



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RAÍSA ARAGÃO SOBRAL

**ANÁLISE DE CAPACIDADE DE UMA PIZZARIA ATRAVÉS DO ESTUDO DE
TEMPOS E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JOÃO PESSOA – PB

2022

RAÍSA ARAGÃO SOBRAL

**ANÁLISE DE CAPACIDADE DE UMA PIZZARIA ATRAVÉS DO ESTUDO DE
TEMPOS E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Paraíba como requisito para
obtenção do Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador(a): Liane Márcia Freitas e Silva

JOÃO PESSOA – PB

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S677a Sobral, Raisal Aragao.

ANÁLISE DE CAPACIDADE DE UMA PIZZARIA ATRAVÉS DO
ESTUDO DE TEMPOS E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS /
Raisal Aragao Sobral. - João Pessoa, 2022.
47 f. : il.

Orientação: Liane Márcia Freitas e Silva Silva.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Processos. Estudo de tempos. Capacidade. I.
Silva, Liane Márcia Freitas e Silva. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

CDU 658.5(043.2)

RAÍSA ARAGÃO SOBRAL

**ANÁLISE DE CAPACIDADE DE UMA PIZZARIA ATRAVÉS DO ESTUDO DE
TEMPOS E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS**

Trabalho de Conclusão de Cursos do **Curso de Engenharia de Produção**, apresentado em 22/06/2022, obtendo o conceito **APROVADO**, sob avaliação da banca examinadora a seguir:

BANCA EXAMINADORA

Liane Márcia Freitas e Silva

Orientador (a): Prof.^a Liane Márcia Freitas e Silva – DEP/CT/UFPB



Documento assinado digitalmente

JAILSON RIBEIRO DE OLIVEIRA

Data: 27/06/2022 21:41:34-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Examinador (a): Prof. Jailson Ribeiro de Oliveira – DEP/CT/UFPB

Jonas Alves de Paiva

Examinador (a): Prof. Jonas Alves de Paiva – DEP/CT/UFPB

“O homem inteligente não deve hesitar em corrigir-se”
Confúcio

SOBRAL, Raísa Aragão. Análise de capacidade de uma pizzaria através do estudo de tempos e identificação de pontos críticos. 47 folhas. 2022. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Curso de Graduação em Engenharia de Produção). UFPB. João Pessoa-PB.

RESUMO

Em um meio cada vez mais competitivo, as empresas devem dedicar seus esforços na busca pela melhoria de seus processos, otimizando seus recursos para o aumento de sua eficiência produtiva, focando em um pensamento sistêmico de sua eficiência global. As pequenas e médias empresas possuem uma carência de técnica e ferramentas para introduzir conceitos de gestão, eficiência e capacidade produtiva em suas realidades organizacionais. Tendo em vista que uma pizzaria localizada em João Pessoa relatou elevação nos tempos de fabricação de suas pizzas, especialmente nos dias de maior movimento (aos finais de semana), e apresentou desconhecimento a respeito da capacidade produtiva de seus processos, o presente trabalho teve por objetivo realizar uma análise da capacidade através do estudo dos tempos de produção e identificar seus gargalos. Para realizar o objetivo, o processo foi descrito, a capacidade produtiva foi medida, e as possíveis causas para a elevação dos tempos de produção foram identificadas, assim como os gargalos produtivos. Uma das formas de analisar a eficiência e a capacidade é através do estudo de tempos, medindo o tempo que uma pessoa leva para realizar sua atividade dentro de um ritmo normal de trabalho. Durante a pesquisa, a produção de 150 pizzas foi observada, e foram registrados os tempos de operação, o fator de ritmo de trabalho e anotações referentes a eventuais causas geradoras da elevação dos tempos de produção. A partir desse estudo, foi verificado que as formações expressivas de filas no processo são decorrentes principalmente da etapa de preparação da massa e da montagem das pizzas, não tendo sido evidenciado as demandas superiores à capacidade produtiva durante a coleta de dados.

Palavras-chave: Processos. Estudo de tempos. Capacidade.

SOBRAL, Raísa Aragão. *Capacity analysis in a pizzeria through time study and identification of critical points*. 47 pages. 2022. Course completion work (Undergraduate Production Engineering Course). UFPB. João Pessoa-PB.

ABSTRACT

Within an increasingly competitive scenario, companies must focus their efforts on improving their processes in order to optimize their resources to increase their productive efficiency, focused on a systemic thinking of global efficiency. Small and medium-sized companies have a lack of technique and tools to introduce management concepts, efficiency, productive capacity in their organizational realities. Considering that a pizzeria located in João Pessoa reported an increase in the production times of its pizzas, especially in the busiest days, on weekends, and presented a lack of knowledge about the productive capacity of its processes, the present work aimed to perform a capacity analysis through the study of times and identify its bottlenecks. To achieve the objective, the process was described, the production capacity was measured, the most probable causes for the increase in production time. One of the ways to analyze efficiency and capacity is through the study of times, measuring the time it takes a person to perform their activity within a normal work rhythm. During the research, 150 pizzas were monitored, and their operating times, work rhythm factor and notes of possible causes that caused the increase in production times were recorded. From the study, it was verified that the expressive formation of queues in the process are mainly due to the stage of preparation of the dough and assembly, and the demands greater than the productive capacity during data collection were not evidenced.

Keyword: *Processes management. Methods. Capacity.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - SISTEMA DE PRODUÇÃO	14
FIGURA 2 - SIMBOLOGIA GILBRETH E ASME	17
FIGURA 3 - SIMBOLOGIA CLÁSSICA	17
FIGURA 4 - OUTRAS SIMBOLOGIAS PARA FLUXOGRAMAS	17
FIGURA 5 - ETAPAS DA PESQUISA	26
FIGURA 6 - ORGANOGRAMA DA EMPRESA ESTUDADA	28
FIGURA 7 - FLUXOGRAMA DE ATENDIMENTO	30
FIGURA 8 - FLUXOGRAMA DA PRODUÇÃO NA COZINHA	31
FIGURA 9 - ESPERA DE PRODUTOS EM PROCESSAMENTO	32
FIGURA 10 - FLUXOGRAMA DE OPERAÇÕES	33
FIGURA 11 - FLUXOGRAMA DAS OPERAÇÕES COM TEMPOS DE ESPERA	39
FIGURA 12 - DIAGRAMA DE PARETO DAS FREQUÊNCIAS DAS POSSÍVEIS CAUSAS DE ATRASO	41
FIGURA 13 - DIAGRAMA DE PARETO DOS TEMPOS DE ESPERA	41
FIGURA 14 - DIAGRAMA DE PARETO PARA OS TEMPOS DE ESPERA DOS DOMINGOS	42
FIGURA 15 - DIAGRAMA DE PARETO TEMPOS DE ESPERA SUPERIORES A 05MIN NOS DOMINGOS	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COEFICIENTE DE DISTRIBUIÇÃO $ZA/2$	21
TABELA 2 - COEFICIENTE EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE CRONOMETRAGEM $D2$	21
TABELA 3 - TEMPOS CRONOMETRADOS.....	34
TABELA 4 - VALORES PARA CÁLCULO DO NÚMERO DE CICLOS NECESSÁRIOS.....	35
TABELA 5 - NÚMERO DE CICLOS DESEJADOS	36
TABELA 6 - MÉDIAS DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO DAS PIZZAS.....	36
TABELA 7 - TC, V, TN, FT E TP DA PRODUÇÃO DE PIZZAS	37
TABELA 8 - TEMPO TOTAL DE PREPARAÇÃO DA MASSA POR TIPO DE PIZZA.....	38
TABELA 9 - TEMPO CRONOMETRADO POR TIPO PIZZA	38
TABELA 10 - TC, TN, TP, CP POR TIPO DE PIZZA	38
TABELA 11 - FREQUÊNCIA DAS POSSÍVEIS CAUSAS OBSERVADAS	40
TABELA 12 - PRODUÇÃO DE PEÇAS POR HORA.....	43
TABELA 13 - PRODUÇÃO DE PEÇAS POR HORA.....	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 CONTEXTO E PROBLEMÁTICA ABORDADA	11
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 ESTRUTURA APRESENTADA	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO E ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO	14
2.1.1. FLUXO DO PROCESSO	16
2.2. ESTUDO DE TEMPOS E CAPACIDADE PRODUTIVA	18
2.2.1. Determinação do tamanho amostral	20
2.2.2. Tempo Médio e Fator de Ritmo	21
2.2.3. Tempo Normal	22
2.2.4. Fator de Tolerância	22
2.2.5. Tempo Padrão	22
2.2.6. Capacidade produtiva	23
2.3. FERRAMENTAS DA QUALIDADE	23
2.3.1. Fluxograma	23
2.3.2. Folha de Verificação	24
2.3.3. Diagrama de Pareto	24
3. METODOLOGIA	25
3.1. TIPO DE PESQUISA	25
3.2. COLETA DE DADOS	25
3.3. ETAPAS DA PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS	26
4. RESULTADOS	28
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO	28
4.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO	31
4.2.1. FLUXOGRAMA DE OPERAÇÕES	33
4.3. ESTUDO DE TEMPOS E CAPACIDADE	34
4.3.1. Número de ciclos necessários	35
4.3.2. Tempo Normal	36
4.3.3. Fator de Tolerância (FT) e Tempo Padrão (TP)	36
4.3.4. Capacidade Produtiva (CP)	37
4.4. IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS CAUSAS DE ATRASOS	40

4.4. IDENTIFICAÇÃO DO GARGALO A PARTIR DAS ANÁLISES ANTERIORES.....	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO E PROBLEMÁTICA ABORDADA

A grande competitividade entre as organizações, nos últimos anos, tem impulsionado as empresas a buscarem melhores desempenhos e apresentarem produtos e/ou serviços com mais qualidade. Dentro desse cenário, a área produtiva é uma das mais cobradas para cumprir as exigências competitivas, forçando as empresas a oferecerem melhores custos, prazos e flexibilidade ao consumidor (SILVA e VENANZI, 2013).

