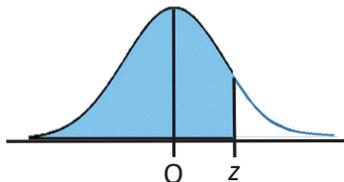
Work sampling Ver “Amostragem do Trabalho”.

Y

Yamazumi Termo japonês para “pilha” ou “monte”. Assim, um gráfico *yamazumi* nada mais é que um gráfico de barras empilhadas, o qual pode ser usado no balanceamento de uma operação.

APÊNDICE 3: TABELAS ESPECIAIS

Tabela 1: Distribuição normal-padrão acumulada



| z | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0 | 0,5000 | 0,5040 | 0,5080 | 0,5120 | 0,5160 | 0,5199 | 0,5239 | 0,5279 | 0,5319 | 0,5359 |
| 0,1 | 0,5398 | 0,5438 | 0,5478 | 0,5517 | 0,5557 | 0,5596 | 0,5636 | 0,5675 | 0,5714 | 0,5753 |
| 0,2 | 0,5793 | 0,5832 | 0,5871 | 0,5910 | 0,5948 | 0,5987 | 0,6026 | 0,6064 | 0,6103 | 0,6141 |
| 0,3 | 0,6179 | 0,6217 | 0,6255 | 0,6293 | 0,6331 | 0,6368 | 0,6406 | 0,6443 | 0,6480 | 0,6517 |
| 0,4 | 0,6554 | 0,6591 | 0,6628 | 0,6664 | 0,6700 | 0,6736 | 0,6772 | 0,6808 | 0,6844 | 0,6879 |
| 0,5 | 0,6915 | 0,6950 | 0,6985 | 0,7019 | 0,7054 | 0,7088 | 0,7123 | 0,7157 | 0,7190 | 0,7224 |
| 0,6 | 0,7257 | 0,7291 | 0,7324 | 0,7357 | 0,7389 | 0,7422 | 0,7454 | 0,7486 | 0,7517 | 0,7549 |
| 0,7 | 0,7580 | 0,7611 | 0,7642 | 0,7673 | 0,7704 | 0,7734 | 0,7764 | 0,7794 | 0,7823 | 0,7852 |
| 0,8 | 0,7881 | 0,7910 | 0,7939 | 0,7967 | 0,7995 | 0,8023 | 0,8051 | 0,8078 | 0,8106 | 0,8133 |
| 0,9 | 0,8159 | 0,8186 | 0,8212 | 0,8238 | 0,8264 | 0,8289 | 0,8315 | 0,8340 | 0,8365 | 0,8389 |
| 1 | 0,8413 | 0,8438 | 0,8461 | 0,8485 | 0,8508 | 0,8531 | 0,8554 | 0,8577 | 0,8599 | 0,8621 |
| 1,1 | 0,8643 | 0,8665 | 0,8686 | 0,8708 | 0,8729 | 0,8749 | 0,8770 | 0,8790 | 0,8810 | 0,8830 |
| 1,2 | 0,8849 | 0,8869 | 0,8888 | 0,8907 | 0,8925 | 0,8944 | 0,8962 | 0,8980 | 0,8997 | 0,9015 |
| 1,3 | 0,9032 | 0,9049 | 0,9066 | 0,9082 | 0,9099 | 0,9115 | 0,9131 | 0,9147 | 0,9162 | 0,9177 |
| 1,4 | 0,9192 | 0,9207 | 0,9222 | 0,9236 | 0,9251 | 0,9265 | 0,9279 | 0,9292 | 0,9306 | 0,9319 |
| 1,5 | 0,9332 | 0,9345 | 0,9357 | 0,9370 | 0,9382 | 0,9394 | 0,9406 | 0,9418 | 0,9429 | 0,9441 |
| 1,6 | 0,9452 | 0,9463 | 0,9474 | 0,9484 | 0,9495 | 0,9505 | 0,9515 | 0,9525 | 0,9535 | 0,9545 |
| 1,7 | 0,9554 | 0,9564 | 0,9573 | 0,9582 | 0,9591 | 0,9599 | 0,9608 | 0,9616 | 0,9625 | 0,9633 |
| 1,8 | 0,9641 | 0,9649 | 0,9656 | 0,9664 | 0,9671 | 0,9678 | 0,9686 | 0,9693 | 0,9699 | 0,9706 |
| 1,9 | 0,9713 | 0,9719 | 0,9726 | 0,9732 | 0,9738 | 0,9744 | 0,9750 | 0,9756 | 0,9761 | 0,9767 |
| 2 | 0,9772 | 0,9778 | 0,9783 | 0,9788 | 0,9793 | 0,9798 | 0,9803 | 0,9808 | 0,9812 | 0,9817 |
| 2,1 | 0,9821 | 0,9826 | 0,9830 | 0,9834 | 0,9838 | 0,9842 | 0,9846 | 0,9850 | 0,9854 | 0,9857 |
| 2,2 | 0,9861 | 0,9864 | 0,9868 | 0,9871 | 0,9875 | 0,9878 | 0,9881 | 0,9884 | 0,9887 | 0,9890 |
| 2,3 | 0,9893 | 0,9896 | 0,9898 | 0,9901 | 0,9904 | 0,9906 | 0,9909 | 0,9911 | 0,9913 | 0,9916 |
| 2,4 | 0,9918 | 0,9920 | 0,9922 | 0,9925 | 0,9927 | 0,9929 | 0,9931 | 0,9932 | 0,9934 | 0,9936 |
| 2,5 | 0,9938 | 0,9940 | 0,9941 | 0,9943 | 0,9945 | 0,9946 | 0,9948 | 0,9949 | 0,9951 | 0,9952 |
| 2,6 | 0,9953 | 0,9955 | 0,9956 | 0,9957 | 0,9959 | 0,9960 | 0,9961 | 0,9962 | 0,9963 | 0,9964 |
| 2,7 | 0,9965 | 0,9966 | 0,9967 | 0,9968 | 0,9969 | 0,9970 | 0,9971 | 0,9972 | 0,9973 | 0,9974 |
| 2,8 | 0,9974 | 0,9975 | 0,9976 | 0,9977 | 0,9977 | 0,9978 | 0,9979 | 0,9979 | 0,9980 | 0,9981 |
| 2,9 | 0,9981 | 0,9982 | 0,9982 | 0,9983 | 0,9984 | 0,9984 | 0,9985 | 0,9985 | 0,9986 | 0,9986 |
| 3 | 0,9987 | 0,9987 | 0,9987 | 0,9988 | 0,9988 | 0,9989 | 0,9989 | 0,9989 | 0,9990 | 0,9990 |
| 3,1 | 0,9990 | 0,9991 | 0,9991 | 0,9991 | 0,9992 | 0,9992 | 0,9992 | 0,9992 | 0,9993 | 0,9993 |
| 3,2 | 0,9993 | 0,9993 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9994 | 0,9995 | 0,9995 | 0,9995 |
| 3,3 | 0,9995 | 0,9995 | 0,9995 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9997 |
| 3,4 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9997 | 0,9998 |