Um melhor desempenho depende, dentre muitos fatores, de um bom planejamento e qualidade da produção (SILVA e VENANZI, 2013), sendo a produção um conjunto de operações e processos. As operações são o trabalho realizado para efetivar as transformações da produção, sendo a esta possibilitada por um fluxo de materiais em dado tempo no espaço para transformar matéria-prima em produtos semiacabados. Dessa maneira, para realizar uma análise de ambos, verifica-se o fluxo de materiais ou produtos para os processos e o trabalho do operador e máquinas sobre os produtos para as operações (SHINGO, 1996).

Dentro dos objetivos de realização de melhorias no processo produtivo, é necessário diferenciar fluxo de produto e fluxo de trabalho, respectivamente referentes aos processos e às operações, para análises separadas, buscando evitar a ideia de que melhorar individualmente as operações aumentará a eficiência global do processo; ao contrário, focar na operação sem o zelo pelo impacto no processo pode levar à redução da eficiência global (SHINGO, 1996).

A ideia de estimular uma maior eficiência global remete à necessidade de conhecer a amplitude do processo produtivo através, por exemplo, de um mapeamento, a fim de possibilitar a identificação de potenciais causas geradoras da diminuição dessa eficiência. Esse mapeamento passa por caminhos e ferramentas que serão utilizadas de acordo com a necessidade e a aplicabilidade da situação a ser analisada; contudo, um dos fatores contidos é a análise dos tempos das atividades e o foco na identificação de potenciais falhas e fontes de desperdícios.

Francischini e Francischini (2017) tratam de eficiência e produtividade como sinônimos. Para eles, a eficiência passa por fazer cada vez mais produtos com cada vez menos recursos, sejam eles físicos ou econômicos. Essa eficiência impacta na capacidade de produção, pois quanto maior a eficiência do sistema mais produtos ou serviços poderão ser ofertados em um determinado período de tempo.

Para Fernandes e Godinho Filho (2016), capacidade é o máximo de unidades que um sistema produtivo é capaz de produzir em determinado período de tempo ou o máximo de horas trabalhadas que o sistema é capaz de prestar. Para eles, a análise da capacidade é fundamental, pois ela compara a capacidade disponível com a carga de trabalho. Essa análise deve ser realizada paralelamente às atividades de controle e planejamento da produção.

Uma das formas de proceder análise de eficiência e capacidade de produção é por meio do estudo de tempos; neste, é possível determinar o tempo que uma pessoa, em seu ritmo normal de trabalho, leva para realizar uma atividade (BARNES, 1977), podendo, com esse resultado, calcular um tempo padrão que posteriormente servirá para o cálculo da capacidade produtiva que, por sua vez, indicará quanto de produto é possível fabricar. É factível, ainda, pensar na capacidade de prestação de serviço. Vale pontuar que descobrir os tempos de execução das operações favorece a identificação dos gargalos existentes no processo. A identificação de falhas existentes pode ser dada pela aplicação de algumas ferramentas da qualidade. Estas têm por objetivo melhorar os processos das organizações e são compostas por um conjunto de metodologias.

A visão acima trazida é conhecida por grandes e médias empresas. Há, porém, uma carência de aplicabilidade desse conhecimento nas pequenas, as quais ainda procuram ajuda para o desenvolvimento básico da produção, medição de resultados e avaliação de desempenho (SILVA e VENANZI, 2013). A empresa foco desta pesquisa é um exemplo prático disso.

Localizada na cidade de João Pessoa, a pizzaria estudada apresenta tempos de entrega superiores ao desejado para os dias de maior movimento, não havendo conhecimento sobre a causa exata da elevação do tempo de produção das pizzas. Além disso, foi observada a formação de filas dos pedidos. Tendo o sócio-diretor sentido a necessidade de analisar esse problema, a presente pesquisa tratou de investigar se a capacidade da empresa comportava a demanda e identificar possíveis causas para justificar os atrasos e as filas.

No início, foi verificado que uma pizza levava em média aproximadamente oito minutos para ser concluída sem interrupções no seu fluxo de processos e operações. No decorrer da execução das atividades, especialmente nos dias de maior movimento, esse tempo podia, no entanto, ser superior a vinte e cinco minutos nos fins de semana, especialmente em horários de pico. Com base no exposto, questiona-se: como realizar um estudo de análise de capacidade por meio de um estudo de tempos e, posteriormente, como auxiliar uma pizzaria na identificação de seus gargalos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo de análise de capacidade de produção através de um estudo de tempos e identificação de gargalos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Descrever o processo de fabricação da pizzaria;
- Realizar a medida da capacidade produtiva da pizzaria por meio de estudo de tempos;
- Identificar possíveis causas de atrasos no processo produtivo da pizzaria;
- Identificar o gargalo a partir das análises anteriores.

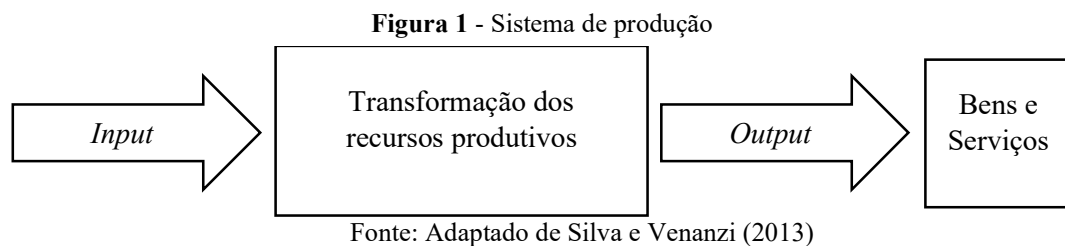
1.3 ESTRUTURA APRESENTADA

O trabalho está estruturado em seis seções. A primeira é a Introdução, onde é possível encontrar a contextualização e a problemática, seguidas dos objetivos geral e específicos. A segunda é o Referencial Teórico, onde dará o embasamento teórico para compreender o fenômeno da pesquisa. Na terceira, são apresentados os métodos de pesquisa realizados para a coleta e análise dos dados de pesquisa. Na quarta, os resultados de pesquisa são apresentados e discutidos para que se possa lançar as considerações finais, apresentadas na quinta seção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO E ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO

Para Silva e Venanzi (2013), os sistemas de produção são caracterizados por recurso(s) de entrada sendo transformado(s) através de um processo produtivo a fim de obter uma saída. A esse entendimento, Fernandes e Godinho Filho (2016) trazem a compreensão de que o conjunto de elementos inter-relacionados projetados para a geração dessas saídas deve conter um valor inerente que supere o total dos custos envolvidos em sua consecução.



Como ilustrado na Figura 1, o *output* de um sistema de produção pode ser um bem, um serviço ou uma combinação de ambos. No primeiro caso, esse sistema é de manufatura; no segundo, é de serviço (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2016).

Dentro dos sistemas produtivos, encontram-se os processos e as operações. Na Figura 1, observa-se um sistema de produção onde o *input* é transformado em *output*; essa transformação é um processo. Dentro deste, há uma série de operações que dará a efetividade necessária (SHINGO, 1996).

Em um sistema de produção, deve-se atingir no mínimo um objetivo de desempenho da produção. Os processos entram para auxiliar esse sistema a obter esse objetivo através de um conjunto de atividades e metas (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2016), configurado como um fluxo de materiais no tempo e no espaço (SHINGO, 1996).

Para compreender o processo produtivo e realizar análises, é necessário examinar o fluxo dos materiais e dos produtos; para as operações, examina-se o trabalho dos colaboradores e máquinas sobre os produtos (SHINGO, 1996). Pode-se exemplificar essa questão através das atividades realizadas em uma pizzeria. Para produzir uma pizza, é necessário efetuar uma série de transformações: a massa é aberta em uma máquina, modelada em uma pá de madeira, recebe o molho e o queijo, recebe os ingredientes referentes ao sabor

da pizza, então é assada em um forno e cortada em fatias. Esse conjunto de etapas de transformação é o processo, e as ações para executar as transformações são as operações.

É importante diferenciar os processos das operações, e seus respectivos fluxos, para compreender a perspectiva de melhoria. Deve-se evitar pensar em melhorias individualizadas dentro das operações, mas abranger o olhar pensando em eficiência global. Para tanto, faz-se necessário o conhecimento sistêmico do processo.

Melhorar individualmente as operações não garante eficiência produtiva. Para que esta seja maximizada, é necessária uma profunda análise do processo (SHINGO, 1996). O sistema será eficiente se seus recursos forem utilizados sem desperdícios (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2016).

Em tempos cada dia mais exigentes no quesito qualidade e produtividade, é improvável que uma empresa galgue níveis de sucesso e sobreviva no mercado sem eficiência. Devido a concorrências cada vez mais acirradas, a gestão da produtividade se torna essencial a nível estratégico (SILVA e VENANZI, 2013).

A produtividade dentro de um entendimento mais voltado para o processo de produção do que o processo produtivo como um todo não abrange a magnitude da produtividade, nem abraça a realidade de que a produção é parte do processo produtivo, sendo este o responsável por agregar valor. Essa compreensão de produtividade faz a eficiência do processo produtivo ser medida e determinada por meio de seus aspectos operacionais, como unidade de bens ou serviço por tempo. Com isso, os gargalos de produtividade passam a se referir ao mundo da produção, podendo não alcançar o valor agregado do processo produtivo (SILVA e VENANZI, 2013).

Para Francischini e Francischini (2017), o conceito de produtividade é abordado como sinônimo de eficiência. Segundo eles, essa nomenclatura é aceita em normas internacionais, como a ISO 9000, e grande parte das referências bibliográficas. Para Silva e Venanzi (2013), no entanto, a produtividade está voltada para a capacidade da organização na geração de produtos no seu processo produtivo, sendo a eficiência desse processo não restrita à produção, visto que a agregação de valor também necessita de outras etapas do processo produtivo. Para eles, produtividade está ligada ao conceito de eficácia e eficiência. A primeira, refere-se a quão próximo atingiu os objetivos pré-estabelecidos; a segunda, “relação entre o que se obteve e o que se consumiu em sua produção” (SILVA e VENANZI, 2013, p. 16). Seguindo o último entendimento, Fernandes e Godinho Filho (2016) dizem que os sistemas de produção são eficazes se seus objetivos são atingidos; eficientes, se houver utilização de recursos da

melhor forma possível, sem desperdícios; efetivos, quando são eficazes e eficientes ao mesmo tempo.

Dentro das organizações, algumas áreas se relacionam com a capacidade: confiabilidade, finanças, recursos humanos, sistemas de informações gerenciais, marketing, compras e operações. Nesta última, destacam-se estratégias de capacidade e níveis de capacidade (SILVA e VENANZI, 2013).

Antes de buscar investigar operações específicas, deve-se estudar globalmente o processo de execução de um trabalho, o que incluirá análises dos passos que consistem em um processo de fabricação (BARNES, 1977).

2.1.1. FLUXO DO PROCESSO

Dentro do estudo dos processos, e para melhor compreendê-los e geri-los, há uma técnica que há mais de cinco décadas é utilizada: elaboração e análise de fluxogramas. As nomenclaturas podem variar como, por exemplo, gráfico de procedimentos, gráfico de processos, fluxo de pessoas e papéis, fluxo de documentos, mas no geral é classificado como fluxograma qualquer gráfico que represente um fluxo (ARAUJO, 2011).

O fluxo do processo registra de modo sucinto a representação das etapas da execução de uma tarefa. Inicia-se com a entrada da matéria-prima, percorre todas as áreas e fases da transformação até chegar ao produto acabado. Esse registro pode ser realizado através de um ou mais departamentos e certamente surgirá focos de melhoria, como por exemplo a necessidade de eliminação das esperas entre operações, dentre outros, de modo a contribuir para produção de melhores produtos com menores custos (BARNES, 1977).

Há vários indicadores que escancaram os problemas no processo, dos quais o de maior sensibilidade é a formação de filas. As razões para tal eclosão são várias: “morosidade no atendimento, artifício técnico para manter o processo interno da unidade funcionando regularmente, como os famosos dias de pique (ou pico), como, por exemplo, último dia de pagamento, último dia para recebimento de contas, atendimento bancário no início do mês, compra de ingressos para grandes espetáculos apresentados em curta temporada ou, então, falhas no processo mesmo” (ARAUJO, 2011, p. 33), como o desbalanceamento de uma linha de produção, falta de capacidade produtiva, as taxas de chegada de determinada demanda superiores à capacidade de atendimento por hora, dentre outros.

O gráfico do fluxo do processo permite evidenciar operações que necessitam de análise mais cuidadosa (BARNES, 1977), e há vários modos e simbologias de representação,

como fluxograma de blocos, fluxograma esqueleto, fluxograma vertical e horizontal (ARAÚJO, 2011), dentre outros. Uma das simbologias bastante utilizadas para gerar os gráficos de fluxo é a *American Society of Mechanical Engineers* (ASME).

Os Gilbreth criaram um conjunto de 40 símbolos para realizar a esquematização dos gráficos de fluxo. Desse conjunto, quatro eram usados para suprir necessidades dos processos a fim de ajudar em uma estruturação clara e rápida. Mais tarde, a ASME incluiu o conceito de cinco símbolos (BARNES, 1977).

Figura 2 - Simbologia Gilbreth e ASME

Símbolos de Gilbreth				Símbolos da ASME				
Operação	Transporte	Inspeção	Armazenamento Ou espera	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Armazenamento

Fonte: Elaboração própria (2022)

Na ASME, as operações se tratam de uma modificação intencional nas características do objeto; o transporte é o deslocamento do objeto; a inspeção, a etapa para examinar ou comparar com um padrão de qualidade; a espera é resultado da não execução da atividade seguinte planejada; e o armazenamento é a manutenção de objetos sob controle, necessitando de autorização para sua retirada. Esses símbolos podem ser combinados em caso de atividades concomitantemente realizadas em uma única tarefa (BARNES, 1977).

A simbologia clássica de fluxogramas, ilustrada na Figura 3, conta ainda com mais um elemento, que representa a decisão. Outras simbologias são usadas para ambientes de serviço ou administrativo, como mostra a Figura 4.

Figura 3 - Simbologia clássica

Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Armazenagem	Ponto de decisão

Fonte: Adaptado de Berssaneti e Bouer (2013)

Figura 4 - Outras simbologias para fluxogramas

Operação	Processo ou subprocesso	Operação manual	Manual de início ou fim	Dados gerados	Documento	Banco de dados

Fonte: Adaptado de Berssaneti e Bouer (2013)

Para Araujo (2011), o estudo do processo deve passar por uma série de etapas com o objetivo de pôr o pesquisador em um trajeto de ação investigativa a fim de obter um resultado técnico de qualidade condizente com esse tipo de estudo. São elas:

- a. Escolher o processo a ser estudado;
- b. Coletar as etapas e representá-las graficamente;
- c. Analisar os métodos empregados no processamento;
- d. Implementar um novo processo;
- e. Manualizar o processo.

Para Barnes (1977), a execução de um gráfico do fluxo deve percorrer os seguintes passos:

- a. Determinar a atividade estudada;
- b. Estabelecer início e fim do gráfico;
- c. Executar em uma folha de papel contendo cabeçalho, descrição e sumário;
- d. Incluir no gráfico o fluxo do processo com a quantidade de cada operação, movimentação, distâncias percorridas, espera etc.;
- e. Obter planta do departamento mostrando localização de máquinas e pessoas;
- f. Desenhar na planta o fluxo de peças para realização de mapofluxogramas.

Segundo Berssaneti e Bouer (2013), é fundamental na elaboração de fluxogramas:

- a. Participação de todos os envolvidos;
- b. Obtenção de particularidades por meio de perguntas: o que ocorre primeiro? De onde vem o material ou informação: Como o material chega? Qual o ponto de decisão? Para onde vai o produto da operação? Quais os controles realizados?

Para os últimos autores, “qualquer processo empresarial, seja ele um processo de negócio ou um processo de suporte, pode ser registrado por meio de um fluxograma. A simbologia adotada não apresenta um padrão global, sendo normalmente responsabilidade [...] da empresa definir uma simbologia que melhor retrate a empresa, seus processos, sua linguagem e sua cultura” (BERSSANETI e BOUER, 2013, p. 40)

2.2. ESTUDO DE TEMPOS E CAPACIDADE PRODUTIVA

Uma das atribuições do gestor da produção é a busca pela qualidade da execução das atividades das pessoas envolvidas no processo, dada pela análise da maneira como se executa

o trabalho e avaliando o tempo dispendido para realizá-lo (SILVA e VENANZI, 2013). A falta de conhecimento sobre os tempos para finalizar uma ação colabora para que os funcionários diminuam sua produtividade (TAYLOR, 1990), dificultando a gestão da eficiência da organização, seja ela voltada para produção de bens ou serviços.