Tabela 2: Distribuição t de Student



| | | Área em uma cauda | | | | | | |
|--------------------|---------------------|-------------------|-------|--------|--------|--------|---------|--------|
| | | 0,25 | 0,125 | 0,05 | 0,025 | 0,0125 | 0,005 | 0,0025 |
| Graus de Liberdade | Área em duas caudas | | | | | | | |
| | 0,50 | 0,25 | 0,10 | 0,05 | 0,025 | 0,01 | 0,005 | |
| 1 | 1,000 | 2,414 | 6,314 | 12,706 | 25,452 | 63,657 | 127,321 | |
| 2 | 0,816 | 1,604 | 2,920 | 4,303 | 6,205 | 9,925 | 14,089 | |
| 3 | 0,765 | 1,423 | 2,353 | 3,182 | 4,177 | 5,841 | 7,453 | |
| 4 | 0,741 | 1,344 | 2,132 | 2,776 | 3,495 | 4,604 | 5,598 | |
| 5 | 0,727 | 1,301 | 2,015 | 2,571 | 3,163 | 4,032 | 4,773 | |
| 6 | 0,718 | 1,273 | 1,943 | 2,447 | 2,969 | 3,707 | 4,317 | |
| 7 | 0,711 | 1,254 | 1,895 | 2,365 | 2,841 | 3,499 | 4,029 | |
| 8 | 0,706 | 1,240 | 1,860 | 2,306 | 2,752 | 3,355 | 3,833 | |
| 9 | 0,703 | 1,230 | 1,833 | 2,262 | 2,685 | 3,250 | 3,690 | |
| 10 | 0,700 | 1,221 | 1,812 | 2,228 | 2,634 | 3,169 | 3,581 | |
| 11 | 0,697 | 1,214 | 1,796 | 2,201 | 2,593 | 3,106 | 3,497 | |
| 12 | 0,695 | 1,209 | 1,782 | 2,179 | 2,560 | 3,055 | 3,428 | |
| 13 | 0,694 | 1,204 | 1,771 | 2,160 | 2,533 | 3,012 | 3,372 | |
| 14 | 0,692 | 1,200 | 1,761 | 2,145 | 2,510 | 2,977 | 3,326 | |
| 15 | 0,691 | 1,197 | 1,753 | 2,131 | 2,490 | 2,947 | 3,286 | |
| 16 | 0,690 | 1,194 | 1,746 | 2,120 | 2,473 | 2,921 | 3,252 | |
| 17 | 0,689 | 1,191 | 1,740 | 2,110 | 2,458 | 2,898 | 3,222 | |
| 18 | 0,688 | 1,189 | 1,734 | 2,101 | 2,445 | 2,878 | 3,197 | |
| 19 | 0,688 | 1,187 | 1,729 | 2,093 | 2,433 | 2,861 | 3,174 | |
| 20 | 0,687 | 1,185 | 1,725 | 2,086 | 2,423 | 2,845 | 3,153 | |
| 21 | 0,686 | 1,183 | 1,721 | 2,080 | 2,414 | 2,831 | 3,135 | |
| 22 | 0,686 | 1,182 | 1,717 | 2,074 | 2,405 | 2,819 | 3,119 | |
| 23 | 0,685 | 1,180 | 1,714 | 2,069 | 2,398 | 2,807 | 3,104 | |
| 24 | 0,685 | 1,179 | 1,711 | 2,064 | 2,391 | 2,797 | 3,091 | |
| 25 | 0,684 | 1,178 | 1,708 | 2,060 | 2,385 | 2,787 | 3,078 | |
| 26 | 0,684 | 1,177 | 1,706 | 2,056 | 2,379 | 2,779 | 3,067 | |
| 27 | 0,684 | 1,176 | 1,703 | 2,052 | 2,373 | 2,771 | 3,057 | |
| 28 | 0,683 | 1,175 | 1,701 | 2,048 | 2,368 | 2,763 | 3,047 | |
| 29 | 0,683 | 1,174 | 1,699 | 2,045 | 2,364 | 2,756 | 3,038 | |
| 30 | 0,683 | 1,173 | 1,697 | 2,042 | 2,360 | 2,750 | 3,030 | |
| 60 | 0,679 | 1,162 | 1,671 | 2,000 | 2,299 | 2,660 | 2,915 | |
| 120 | 0,677 | 1,156 | 1,658 | 1,980 | 2,270 | 2,617 | 2,860 | |
| ∞ | 0,675 | 1,150 | 1,645 | 1,960 | 2,241 | 2,576 | 2,807 | |

Tabela 3: Tabelas MOST

| MOV. GERAL: Pegar (HVP) + Colocar (HVC) + Retornar (H) | | | | |
|--|-------------------|--|--|--|
| Índice | H (Horizontal) | V (Vertical) | P (Pegar) | C (Colocar) |
| 0 | ≤ 5 cm | Sem movimento de corpo | Sem ganho de controle Segurar | Sem posicionamento Segurar Lançar |
| 1 | Dentro do alcance | | Pegar objetos leves | Deixar de lado Ajuste frouxo |
| 3 | 1-2 passos | Sentar sem ajustes Levantar sem ajustes Curvar / Erguer-se (50%) | Pegar objetos pesados, presos e obstruídos Desengatar | Colocar com ajustes ou com leve pressão Posicionamento duplo |
| 6 | 3-4 passos | Curvar-se / Erguer-se | | Posicionamento com cuidado, precisão, obstrução ou com maior pressão |
| 10 | 5-7 passos | Sentar / Levantar | | |
| 16 | 8-10 passos | Curvar e sentar Subir e descer Levantar e curvar Passar por porta | | |

| Índice | Passos | Distância em metros |
|------------|---------|---------------------|
| 24 | 11-15 | 12 |
| 32 | 16-20 | 15 |
| 42 | 21-26 | 20 |
| 54 | 27-33 | 25 |
| 67 | 34-40 | 30 |
| 81 | 41-49 | 38 |
| 96 | 50-57 | 44 |
| 113 | 58-67 | 51 |
| 131 | 68-78 | 59 |
| 152 | 79-90 | 69 |
| 173 | 91-102 | 78 |
| 196 | 103-115 | 88 |
| 220 | 116-128 | 98 |
| 245 | 129-142 | 108 |
| 270 | 143-158 | 120 |
| 300 | 159-174 | 133 |
| 330 | 175-191 | 146 |