Nos padrões de medidas do trabalho, pode-se destacar dois estudos: o de tempos e o de movimentos. O primeiro foi introduzido por Taylor para determinar tempos padrão; o segundo, pelo casal Gilbreth para melhoria dos métodos de trabalho (BARNES, 1977).

O método mais utilizado para a medida do tempo é a cronometragem direta (BARNES, 1977), realizada geralmente por um homem em posse de um cronômetro de parada automática e folhas de registro. Essa aplicação constitui o desenvolvimento de uma ciência para substituir normas empíricas e pode ser realizada por pessoas comuns (TAYLOR, 1990).

No estudo de tempos, determina-se o tempo que um trabalhador experiente necessita para finalizar uma atividade específica e em ritmo normal de execução, denominado de tempo padrão para a operação, hoje usado com várias finalidades: programar e planejar o trabalho, determinar custos e preparo de orçamentos, estimar custos antes da fabricação, determinar eficiência da máquina, determinar tempo padrão (BARNES, 1977).

Para Silva e Venanzi (2013), os padrões de trabalho auxiliam o gestor a programar trabalho e alocar capacidade, definir quantidade de mão de obra para cálculo de custo, fornecer indicadores de desempenho e estabelecer padrões de medida. Esses padrões de trabalho serão atingidos por dados históricos, estudo de tempos, padrões predeterminados e amostragem do trabalho.

Na execução do estudo de tempo, faz-se necessário seguir alguns passos. Silva e Venanzi (2013) descreve-os como: definição da tarefa a ser estudada; identificação dos elementos da tarefa; cronometragem dos tempos de cada elemento, determinando o tempo médio e desvio padrão; determinação do tamanho da amostra; estabelecimento dos padrões, determinando o tempo normal – pela correção do tempo médio pelo fator de ritmo –, o tempo de ciclo – o tempo total da operação –, e o tempo padrão. Por sua vez, Barnes (1977) descreve-os como: obtenção e registro de informações sobre as operações e o operador; divisão da operação em elementos; observação e registro do tempo gasto pelo operador; determinação do número de ciclos a ser cronometrado; avaliação do ritmo do operador; verificação se o número de ciclos foi suficiente; determinação da tolerância; determinação do tempo padrão para a operação.

Antes da realização do estudo, os colaboradores deverão ser informados do seu objetivo. Além disso, a divisão da operação em elementos menores para cronometragens individuais de cada um é fundamental, visto que a melhor maneira para descrever uma operação é dividi-la. Assim, cada elemento da operação terá um tempo padrão específico (BARNES, 1977).

O estudo de tempos é dado por amostragem; assim, quanto maior o número de ciclos, mais representativo será o resultado obtido, de modo que quanto maior a variabilidade das leituras de uma subdivisão da operação, maior será o número de observações necessárias (BARNES, 1977).

Com base no exposto, o estudo de tempos será dado seguindo os passos descritos nas subseções de 2.2.1 a 2.2.5. Por fim, com base no estudo, obtém-se a capacidade produtiva na subseção 2.2.6.

2.2.1. Determinação do tamanho amostral

Através da média dos tempos cronometrados para cada elemento da operação, determina-se o tamanho amostral. Barnes traz a Equação 1:

$$\sigma\tilde{x} = \frac{\frac{1}{N} \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sqrt{N'}} \quad (1)$$

Em que $\sigma\tilde{x}$ representa o desvio padrão da distribuição por amostragem da média; N, o número efetivo de observações do elemento; X, leitura do cronômetro; N', número de observações necessárias para prever o tempo verdadeiro (BARNES, 1977). Silva e Venanzi apresentam a Equação 2:

$$n = \left[\left(\frac{z}{p} \right) \left(\frac{\sigma}{t_m} \right) \right]^2 \quad (2)$$

Onde n é o tamanho da amostra necessária; p, a precisão; t_m , tempo médio preliminar; σ , o desvio padrão; z, a quantidade de desvios padrão necessários para o nível de confiança desejado (SILVA e VENANZI, 2013).

Peinado e Graeml apresentam a Equação 3 para cálculo do tamanho amostral:

$$n = \left(\frac{z \cdot R}{E_R \cdot d_2 \cdot x_{barra}} \right)^2 \quad (3)$$

No qual n corresponde ao número de ciclos a serem cronometrados; x_{barra} , à média dos tempos das operações; R , à amplitude; z e d_2 são tabelados; E_R é o erro relativo (PEINADO e GRAEML, 2007).

O grau de confiabilidade utilizado geralmente é de 90% e 95%, com erro relativo entre 5% e 10%. Desse modo, caso uma média de cronometragem seja 10 segundos com confiabilidade 95% e erro de 5%, há 95% de chance de o tempo da atividade variar entre 9,5 segundos e 10,5 segundos (PEINADO e GRAEML, 2007).

As Tabelas 1 e 2 abaixo trazem os valores dos coeficientes utilizados.

Tabela 1 - Coeficiente de distribuição $z_{\alpha/2}$

Coeficiente 100(1- α) %	90%	95%	99%
$Z_{\alpha/2}$	1,645	1,960	2,575

Fonte: Adaptado de Werkema (2014)

Tabela 2 - Coeficiente em função do número de cronometragem d_2

Tamanho amostra	10	09	08	07	06	05
d_2	3,078	2,970	2,847	2,704	2,534	2,326

Fonte: Adaptação¹

2.2.2. Tempo Médio e Fator de Ritmo

O tempo médio é a média dos tempos cronometrados para cada elemento da operação. O fator de ritmo é a velocidade do operador, e avaliá-la é uma das partes mais importantes de um estudo de tempos. A determinação dessa velocidade, no entanto, é feita de modo subjetivo pelo cronoanalista. Para velocidade normal, considera-se um fator de ritmo de 100%; acima do normal, superior a 100%; abaixo do normal, inferior a 100% (PEINADO e GRAEML, 2007).

Enquanto o pesquisador registra os dados, ele avalia a velocidade do operador em relação à sua opinião de qual seria a velocidade normal para a operação em estudo. O ritmo avaliado será aplicado ao tempo representativo para obtenção do tempo normal para o elemento da operação (BARNES, 1977).

¹ Dados extraídos do site <http://www.de.ufpb.br/~luiz/CEQ/Tabela.pdf>

2.2.3. Tempo Normal

Para determinar o tempo em que uma atividade é executada, deve-se considerar a velocidade com que um operador a realiza (PEINADO e GRAEML, 2007). A Equação 4 ilustra como esse cálculo deve ser realizado.

$$TN = TC . V \quad (4)$$

TN representa o tempo normal, TC o tempo cronometrado e V a velocidade do operador.

2.2.4. Fator de Tolerância

O tempo normal calculado diz respeito apenas ao tempo necessário para a execução da atividade, ele não inclui a variável de ritmo. Para cálculo do tempo padrão, no entanto, deve-se considerar as interrupções ao longo do processo (BARNES, 1977).

$$FT = \frac{1}{1 - p} \quad (5)$$

FT é o fator de tolerância e p é o percentual de tempo ocioso (PEINADO e GRAEML, 2007).

2.2.5. Tempo Padrão

O tempo padrão (TP) será calculado multiplicando o tempo normal (TN) pelo fator de tolerância (FT) para compensar o período em que o operador não trabalha, visto que é real a interrupção das atividades por necessidades pessoais ou motivos outros (PEINADO e GRAEML, 2007).

$$TP = TN . FT \quad (6)$$

O estudo de tempos, estruturado na Administração Científica de Taylor, é uma metodologia que perdurou no tempo e continua sendo bastante utilizada para estabelecimento de padrões e custos industriais (NEUMANN, 2015).

2.2.6. Capacidade produtiva

Após o estudo de tempos, e em posse do tempo padrão, pode-se realizar o cálculo da capacidade produtiva (CP), que é o tempo total da jornada de trabalho (TD) dividido pelo tempo padrão (TP).

$$CP = \frac{TD}{TP} \quad (7)$$

2.3. FERRAMENTAS DA QUALIDADE

A utilização das ferramentas da qualidade é importante para a gerência, pois auxilia na construção de indicadores e são termômetros para tomada de decisão. No entanto, é fundamental que haja ponderação em seu uso; caso contrário, os resultados podem não colaborar para a construção do alcance das metas e dos objetivos das organizações.

Pensando no potencial competitivo das empresas, e a necessidade de melhor gerir os seus processos e sua produtividade, é importante que o gerente volte seu olhar para a qualidade, indo de encontro a métodos que auxiliam na garantia de produtos e serviços ofertados atendendo às exigências dos clientes (DEFEO e JURAN, 2015).

Dentre as ferramentas da qualidade, é possível destacar: coleta de dados/estratificação, diagrama de causa e efeito, histograma, diagrama de dispersão, gráfico de controle, diagrama de linha do tempo, fluxograma, folha de verificação e diagrama de Pareto. Dentre elas, destacam-se três.

2.3.1. Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta fundamental a ser utilizada para analisar processos e implantar melhorias, pois é útil no registro dos fluxos, apresentando um retrato do estado atual de execução do processo (BERSSANETI, 2013). Essa ferramenta utiliza símbolos já trazidos nas Figuras 2, 3, 4 deste trabalho.

2.3.2. Folha de Verificação

Esta ferramenta é uma espécie de lista de itens. Nela, há uma relação a ser conferida e geralmente é utilizada para conferir número de itens defeituosos, localização e causa de defeitos (ARAUJO, 2011).

Quadro 1 - Folha de verificação

Produto: unidade receptora LMA Data: 09/09/1993 Nome: Lima Lote: 80 Total examinado: 120		
TIPOS DE DEFEITOS	CONTAGEM DE DEFEITOS	SUBTOTAL
Granulado		15
Sem cor		3
Cor distorção		8
Total		26

Fonte: Adaptado de Araujo (2011)

2.3.3. Diagrama de Pareto

Este diagrama é utilizado quando se deseja evidenciar a relevância de dada ocorrência. Ele destaca os pontos de maior influência sobre um fato estudado, ajudando a identificar os porquês (ARAUJO, 2011).

Por volta de 1897, Vilfredo Pareto desenvolveu modelos que descreviam a distribuição das riquezas de seu país. Ele conclui que 20% dos cidadãos detinham cerca de 80% da riqueza, de modo que, aos demais 80% dos cidadãos restava 20% da riqueza, o que ficou conhecido como regra do 80-20 (BERSSANETI e BOUER, 2013).

3. METODOLOGIA

3.1. TIPO DE PESQUISA

Segundo Silva e Menezes (2005), as formas clássicas de classificar uma pesquisa são de acordo com a Natureza, Abordagem do Problema, Objetivos e Procedimentos Técnicos. Seguindo esta classificação, pode-se apontar que a pesquisa apresentada neste estudo pode ser classificada como:

- Segundo a Natureza: o presente trabalho é classificado como Pesquisa Aplicada, pois está voltado para a solução de um problema real conhecido, embora não concretize a implementação no ambiente estudado.
- Segundo a abordagem: é uma combinação de duas classificações. Qualitativo, pelo fato de o ambiente de estudo ter sido o fornecedor direto dos dados coletados, focando no entendimento do objeto de estudo; quantitativo, por traduzir em termos numéricos as observações realizadas.
- Segundo os objetivos: esta pesquisa é exploratória e descritiva. Exploratória, pela conceituação de Silva e Menezes (2005), tem como foco explicitar um problema ou construir hipóteses; descritiva, porque descreve características de dado fenômeno, população ou relação entre variáveis.
- Segundo os procedimentos: o trabalho em questão é um estudo de caso, pois investiga os aspectos específicos de um fenômeno ocorrido em uma empresa. Além disso, se procedeu como uma pesquisa ação, pois a pesquisadora fez parte da empresa.

3.2. COLETA DE DADOS

A coleta de dados para a realização da pesquisa foi feita a partir de entrevistas informais com o sócio-diretor da empresa, com a responsável pelo setor de compras e o chefe de cozinha, a fim de conhecer a conjuntura da empresa, as problemáticas enfrentadas e os produtos de maior relevância no consumo e faturamento, além de informações sobre o processo produtivo para que este fosse conhecido e mapeado por meio dos fluxogramas. Além disso, a pesquisadora ainda realizou observação direta para compreender e registrar

informações sobre o processo produtivo, atividades realizadas e possíveis problemas de fila e atraso observados.

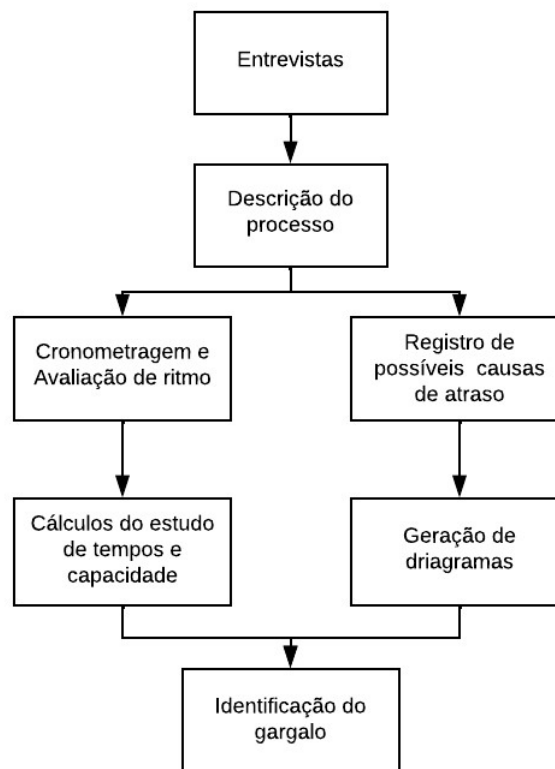
Em seguida, foram realizadas, durante doze dias – sempre às sextas-feiras, sábados e domingos do mês de janeiro de 2020 –, medições dos tempos das atividades internas da cozinha do estabelecimento, anotações da frequência de potenciais causas de atrasos e cronometragem dos tempos das operações que resultam no tempo em que a pizza será entregue no salão ou enviada para o *delivery* e balcão. Ao todo, foram feitos 150 acompanhamentos de pedidos de pizzas, desde a impressão da comanda até sua entrega ao salão ou ao atendimento, o que permitiu coletar dados sobre tempo das etapas, tempo de espera entre as etapas e o tempo total que a pizza levava para ser concluída.

A cronometragem se deu de modo contínuo, sem zerar o cronômetro, mas registrando o momento inicial e final de cada etapa.

3.3. ETAPAS DA PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS

A figura ilustra as etapas para realização da pesquisa:

Figura 5 - Etapas da pesquisa



Fonte: Elaboração própria (2022)

Após entrevistas, onde foi possível compreender e descrever o processo, foram realizadas as cronometragens dos tempos das operações, a avaliação do ritmo do trabalho e o registro de possíveis causas de atraso no processo, tudo com base em observações, concluindo com a identificação do gargalo.

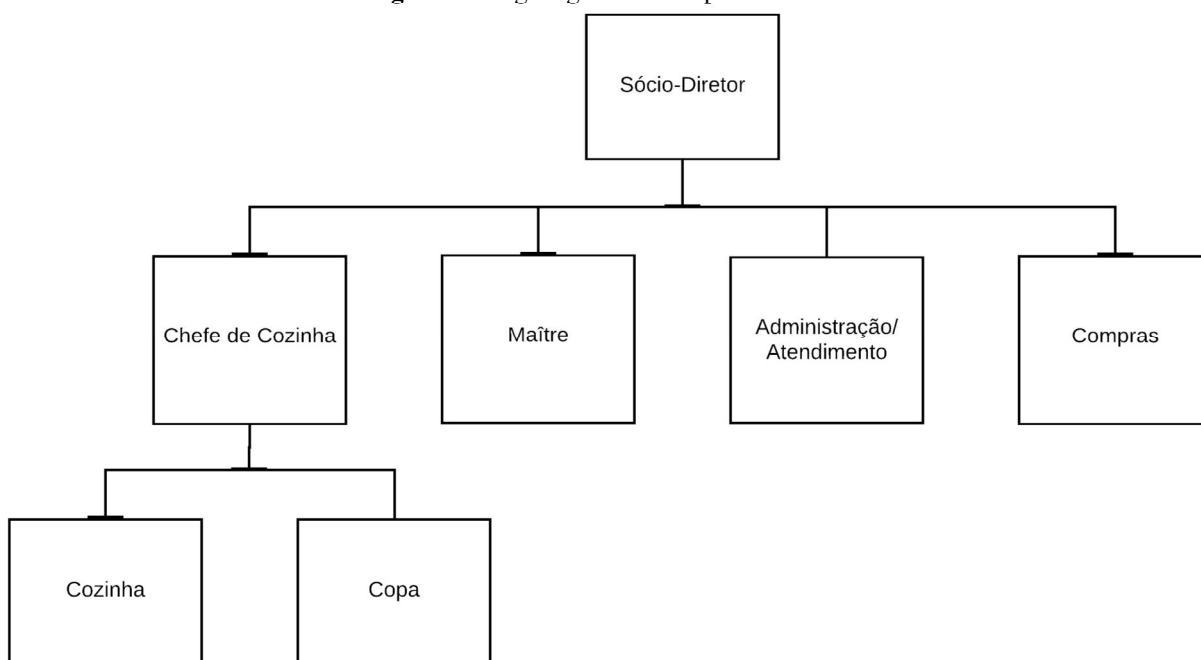
4. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO

A empresa estudada é uma das unidades de uma Rede de Pizzarias localizada nas cidades de João Pessoa-PB e Santa Rita-PB, distribuída, no primeiro município, entre os bairros Aeroclube, Bancários, Bessa e Tambaú. A unidade alvo deste estudo fica localizada no bairro dos Bancários, funcionando de quarta-feira a domingo, das 18h às 22h30min para o público, tendo a produção na cozinha funcionando até 22h40min. Nas sextas-feiras e nos sábados, o local oferece a opção de rodízio, e nas quartas-feiras e quintas-feiras há promoções de combos.