| MOV. CONTROLADO: Pegar (HVP) + Mover/Acionar (MTA) + Retornar (H) | | | | | |
|---|---|----------|----------------------------|------------------|--------------------------------|
| Índice | M (Movimento) | | T (Tempo) | A (Alinhamento) | |
| | Puxar/Empurrar/Virar | Manivela | | | |
| 0 | Sem ação | | Sem tempo de processamento | Sem alinhamento | |
| 1 | Puxar/Empurrar/Virar ≤ 30 cm Pressionar botão Puxar/Empurrar alavanca Rotacionar maçaneta | | 0,5 segundo | Alinhar um ponto | |
| 3 | Puxar/Empurrar/Virar > 30 cm Puxar/Empurrar com resistência ou com alto controle Puxar/Empurrar/Virar (2 estágios) ≤ 30 cm cada ou 60 cm no total | | 1 giro | 1,5 segundo | Alinhar dois pontos ≤ 10 cm |
| 6 | Puxar/Empurrar/Virar (2 estágios) > 30 cm cada ou 60 cm no total Empurrar por 1 a 2 passos | | 2-3 giros | 2,5 segundos | Alinhar dois pontos > 10 cm |
| 10 | Puxar/empurrar (3 a 4 estágios) Empurrar por 3 a 4 passos | | 4-6 giros | 4,5 segundos | |
| 16 | Empurrar por 6 a 9 passos | | 7-11 giros | 7 segundos | Alinhar com precisão |

| FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | | | | |
|---|-----------------------|--|----------------------------|---|--------------|
| APERTAR OU AFROUXAR | | | | | |
| Índice | AÇÃO DOS DEDOS | AÇÃO DO PUNHO | | | |
| | Giros | Volts | Giros intermitentes | Giros contínuos | Batidas |
| | Dedos, chave de fenda | Mãos, chave de fenda, chave catraca, chave T | Chave-inglesa, chave allen | Chave-inglesa, chave allen, chave catraca | Mão, martelo |
| 1 | 1 | - | - | - | 1 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 6 | 3 | 3 | 2 | 3 | 6 |
| 10 | 8 | 5 | 3 | 5 | 10 |
| 16 | 16 | 9 | 5 | 8 | 16 |
| 24 | 25 | 13 | 8 | 11 | 23 |
| 32 | 35 | 17 | 10 | 15 | 30 |
| 42 | 47 | 23 | 13 | 20 | 39 |
| 54 | 61 | 29 | 17 | 25 | 50 |

| FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|---|--------------|
| APERTAR OU AFROUXAR | | | | | | |
| Índice | AÇÃO DAS FERRAMENTAS | AÇÃO DOS BRAÇOS | | | | |
| | Diâmetro do parafuso | Voltas | | Giros intermitentes | Giros contínuos | Golpes |
| | Parafusadeira elétrica | Chave catraca | Chave T, 2 mãos | Chave-inglesa, chave allen | Chave-inglesa, chave allen, chave catraca | Mão, martelo |
| 1 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 6 mm | 1 | - | 1 | - | 1 |
| 6 | 25 mm | 2 | 1 | - | 1 | 3 |
| 10 | | 4 | - | 2 | 2 | 5 |
| 16 | | 6 | 3 | 3 | 3 | 8 |
| 24 | | 9 | 6 | 4 | 5 | 12 |
| 32 | | 12 | 8 | 6 | 6 | 16 |
| 42 | | 15 | 11 | 8 | 8 | 21 |
| 54 | | 20 | 15 | 10 | 11 | 27 |

| FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H) | | | | | | | |
|---|-------------------|--------------|---------|------------------|----------------------------------|-----------------|----------------|
| CORTAR OU TRATAR SUPERFÍCIE | | | | | | | |
| Índice | CORTAR | | | | TRATAR SUPERFÍCIE | | |
| | Alicate | | Tesoura | Faca | Limpeza com ar | Esfregar escova | Passar pano |
| | Torcer / dobrar | Cortar (Fio) | Cortes | Pedaços / fatias | m ² | m ² | m ² |
| 1 | Prender | | 1 | - | - | - | - |
| 3 | | Macio | 2 | 1 | - | - | 0,05 |
| 6 | Torcer Dobrar | Médio | 4 | - | 1 Local 1 Ponto 1 Cavidade | 0,1 | - |
| 10 | | Duro | 7 | 3 | - | - | 0,1 |
| 16 | Dobrar contrapino | | 11 | 4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 24 | | | 15 | 6 | 0,4 | 0,3 | - |
| 32 | | | 20 | 9 | 0,7 | 0,5 | 0,5 |
| 42 | | | 27 | 11 | 1 | 0,7 | 0,7 |
| 54 | | | 33 | | | | |

FERRAMENTAS: Pegar fer(HVP) + Colocar fer(HVC) + Ação fer(*) + Guardar fer(HVC) + Retornar(H)
REGISTRAR (escrever e marcar) OU PENSAR (inspecionar e ler)

| Índice | REGISTRAR | | | PENSAR | | |
|-----------|-----------|-------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| | Escrever | | Marcar | Inspeccionar | Ler | |
| | Dígitos | Palavras | Dígitos | Pontos | Dígitos Palavras | Texto de palavras |
| 1 | 1 | - | Checar marca | 1 | 1 | 3 |
| 3 | 2 | - | 1 | 3 | 3 | 8 |
| 6 | 4 | 1 | 2 | 5 Tocar para calor | 6 | 15 Data ou horário |
| 10 | 6 | - | 3 | 9 Sentir para defeito | 12 | 24 |
| 16 | 9 | 2 Assinatura ou data | 5 | 14 | | 38 |
| 24 | 13 | 3 | 7 | 19 | | 54 |
| 32 | 18 | 4 | 10 | 26 | | 72 |
| 42 | 23 | 5 | 13 | 34 | | 94 |
| 54 | 29 | 7 | 16 | 42 | | 119 |

APÊNDICE 4: MODELOS DE FORMULÁRIOS

Formulário 1: Coleta de dados para Gráfico de Fluxo e Mapofluxograma do Processo

Método atual

Método proposto

Operação observada:

Data:

LEGENDA

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
|  Operação |  Inspeção |  Transporte |  Estoque |  Espera |
|--|--|--|---|--|

| DISTÂNCIA | TEMPO | SÍMBOLOS | DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE |
|-----------|-------|--------------|------------------------|
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | ○ □ → ▽ D | |
| | | TOTAL | |

| | | | |
|--------------------------------------|---------------|----------------------------------|-----------|
| A3: | | | |
| TÍTULO: | RESPONSÁVEIS: | DATA INÍCIO: | DATA FIM: |
| 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS (CONTEXTO) | | 5. RECOMENDAÇÕES E PLANO DE AÇÃO | |
| 2. ESTADO ATUAL | | 6. PADRONIZAÇÃO | |
| 3. OBJETIVO, METAS E BENEFÍCIOS | | 7. ACOMPANHAMENTO | |
| 4. ANÁLISE | | | |

Formulário 3: A3 em branco

Nome do observador: _____ **Operador:** _____ **Produto e lote:** _____
Area: _____ **Tempo de experiência do Operador:** _____ **Data:** _____
Posto de trabalho: _____

| Nº | Elementos de trabalho | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Min. | Média | Max. | Padrão | Tempo Máquina | Anotações |
|----|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------|-------|------|--------|---------------|-----------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Total | |

Formulário 4: Coleta de tempos para cronoanálise (abordagem *lean*)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------|--|
| Nome do observador: | | Operador: | | | | | | | | | | Produto e lote: | |
| Área: | | Tempo de experiência do Operador: | | | | | | | | | | Data: | |
| Posto de trabalho: | | | | | | | | | | | | | |

| Nº | Ações | Ciclo: | Nº de observações | | | | | | | | | | Resultados | | | Anotações | |
|----|-------|----------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------------|------------|------------|-------------------|-----------|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Média TN | Tolerância | Tempo-Padrão (TP) | | |
| 1 | | Tempo Observado (TO) | | | | | | | | | | | | | | | Explicar a razão de desperdícios, anormalidades e variabilidades |
| | | Ritmo (R) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tempo Normal (TN) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | Tempo Observado (TO) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Ritmo (R) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tempo Normal (TN) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | Tempo Observado (TO) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Ritmo (R) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tempo Normal (TN) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | Tempo Observado (TO) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Ritmo (R) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tempo Normal (TN) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | TEMPO-PADRÃO TOTAL | | | | | |

Formulário 5: Coleta de tempos para cronoanálise (abordagem tradicional)

| Instruções de Trabalho Padrão (ITP) | | DEPARTAMENTO: | | | |
|-------------------------------------|---------|---|---|-----------|-----------------|
| | | POSTO DE TRABALHO: | REVISÃO: | | |
| DESCRÇÃO DO POSTO DE TRABALHO: | | DATA: | REVISÃO: | | |
| FERRAMENTAS NECESSÁRIAS: | |  Segurança |  Crítico | | |
| | |  Ergonomia |  Qualidade | | |
| | |  Meio ambiente | TEMPO DE CICLO: | | |
| # | SÍMBOLO | ELEMENTOS DE TRABALHO | DESCRIÇÃO DO ELEMENTO DE TRABALHO | TEMPO (s) | FOTOS / FIGURAS |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Formulário 6: Instruções de Trabalho Padrão (ITP)

APÊNDICE 5: RESPOSTAS DOS ESTUDOS DE CASO E DOS TESTES

Capítulo 2 (Estudo de caso: Serviços 4.0 – Parte 1)

QUESTÃO 1

Cálculo da eficiência de fluxo antes da digitalização:

$$\text{Eficiência de fluxo}_{\text{ANTES}} = \frac{28 \text{ minutos}}{68 \text{ minutos}} \cong 0,41 \rightarrow \mathbf{41\%}$$

Cálculo da eficiência de fluxo após a digitalização:

$$\text{Eficiência de fluxo}_{\text{APÓS}} = \frac{30 + 31 + 29}{18 \times 24 \times 60 *} =$$
$$\frac{90 \text{ minutos}}{25920 \text{ minutos}} \cong 0,0035 \rightarrow \mathbf{0,35\% **}$$

* Conversão de 18 dias em minutos: 18 dias X 24 horas por dia X 60 minutos por hora

** Repare que esse cálculo foi simplificado, uma vez que não se preocupou em distinguir dias corridos e úteis. A porcentagem encontrada é com certeza um valor subestimado. Mesmo se fossem considerados os 20 minutos de atendimento inicial, o tempo decorrido entre esse atendimento e a primeira análise pelo analista é, sob uma perspectiva otimista, de pelo menos três meses. Assim, provavelmente a porcentagem de eficiência de fluxo é um valor bem inferior ao valor encontrado de 0,35%.

QUESTÃO 2

Processo antes da digitalização (A)

Processo após a digitalização (B)

(**B**) Foco na eficiência de recursos

(**A**) Foco na eficiência de fluxo

QUESTÃO 3

$$\frac{\text{Eficiência de fluxo}_{\text{ANTES}}}{\text{Eficiência de fluxo}_{\text{DEPOIS}}} = \frac{0,41}{0,0035} =$$

117 vezes maior ou 11 700% mais eficiente

QUESTÃO 4

“Isso [um projeto com o objetivo de digitalização de seus processos] representará um grande ganho em eficiência para essa organização.”

Essa primeira frase é questionável.

Ironicamente, o processo anterior à digitalização apresentava alta eficiência de fluxo (41%), privilegiando o fluxo como um todo, o que acabava por beneficiar todos os envolvidos: os analistas, os requerentes e a própria organização.

Já após a digitalização, verificou-se uma baixa eficiência de fluxo (< 1%), o que caracteriza um processo que foca na eficiência de seus recursos. Isto é, se avaliássemos a eficiência de seus recursos, no caso os analistas, concluiríamos que eles analisam muitos requerimentos diariamente. Entretanto, eles finalizam poucos por dia, o que significa que são eficientes retrabalhadores.

Essa baixa eficiência de fluxo está relacionada ao principal gargalo do processo: o retrabalho que surge na forma de solicitar novas exigências ao requerente. Se o processo fosse feito “certo desde a primeira vez”, essas exigências seriam desnecessárias. Assim, as exigências são retrabalhos que, além de aumentar consideravelmente o tempo de atravessamento (*lead time*) do processo, criam atividades que conferem “desperdício” de tempo para o analista.

“Inovações tecnológicas são bem-vindas e devem ser adotadas quando possível, mas é necessário que se tenha um bom planejamento dessa inovação, de forma a garantir maior sucesso na implementação, ou seja, uma inovação tecnológica ajuda e traz muitas contribuições positivas, desde que bem planejada e gerenciada.”

Essa segunda frase nos ajuda um pouco a entender por que o projeto precisa de adaptações para que realmente possa vir a trazer ganhos de eficiência. Quando se fala em inovações tecnológicas, nem sempre estas trarão benefícios, afinal, mais importante do que “o quê” vai ser implementado, o “como” faz toda a diferença na implementação de uma nova tecnologia. Por isso,

planejamento é fundamental. Com certeza, se o projeto fosse realizado com mais tempo e planejamento mais embasado, esse tipo de problema poderia ter sido mitigado.

QUESTÃO 5

O foco exagerado na eficiência de recursos seria verificado na forma de três sintomas:

- Longos tempos de atravessamento: tempo elevado de análise de um requerimento desde sua solicitação até seu deferimento ou indeferimento;
- Muitas unidades de fluxo: uma longa fila virtual de requerimentos a serem analisados;
- Muitos reinícios por unidade de fluxo: a solicitação de exigências exige retomadas constantes. Por exemplo: toda vez que um requerimento retorna com uma pendência resolvida, o analista gasta um bom tempo reestudando-o, na medida em que, devido à alta quantidade de requerimentos analisados por dia, ele já não se lembra muito desse que acabou de retornar.