À época, o estabelecimento contava com um quadro de 22 funcionários da casa, além dos temporários, distribuídos na estrutura organizacional representada na Figura 6.

Figura 6 - Organograma da empresa estudada

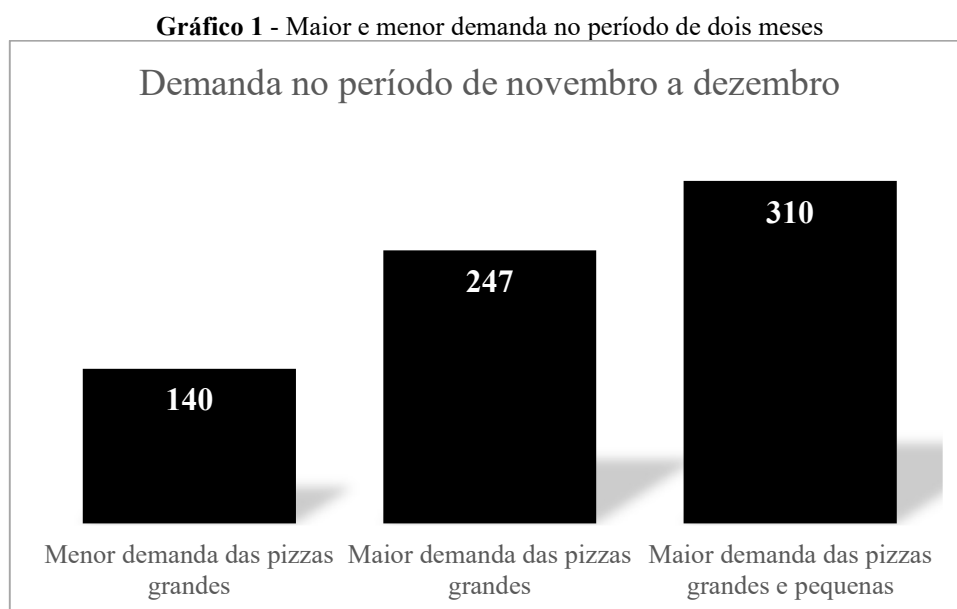


Fonte: Elaboração própria (2022)

O produto principal fornecido aos clientes, o qual também representa maior fatia do faturamento e da lucratividade, é a pizza. Esta varia em tamanho, pequena ou grande, e em sabores, que são 27 tipos entre salgados ou doces, podendo também vir ou não com borda recheada. Além das pizzas, há outros produtos no cardápio, como refrigerantes e sucos.

De acordo com dados divulgados referentes aos meses de novembro e dezembro de 2019, a demanda de pizzas grandes variou entre 140 e 247 unidades por dia, menor e maior

consumo, respectivamente, no período de dois meses, concernente aos finais de semana. Considerando também as pizzas pequenas, a demanda no mesmo período chegou no máximo a 310 unidades. Os maiores volumes de pedidos ocorreram nos finais de semana e são, segundo relatado, padrão de demanda durante o ano.

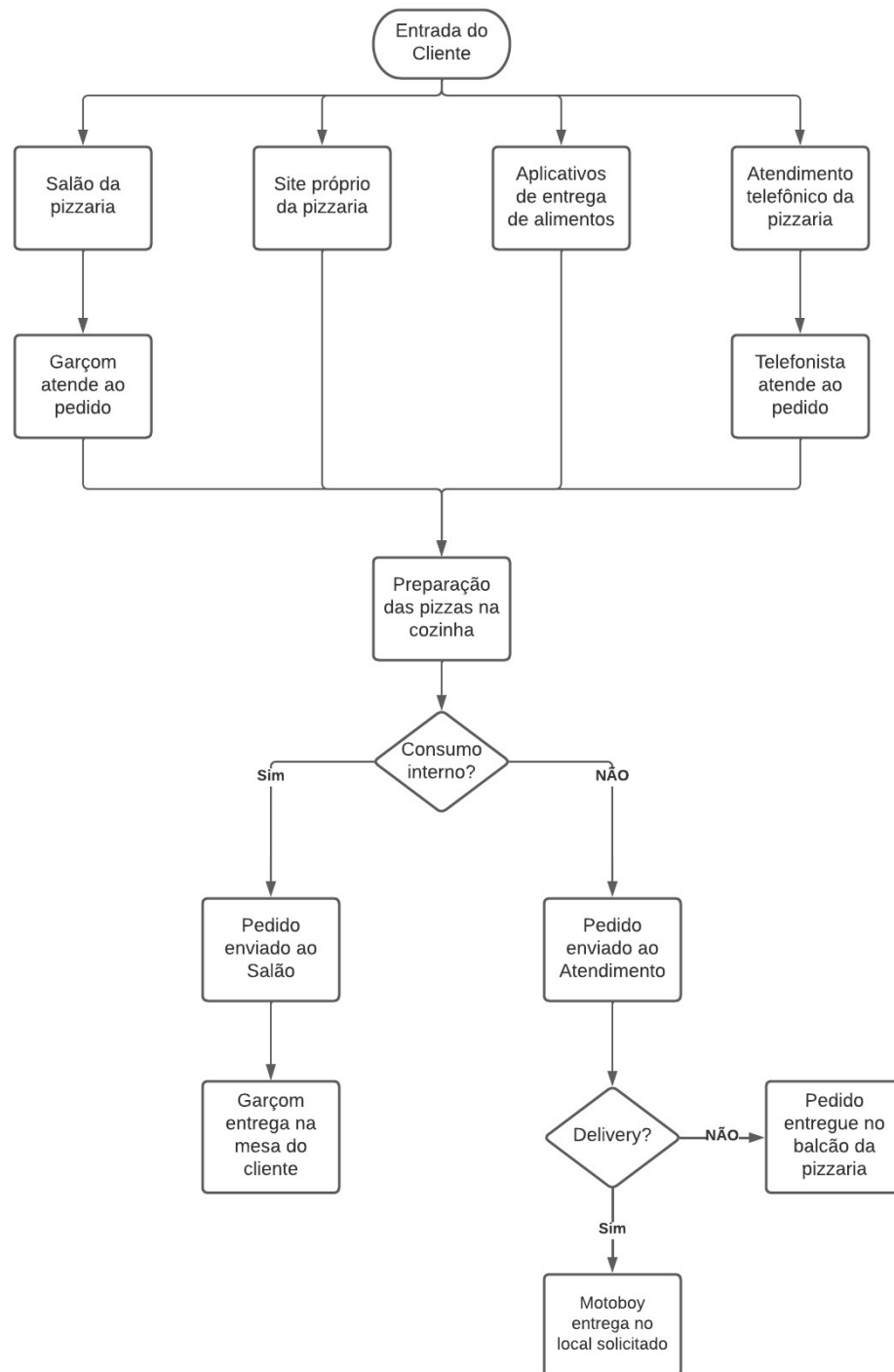


Fonte: Elaboração própria (2022)

O gráfico acima ilustra o número de pedidos durante um intervalo de dois meses, os meses mais movimentados do ano. Não foram fornecidas informações detalhadas com o histórico completo dessas demandas por tipo de pizza, mas de modo geral estas não costumam superar 250 pedidos, entre grandes e pequenas, segundo a empresa.

A área interna da pizzaria é dividida entre um salão amplo com 44 mesas e uma região para espera dos clientes em dias de casa cheia ou retirada de pedidos, além de um espaço *kids*; banheiros masculino e feminino; cozinha e copa, junto com uma área aberta, onde é servida a janta dos funcionários; a direção; a sala onde fica localizado o caixa, o atendimento por telefone e recebimento das pizzas *delivery* e balcão; área de montagem das caixas de papelão para entrega, juntamente com os motoboys.

O início do processo, a partir dos canais de atendimento ao cliente, é dado de quatro modos distintos, de acordo com a opção do consumidor: salão, ligação telefônica, aplicativo de alimentação ou o site da empresa. Abaixo, a Figura 7 ilustra o descrito.