Capítulo 3 (Estudo de caso: Serviços 4.0 – Parte 2)

QUESTÃO 1

A etapa negligenciada foi a primeira, de planejamento do PDCA. Essa primeira etapa é a mais importante e estratégica, visto que a partir dela se reduz o risco de retrabalhos oriundos de determinado projeto. Logo, é preciso ter a devida paciência em se planejar adequadamente o que deverá ser realizado, com o objetivo de aumentar a taxa de sucesso do projeto. Consequentemente, se tivessem sido investidos mais recursos (tempo, estudos e pessoas) na etapa de planejamento do projeto, o problema poderia ter sido antecipado. Assim, chegar-se-ia à conclusão de que, antes de mapear e cronoanalisar os processos, os desperdícios deveriam ser identificados e eliminados de forma a mitigar o risco de que fossem padronizados e, consequentemente, engessados.

Nesse sentido, deveria ter sido realizado um estudo prévio apenas para o processo de atendimento inicial, com o objetivo de garantir a qualidade da entrada dos dados no sistema e saber o tempo necessário para se realizar um

atendimento adequado. Além disso, também seria importante verificar quais as capacitações necessárias para as pessoas que realizam esse atendimento. Apenas depois desses estudos e da implementação das ações cabíveis é que se deveriam mapear e cronoanalisar os demais processos.

QUESTÃO 2

Uma sugestão seria realizar um estudo em profundidade para levantar os fatores críticos ou requisitos das entradas dos processos. O objetivo do estudo seria responder à seguinte questão: “Como melhorar a qualidade dos dados de entrada de forma a aumentar eficiência global?”.

Assim, recomenda-se que seja realizado um projeto para determinar em detalhes todos os documentos que são obrigatórios ou que eventualmente possam se mostrar necessários para esse processo. Nesse sentido, devem-se estudar suas principais causas de retrabalho de forma a reduzir seu risco de ocorrência. Sugere-se que sejam construídos com esse intuito fluxogramas de decisão, por exemplo, para que fiquem claros todos os fatores críticos ou requisitos das entradas de cada processo e suas relações de encadeamento (Figura 3.13).

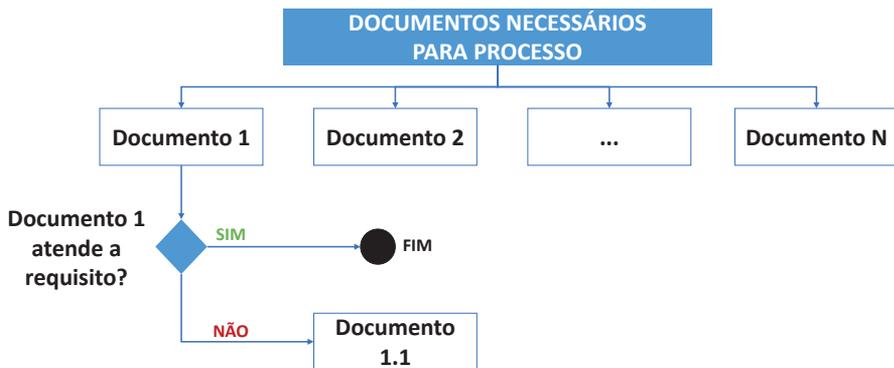


Figura 3.13 – Fluxograma hipotético de fatores críticos ou requisitos das entradas para um processo

Capítulo 11 (Teste seus conhecimentos)

Teste seus conhecimentos 1: Movimento Geral (G) ou Controlado (C)?

1. Deslizar uma régua (C);
2. Pegar um livro e colocar na estante (G);
3. Abrir uma gaveta (C);
4. Pegar bola e lançá-la (G);
5. Fechar o zíper (C).

Teste seus conhecimentos 2: Movimentos Gerais (G)

1. Andar 2 passos, pegar um livro na mesa, caminhar 6 passos até uma estante e inclinar-se levemente para posicionar o livro na prateleira inferior, levantar e retornar para a mesa.

H3 V0 P1 H10 V3 C1 H10 = 280 UMT

2. Pegar chave dentro do alcance e colocá-la em um cadeado com ajustes.

H1 V0 P1 H1 V0 C3 H0 = 60 UMT

3. Pegar pedaço de linha e posicioná-la (com precisão) na agulha (segurada pela outra mão).

H1 V0 P1 H1 V0 C6 H0 = 90 UMT

4. Caminhar 3 passos, curvar-se e erguer-se para pegar uma caixa pesada do chão e colocá-la em uma prateleira dentro do alcance.

H6 V6 P3 H1 V0 C1 H0 = 170 UMT

5. Com uma prancheta na mão, levantar de uma cadeira, caminhar até uma mesa localizada a uma distância de 6 passos e jogar a prancheta na mesa.

H0 V0 P0 H10 V10 C0 H0 = 200 UMT

Teste seus conhecimentos 3: Movimentos Controlados (C)

1. Um operador ganha controle de uma caixa pesada ao seu alcance e a empurra por 3 passos em uma correia transportadora. Ao final, anda 3 passos para retornar ao local de origem.

H1 V0 P3 M10 T0 A0 H6 = 200 UMT

2. Um operador de máquina caminha 2 passos até uma mesa, abre um fichário e retorna ao seu local de origem.

H3 V0 P1 M1 T0 A0 H3 = 80 UMT

3. Um operador agarra uma peça leve e a desliza por 20 cm até um gabarito na máquina, alinhando a peça em 2 pontos que estão separados entre si por 7,5 cm.

H1 V0 P1 M1 T0 A3 H1 = 70 UMT

Teste seus conhecimentos 4: Uso de Ferramentas (F) para APERTAR / AFROUXAR

1. Pegar uma chave de fenda em uma mesa localizada a 3 passos, deslocar-se 3 passos para fixar um parafuso com 8 giros usando os dedos e colocar a ferramenta dentro do alcance.

H6 V0 P1 H6 V0 C3 *10 H1 V0 C1 H0 = 280 UMT

2. Pegar uma chave-inglesa dentro do alcance na máquina, afrouxar com 5 giros intermitentes de punho e guardar a ferramenta a 4 passos de distância. Ao final retornar ao local de origem (4 passos).

H1 V0 P1 H1 V0 C3 *16 H6 V0 C1 H6 = 350 UMT

Teste seus conhecimentos 5: Uso de Ferramentas (F) para CORTAR / TRATAR SUPERFÍCIE

1. Pegar uma faca em uma mesa localizada a 7 passos. Nessa mesa um pão será cortado em 6 pedaços. Deixar a faca de lado na mesa. Ao final, andar 7 passos para retornar ao local de origem.

H10 V0 P1 H1 V0 C1 *24 H1 V0 C1 H10 = 490 UMT

2. Curvar-se e erguer-se para pegar no chão pano localizado a 2 passos. Deslocar-se 8 passos, curvar-se e erguer-se para limpar 0,7 m² do piso. Retornar 8 passos para guardar pano e depois 2 passos para retornar ao local de origem.

H3 V6 P1 H16 V6 C1 *42 H16 V6 C1 H3 = 1010 UMT

Teste seus conhecimentos 6: Uso de Ferramentas (F) para REGISTRAR / PENSAR

1. Um operador pega um cartão de produção dentro de seu alcance, escreve 4 palavras e coloca o cartão a 3 passos de distância. Ao final, caminha 3 passos até o local de origem.

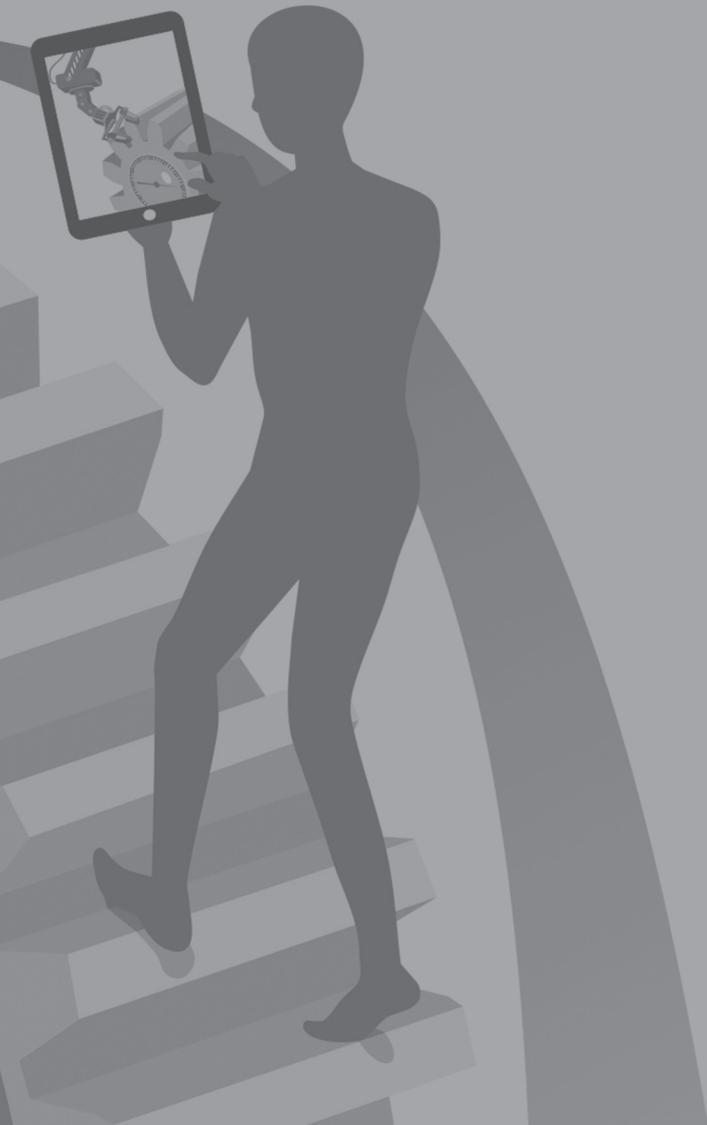
H1 V0 P1 H0 V0 C0 *32 H6 V0 C1 H6 = 470 UMT

2. Um funcionário pega uma folha em uma mesa a 2 passos de distância, lê 72 palavras, deixa de lado a folha na mesa e retorna ao local de origem.

H3 V0 P1 H0 V0 C0 *32 H1 V0 C1 H3 = 410 UMT

REFERÊNCIAS

- Referências bibliográficas
- Softwares
- Websites



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Nova Lima: INDG, 2006.

ÅHLSTRÖM, P. Lean service operations: translating lean production principles to service operations. **Int. J. Services Technology and Management**, v. 5, n. 5/6, p. 545-564, 2004.

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada à administração e economia**. São Paulo: Thomson, 2013.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: E. Blücher, 1977.

BENDIX, R.; FISHER, L. As perspectivas de Elton Mayo. In: ETZIONI, A. **Organizações complexas**. São Paulo: Atlas, 1971.

BOOG, G. G. **Manual de treinamento e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 2001.

BOWEN, J.; FORD, R. C. Managing service organizations: does having a “thing” make a difference? **Journal of Management**, v. 28, n. 3, p. 447-469, 2002.

BRASIL. MEC/INEP. **Prova ENADE 2017: Engenharia de Produção**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos3>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

BRAVERMAN, H. **Trabalho e capital monopolista: a degradação do trabalho no século XX**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina no trabalho do dia-a-dia**. 7. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

_____. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8. ed. Nova Lima/MG: INDG, 2004.

_____. **Gerenciamento pelas diretrizes (hoshin kanri)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

_____. **TQC: controle da qualidade total**. 9. ed. Belo Horizonte: Editora Falconi, 2014a.

_____. **Qualidade Total: padronização de empresas**. Belo Horizonte: Editora Falconi, 2014b.

CARNEGIE, D. **Como fazer amigos e influenciar pessoas**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2012.

CHAFFIN, F. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional**. Belo Horizonte: Ergo, 2001.

CHIAVENATO, I. **Construção de talentos: as novas ferramentas de gestão de pessoas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2005.

_____. **Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2014.

_____. **Introdução à teoria geral da administração**. 7. ed. rev. e aum. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

_____. **Recursos humanos: o capital humano nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2000.

_____. **Treinamento e desenvolvimento de recursos humanos: como incrementar talentos na empresa**. São Paulo: Manole, 2016.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade**. São Paulo: Atlas, 2003.

DAR-EL, E.; AYAS, K.; GILAD, I. A Dual-phase model for the individual learning process in industrial tasks. **IIE Transactions**, v. 27, p. 265-271, 1995.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. São Paulo: Bookman, 2008.

ELIAS, B. C. F. **A gestão da informação e o uso de tecnologias inovadoras no processo de contagem de tempo dos servidores públicos do estado de Minas Gerais**. 2018. 130 f. Monografia (Graduação em Administração Pública) – Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 2018.

FALZON, P. **Ergonomia construtiva**. São Paulo: Blucher, 2018.

FOOTE, B. L. A queuing case study of drive-in banking. **Interfaces**, v. 63, n. 4, p. 30-36, 1976.

FORD, H. **Minha vida, minha obra**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1954.