Figura 7 - Fluxograma de atendimento

Fonte: Elaboração própria (2022)

O registro dos pedidos por meio do garçom, telefone e site era realizado em sistema diferente do usado para efetivar os pedidos dos aplicativos de alimentação. Na tentativa de unificar essas informações em um único sistema, houve a troca por um terceiro software. À época da pesquisa, o estabelecimento estava em período de transição e impossibilitado de

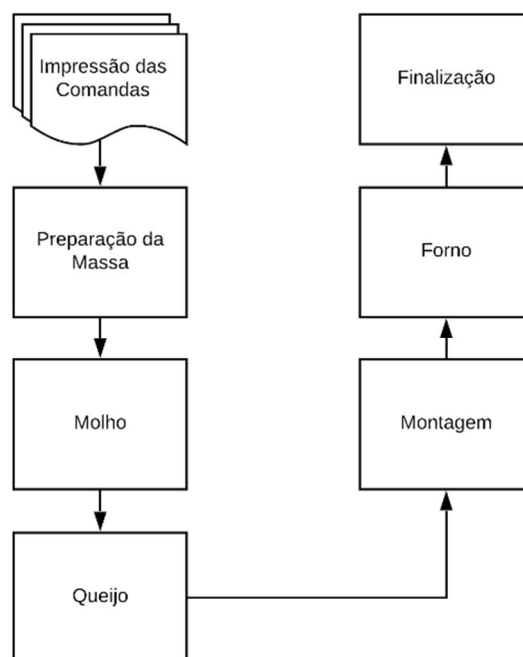
realizar cruzamentos e filtragem de dados detalhados de demanda por tipo de produto e canal de atendimento ao cliente.

Durante entrevistas e visitas ao estabelecimento, o proprietário levantou dúvida sobre a necessidade de abertura de uma cozinha à parte para atendimento dos pedidos por *delivery*, visto que em alguns momentos a demanda é elevada e a cozinha é pequena, gerando incerteza sobre a capacidade de fabricação do alimento objeto da pesquisa.

4.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Na cozinha, há uma série de etapas realizadas. A produção da pizza é dada por uma montagem sob encomenda para os pedidos à la carte, ou seja, só há produção se houver pedido. No caso dos rodízios que ocorrem nas sextas-feiras e sábados, começa-se a produção de pequenos estoques de pizzas prontas para rodar no salão e o reabastecimento acontece de acordo com a diminuição desse pequeno estoque ao longo da noite. Há um outro processo que ocorre antes da abertura da cozinha ao público, que é a preparação das matérias-primas utilizadas na montagem. O foco deste trabalho, no entanto, é o processo que ocorre após a comanda ser emitida pela impressora, dando início ao preparo das pizzas que serão de fato consumidas, conforme fluxograma mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma da produção na cozinha



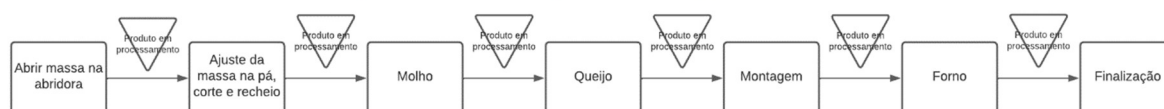
Fonte: Elaboração própria (2022)

Como ilustrado na Figura 8, o processo de produção de pizza analisado conta com seis etapas: massa, molho, queijo, montagem – onde se põe o recheio de acordo com o sabor –, forno e finalização, sendo distribuídas entre elas duas pessoas na primeira etapa, uma na segunda, uma na terceira, duas na quarta e duas na sexta; a quinta etapa é o forno.

Quando a comanda sai na impressora, um pizzaiolo pega e abre a massa na máquina abridora e dobra-a. Outro pizzaiolo pega a massa dobrada e põe-na aberta na pá de madeira, faz a borda recheada (caso tenha), ou corta no formato de um prato, caso seja pizza pequena, passando para a etapa de molho, onde um auxiliar de cozinha irá realizar a atividade. Outro auxiliar põe o queijo e passa para a bancada de montagem. Nesta etapa, dois pizzaiolos irão rechear a pizza de acordo com o sabor solicitado na comanda e posteriormente põem no forno esteira, que tem capacidade de assar até 6 pizzas de uma vez. Saindo do forno, a pizza é pega por um auxiliar de cozinha e posta na bancada de finalização, para ser dividida em pedaços e colocados os últimos ingredientes. Esse processo será ilustrado na subseção 4.2.1 FLUXOGRAMA DE OPERAÇÕES. Caso o pedido seja para o salão, o alimento é posto em uma tábua de madeira; caso seja *delivery* ou balcão – cuja proporção não foi informada –, é posto em uma caixa de papelão de mesmo formato.

O volume maior de pedidos inicia após às 19h, mas a partir das 18h as massas são abertas mesmo sem a existência de comandas, criando dois tipos de estoques no início do processo. O primeiro é de massas abertas/esticadas que foram dobradas e colocadas sobre a bancada, e esse estoque irá servir para pizzas grandes com borda e pequenas com ou sem borda. O segundo é de massas abertas já na pá de madeira, que servirá para as pizzas grandes sem borda. Quando uma comanda chega, estas vão direto para a etapa do molho. Ao longo da noite, com a chegada de novos pedidos, às vezes até cinco comandas por minuto ou mais, esses pequenos estoques formados propositalmente são consumidos e surgem filas de espera de comandas para a feitura das pizzas, além de filas de espera de produtos em processamento entre as etapas.

Figura 9 - Espera de produtos em processamento



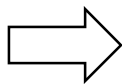
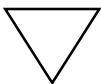
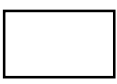
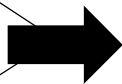
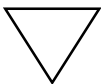
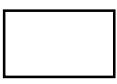
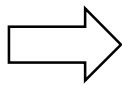
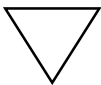
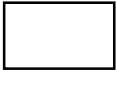
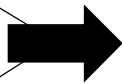
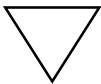
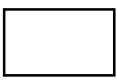
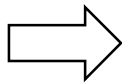
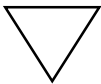
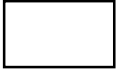
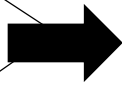
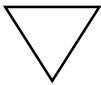
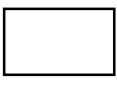
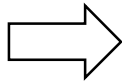
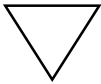
Fonte: Elaboração própria (2022)

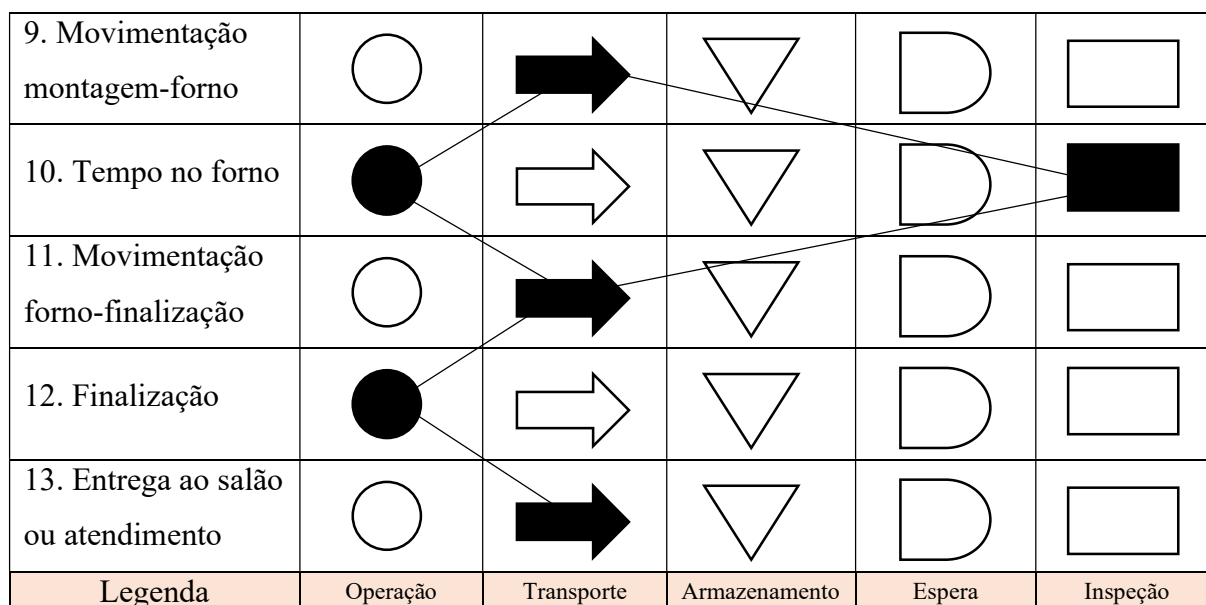
A sequência de produção das pizzas segue a ordem de chegada das comandas, ou seja, o primeiro que entra é o primeiro que sai, exceto em situações em que os pedidos são individualmente priorizados, ou há um excesso de pedidos de rodízios, no caso dos sábados. Na última situação, o rodízio passa à frente, mas a regra é ser por ordem de chegada da emissão da comanda.