_____. **Hoje e amanhã**. Trad. Monteiro Lobato. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1927.

- _____. **Os princípios da prosperidade.** Rio de Janeiro: Brand, 1960.
- FREIVALDS, A.; NIEBEL, B. W. **Niebel's methods, standards, and work design.** Boston: WCB/McGraw-Hill, 2007.
- GANTT, H. L. **Work, wages, and profits:** their influence on the cost of living. New York: Engineering Magazine, 1910.
- GARDNER, G.; GARDNER A.; MIDDLETON S.; KAIN V.; DOUBROSVSKY A. The work of nurse practitioners. **Journal of Advanced Nursing**, v. 66, n. 10, p. 2160-2169, 2010.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G.; SANTOS, J. C. **Administração da produção e operações.** 8.ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- GENDRIER, M. **Gestes et mouvements justes:** guide de l'ergomotricité pour tous. Grenoble: EDP Sciences, 2004.
- GEORGE, M. L.; ROWLANDS, D.; PRICE, M.; MAXEY, J. **Lean Six Sigma pocket toolbook.** New York: McGraw-Hill, 2005.
- GILBRETH, F. B. **Bricklaying system.** Princeton, NJ: Myron C. Clark Publishing Co., 1909.
- _____. **Motion study.** Princeton, NJ: D. Van Nostrand Co., 1911.
- _____. Scientific management in the hospital. **Mod Hospital**, v. 3, p. 321-324, 1914.
- _____. Units, methods, and devices of measurement under scientific management. **Journal of Political Economy**, v. 21, p. 618-29, 1913.
- GILBRETH, F. B.; GILBRETH, L. M. **Applied motion study.** New York: Sturgis and Walton Company, 1917.
- _____. **Motion study for the handicapped.** London: George Routledge & Sons, 1920.
- GILBRETH Jr., F. B.; GILBRETH, E. **Cheaper by the dozen.** New York: T. W. Crowell, 1948.
- GILBRETH, L. M. **As I remember:** an autobiography. Norcross, GA: Engineering & Management Press, 1988.
- _____. **The psychology of management.** New York, NY: Sturgis & Walton, 1914.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A meta**: um processo de melhoria contínua. São Paulo: Nobel, 2014.

GRONROOS, C. **Marketing**: gerenciamento e serviços. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

HALL, N.; STAEHLE, J. The industrial engineer's role in reducing cost of distribution. **Proceedings of the 16th Annual National Time and Motion Study Clinic**, p. 88-92, 1953.

HALLOWELL, R. "Scalability": the paradox of human resources in e-commerce. **International Journal of Service Industry Management**, v. 12, n. 1, p. 34-43, 2001.

HARRIS, R.; HARRIS, C.; WILSON, E. **Fazendo fluir os materiais**: um guia lean de movimentação de materiais para profissionais de operações, controle de produção e engenharia. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring our competitive edge**: competing through manufacturing. New York: John Wiley & Sons, 1984.

HERZBERG, F. **Work and the nature of man**. Cleveland: World Publishing, 1966.

HIGNETT, S.; McATAMNEY, L. Rapid Entire Body Assessment (REBA). **Applied Ergonomics**, v. 31, p. 201-205, 2000.

HUNTER, James C. **O monge e o executivo**: uma história sobre a essência da liderança. Rio de Janeiro: Sextante, 2004.

INSS. **Adoecimento mental e trabalho**: a concessão de benefícios por incapacidade relacionados a transtornos mentais e comportamentais entre 2012 e 2016. Disponível em: <<http://sa.previdencia.gov.br/site/2017/04/1%C2%BA-boletim-quadrimestral.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

INSS. **Estatísticas auxílios-doença acidentários e previdenciários concedidos segundo os códigos da Classificação Internacional de Doenças (CID-10)**. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/estatsticas/tabelas-cid-10/>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

JACOBS, F. R.; CHASE, R. B. **Operations and supply chain management**. New York: McGraw-Hill, 2018.

JENSEN, K.; MAYER, T. **The patient flow advantage**: how hardwiring hospital-wide flow drives competitive performance. Pensacola: Fire Starter Publishing, 2015.

KIMES, S. E.; MUTKOSKI, S. A. Customer contact in restaurants: an application of work Sampling. **Cornell HRA Quarterly**, p. 83-88, may 1991.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Operations management: process and value chains**. New York: Pearson, 2013.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. São Paulo: Editora Gente, 1993.

LIKER, Jeffrey; MEIER, David. **The Toyota Way: Fieldbook – a practical guide for implementing Toyota’s 4Ps**. New York: McGraw-Hill, 2005.

LIRA, E. G. **Estratégias de gestão do fluxo de pacientes: estudo de casos múltiplos em clínicas de radioterapia de Belo Horizonte**. 2018. 131 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

LOVELOCK, C; WIRTZ, J.; HEMZO, M. A. **Marketing de serviços: pessoas, tecnologia e estratégia**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

MANNING, F. M. Carl Barth: a sketch. **Norwegian-American Studies and Records**, v. 13, p. 114, 1943.

MARRAS, W. S.; KARWOWSKI, W. **Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics**. Boca Raton: CRC Press, 2006. Disponível em: <http://books.google.com/books?id=RZZEq79P_uEC&pg=PT698&dq=%22Strain+Index+%22&lr=&hl=pt-BR&sig=ACfU3U3ArFUbdSOKacsV9jCd3fUGxNtxjg#PP-T697,M1>. Acesso em: 15 fev. 2019.

MASLOW, A. **Motivation and personality**. New York: Harper & Row, 1970.

MATTILA, M.; VILKKI, M. OWAS Methods. In: KARWOWSKI, W.; MARRAS, W. S. **The occupational ergonomics handbook**. Boca Raton: CRC Press, 1998. p. 447-459.

MAYO, E. **Problemas humanos de una civilización industrial**. Buenos Aires: Galatea, 1959.

McATAMNEY, L.; CORLETT, E. RULA: Rapid upper limb assessment: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics**, Lincolnwood, v. 24, n. 2, p. 91-99, 1993.

MEYERS, F. E.; STEWART, J. R. **Motion and time study for lean manufacturing**. Columbus, Ohio: Prentice Hall, 2002.

MODIG, N.; ÅHLSTRÖM, P. **Isto é lean**: resolvendo o paradoxo da eficiência. Estocolmo: Rheologica Publishing, 2015.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C.; HUBELE, N. F. **Estatística aplicada à engenharia**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

MOORE, J. S.; VÓS, G. A. The Strain Index. In: STANTON, N. et al. **Handbook of human factors and ergonomics methods**. Boca Raton: CRC Press, 2005. Disponível em: <<http://books.google.com/books?id=SLC7sCVyLh4C&pg=PT104&dq=%22Strain+index+%22&lr=&hl=pt-BR&sig=ACfU3U3vgEVjM9AUyBlvOxDO-2togq55Ksw>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

MOSCOVICI, F. **Desenvolvimento interpessoal**: treinamento em grupo. Rio de Janeiro: José Olympio Editora, 1997.

MOUZELIS, N. **Organización y burocracia**. Barcelona: Ediciones Península, 1975.

MUHS, W. F. Worker participation in the progressive era: an Assessment by Harrington Emerson. **Academy of Management Review**, v. 7, n. 1, 1982.

NOE, Raymond A. **Treinamento e desenvolvimento de pessoas**. Porto Alegre: AMGH, 2015.

OHNO, T. **Toyota Production System**: beyond large-scale production. New York: Productivity Press, 1988.

RANNEY, D. **Distúrbios osteomusculares crônicos relacionados ao trabalho**. São Paulo: Roca, 2000.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.

ROTHER, Mike; HARRIS, Rick. **Criando fluxo contínuo**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SALVENDY, G. **Handbook of industrial engineering**: technology and operations management. New York: John Wiley & Sons, 2001.

SHARMA, A.; MOODY, P. E. **A máquina perfeita**: como vencer na nova economia produzindo com menos recursos. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero**: o Sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

_____. **Sistema de troca rápida de ferramenta**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

_____. **O Sistema Toyota de Produção**: Do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHOOK, J. **A3**: Gerenciando para o aprendizado. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

SHOOK, J. et al. **Léxico lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007.

SILVA, J. M. **5S**: O ambiente da qualidade. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1994.

SLACK, N.; CHARBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SMALLEY, A. **Criando o sistema puxado nivelado**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, set./out., p. 2-11, 1999.

TAYLOR, F. W. **Princípios da administração científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

_____. **Shop management**. New York: Harper & Brothers, 1919.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2009.

UMEDA, M. **As sete chaves para o sucesso do 5S**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1997.

ZANDIN, K. B. **MOST Work Measurement Systems**. New York: CRC Press, 2002.

ZANDIN, K.; MAYNARD, H. **Maynard's industrial engineering handbook**. New York: McGraw-Hill, 2004.

WATERS, T. R.; PUTZ-ANDERSON, V.; GARG, A. Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. **U.S. Department of Health and Human Services**, Cincinnati, Ohio, jan. 1994. Disponível em: <<http://534-rbl.hms.uq.edu.au/public/pdf/94-110.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de Processos.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni; Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

WOMACK, J.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. **Caminhadas pelo Gemba: Gemba Walks.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2013.

WOMACK, J.; JONES, D. T. **Lean thinking.** New York: Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro: Campus, 2004.

SOFTWARES

3D Static Strength Prediction Program (3DSSPP), desenvolvido pela Universidade de Michigan – <https://c4e.engin.umich.edu/tools-services/3dsspp-software/>

Arena – <https://www.arenasimulation.com/>

AutoCAD – <https://www.autodesk.com.br/products/autocad/free-trial>

Bizagi Modeler – <https://www.bizagi.com/plataforma/modeler>

Microsoft Office – <https://www.office.com/>

Microsoft Visio – <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/visio/flow-chart-software>

Minitab – <http://www.minitab.com/pt-br/>

Promodel – <http://www.belge.com.br/promodel.php>

QM for Windows – *software* livre

SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) – <https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software>

UMT Plus, desenvolvido pela Laubress – <https://www.laubress.com/umtplus/>

Work Measurement Software, desenvolvido pela Quetech Ltd. – <https://www.quetech.com/>

WEBSITES

Homepage oficial deste livro – <http://temposeficientes.com.br/>

Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) – <http://portal.abepro.org.br/>

Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) – <http://www.abergo.org.br/>

Institute of Industrial and Systems Engineers – <https://www.iise.org/>

Lean Institute Brasil – <https://www.lean.org.br/>

MOST – <https://www.hbmaynard.com/>

Niklas Modig – <https://niklasmodig.com/>

NIOSH Homepage – <https://www.cdc.gov/niosh/index.htm>

NIOSH Orientações Ergonômicas – <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-131/pdfs/2007-131.pdf>



Elisa Granha Lira é professora universitária de Engenharia de Produção com mestrado em Administração (linha Gestão de Operações e Logística) pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e graduação em Engenharia de Produção pela UFMG com período sanduíche em Industrial and Manufacturing Engineering pela Kettering University (antigo General Motors Institute of Technology). Tem experiência profissional na área de Engenharia de Produção em empresas públicas e privadas no Brasil e no exterior, com ênfase em Lean Manufacturing; Gestão da Qualidade; e Planejamento, Projeto e Implementação de Métodos e Técnicas de Performance em Indústrias e em Serviços, dentre eles destacando-se as metodologias relacionadas aos Estudos de Tempos e Movimentos.

Material suplementar disponível em:

www.TemposEficientes.com.br

- **Apresentações para uso em sala de aula e treinamentos:** arquivos em PowerPoint dos capítulos para que eles possam ser usados por professores em sala de aula e por profissionais em treinamentos;
- **Atividades práticas:** roteiros para guiar condução de dinâmicas e exercícios práticos;
- **Estudos de caso comentados:** situações-problema para discutir aplicações práticas do conteúdo do livro;
- **Exercícios complementares:** questões para diagnosticar o aprendizado;
- **Formulários e tabelas:** material para realizar estudos de tempos e movimentos, o qual pode ser usado tanto em sala de aula quanto em campo;
- **Mapas mentais:** esquemas para sintetizar graficamente o conteúdo da obra;
- **Videoaulas exclusivas:** vídeos esclarecedores para enriquecer o aprendizado, os quais são apresentados pela autora.

O livro **“Estudo de tempos e movimentos: Uma abordagem lean para aumentar a eficiência de processos físicos e digitais”** foi elaborado para sanar lacunas acadêmicas e de mercado sobre o tema.

O assunto é abordado em disciplinas obrigatórias do curso de graduação em Engenharia de Produção como Engenharia de Métodos ou Projeto do Trabalho. Trata-se de uma área do conhecimento também muito demandada pelo mercado de trabalho, seja em indústrias ou serviços, principalmente em projetos de redução de custos, aumento de produtividade e digitalização de processos.

Esta obra pretende, portanto, fazer a ponte entre o conhecimento teórico dos estudos de tempos e movimentos com estudos de caso e exemplos práticos relevantes, através de uma linguagem acessível para os leitores, sejam iniciantes ou pessoas já com experiência avançada no tema.

Com esse intuito didático, estratégias visuais são utilizadas recorrentemente no livro, em figuras, fórmulas e tabelas para facilitar a compreensão e assimilação do conteúdo. Roteiros visuais também são apresentados para evidenciar em que contexto determinadas metodologias podem fornecer uma relação adequada de custo-benefício para a resolução de um problema.

A própria organização dos capítulos e unidades também foi desenvolvida para facilitar a internalização dos conceitos, uma vez que foi pensada a partir da ordem cronológica em que esses conhecimentos devem ser aprendidos e aplicados.

Além disso, no final do livro, o leitor pode encontrar apêndices que apresentam um resumo das siglas e abreviações, glossário de termos técnicos, tabelas, modelos de formulários e respostas dos estudos de caso e testes.

**CONHEÇA O SITE DO LIVRO
E SEUS MATERIAIS SUPLEMENTARES NO ENDEREÇO:
WWW.TEMPOSEFICIENTES.COM.BR**