4.2.1. FLUXOGRAMA DE OPERAÇÕES

A fim de melhor visualizar as etapas do processo produtivo na cozinha, foi elaborado um fluxograma das operações da produção apresentado na Figura 10. Conforme representação, observa-se a existência de movimentação, porém na prática é muito pequena, leva 3s ou menos entre uma etapa e outra, que é o tempo que um funcionário realiza para passar a pá de madeira a um colega que está ao seu lado, a uma distância de aproximadamente 80cm. Pela inviabilidade de dar precisão a esse registro de poucos segundos, e a fim de facilitar os cálculos, os valores de deslocamento foram incorporados ao tempo da operação precedente.

Figura 10 - Fluxograma de operações

Etapas	Símbolo				
1. Preparação da Massa					
3. Movimentação massa-molho					
4. Pôr o molho					
5. Movimentação molho-queijo					
6. Pôr o queijo					
7. Movimentação queijo-montagem					
8. Rechear conforme sabor					



Fonte: Elaboração própria (2022)

A operação de preparação da massa contém dois elementos, um que abre a massa na máquina e outra que molda na pá, cada um desempenhado por pessoas distintas. Eles serão tratados separadamente na subseção 4.3. ESTUDO DE TEMPOS E CAPACIDADE.

O tempo no forno foi considerado operação e inspeção, pelo fato de que é verificado por um auxiliar de cozinha se a massa está no ponto, pronta para consumo, para só então retirá-la. Na prática, todos inspecionam quando recebem a pizza da etapa anterior.

Como ilustrado na Figura 9, ao longo do processo surgem filas de esperas com o aumento da demanda. Essas filas não foram representadas na Figura 10, mas serão ao final da subseção 4.3, após o estudo de tempo, quando esses valores serão conhecidos.

4.3. ESTUDO DE TEMPOS E CAPACIDADE

Sendo um dos objetivos deste trabalho medir a capacidade produtiva, foi calculado o tempo padrão de produção a partir do estudo de tempos. Para realização dos cálculos do tempo padrão, foram selecionados os tempos apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Tempos cronometrados

Afinar e Abrir	Abrir na pá	Molho	Queijo	Montagem	Forno	Finalização
00:21	00:29	00:20	00:21	01:21	03:30	00:25
00:20	00:30	00:33	00:15	01:31	03:10	00:21
00:25	00:33	00:23	00:22	00:58	03:37	00:24
00:22	00:28	00:24	00:28	01:26	03:19	00:29

00:21	00:29	00:25	00:15	01:38	03:27	00:35
00:21	00:30	00:19	00:30	01:06	03:36	00:29
00:24	00:29	00:15	00:25	00:53	03:18	00:23
00:25	00:28	00:31	00:21	01:19	03:08	00:28
00:23	00:28	00:22	00:28	01:27	03:59	00:33
00:22	00:29	00:24	00:27	01:54	03:16	00:18

Fonte: Elaboração própria (2022)

A partir dos tempos acima, encontra-se o número de ciclos necessários para cada etapa da produção das pizzas grandes e sem borda.

4.3.1. Número de ciclos necessários

Com base nos tempos – em minutos – da Tabela 3, para cada etapa do processo foram realizados os cálculos das médias, amplitudes e número de ciclos necessários para cada um, conforme demonstrado abaixo – em segundos – na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores para cálculo do número de ciclos necessários

Valores de cálculo	Afinar a massa na máquina	Ajustar massa na pá de madeira	Pôr o molho	Pôr o queijo	Montagem (recheio)	Forno	Finalização
Média	22	29	24	23	81	206	26
Máximo	25	34	34	31	113	239	34
Mínimo	20	28	15	15	53	188	18
Amplitude	5	6	19	16	60	51	16

Fonte: Elaboração própria (2022)

Considerando um erro e uma confiança de 10% e 90%, correspondendo aos coeficientes 3,078 e 1,645, respectivamente, é possível calcular o número de ciclos necessários a partir da Equação (3), outrora apresentada.

Substituindo na Equação (3) os dados da Tabela 4, referente a afinar a massa na máquina, e substituindo também os valores dos coeficientes, obtém-se o número de cronometragens desejado para essa primeira etapa do processo.

$$n = \left(\frac{z \cdot R}{E_R \cdot d_2 \cdot x_{barra}} \right)^2 = \left(\frac{1,645 \cdot 5}{0,1 \cdot 3,078 \cdot 22} \right)^2 = \left(\frac{8,225}{6,7716} \right)^2 = 1,475$$

Repetindo o mesmo cálculo para todas as etapas, chega-se à Tabela 5 abaixo:

Tabela 5 - Número de ciclos desejados

Valores de cálculo	Afinar a massa na máquina	Ajustar massa na pá de madeira	Pôr o molho	Pôr o queijo	Montagem (recheio)	Forno	Finalização
Número de Ciclos	1,475	1,222	17,90	13,82	15,67	1,75	10,81

Fonte: Elaboração própria (2022)

Conclui-se que a abertura da massa necessita de 02 ciclos; o ajuste na pá, 02 ciclos; o molho, 18 ciclos; o queijo, 14 ciclos; a montagem, 16 ciclos; forno, 02 ciclos; finalização, 11 ciclos. Molho, queijo, montagem e finalização necessitam de cronometragens adicionais para completarem o número de ciclos necessários. As cronometragens adicionais foram extraídas da folha de registro de tempos. O resultado é a Tabela 6 abaixo.

Tabela 6 - Médias das etapas de produção das pizzas

Valores de cálculo	Afinar a massa na máquina	Ajustar massa na pá de madeira	Pôr o molho	Pôr o queijo	Montagem (recheio)	Forno	Finalização
Médias (em segundos)	22	29	23	24	86	206	26

Fonte: Elaboração própria (2022)

4.3.2. Tempo Normal

O Tempo Normal (TN) será sua velocidade de operação multiplicada pelo tempo cronometrado (TC), sendo este a soma das médias cronometradas por operação.

$$TC = 22 + 29 + 23 + 24 + 86 + 206 + 26 = 416$$

A substituição desses valores na Equação (4) resulta no tempo normal.

$$TN = TC \cdot V = 416 \cdot 0,95 = 395,2$$

Com o tempo normal de 395,2 segundos para uma pizza, o que correspondendo a 6,6 minutos, calcula-se o tempo padrão considerando um fator de tolerância.

4.3.3. Fator de Tolerância (FT) e Tempo Padrão (TP)

Considerando que a produção das pizzas inicia às 18h encerrando às 22h40min, são 4h40min de atividades. Foram adotados 30 minutos de tempo permissivo. A partir disso, pode-se extrair o coeficiente utilizado para o cálculo do FT.

$$p = \frac{0,5h}{4,67h} = 0,107 = 10,7\%$$

O fator de tolerância, portanto, é:

$$FT = \frac{1}{1 - 0,107} = 1,12$$

Com TN e FT obtidos, o tempo padrão será calculado pela Equação (6):

$$TP = TN . FT = 395,2 . 1,12 = 442,7$$

Tabela 7 - TC, V, TN, FT e TP da produção de pizzas

Etapas processo	TC	V	TN	FT	TP
Produção de pizzas	416	0,95	395,2	1,12	442,7

Fonte: Elaboração própria (2022)

Chega-se a um tempo padrão de 442,7 segundos, correspondendo a 7,4 minutos para produção de uma pizza grande sem borda. Com esse tempo, pode-se calcular a capacidade produtiva da cozinha.

4.3.4. Capacidade Produtiva (CP)

A capacidade produtiva será o tempo total da jornada de trabalho, ou seja, das 18h às 22h40, correspondendo a 4h40min ou 280min de trabalho, dividido pelo tempo padrão.

$$CP = \frac{TD}{TP} \quad (8)$$

$$CP = \frac{280 \text{ min}}{7,4 \text{ min}} = 37$$

Contando com 08 colaboradores na linha de produção, tem-se uma capacidade produtiva de 296 pizzas grandes sem borda.

Se considerados os demais tipos de pizza, grandes e pequenas, com e sem borda, os tempos da Tabela 8 devem ser considerados para efeitos de cálculo.

Tabela 8 - Tempo total de preparação da massa por tipo de pizza

Tipo de pizza	Abrir massa	Pôr massa na pá	Cortar a massa	Preparar para recheio	Recheiar e fechar borda	Tempo Total
Pizza grande sem borda	22	29	0	0	0	51
Pizza grande com borda	22	29	0	20	60	131
Pizza pequena sem borda	22	29	20	0	0	71
Pizza pequena com borda	22	29	30		40	121

Fonte: Elaboração própria (2022)

Com o tempo de preparação da massa por tipo de pizza, é possível calcular o tempo de feitura por tipo e a capacidade produtiva.

Tabela 9 - Tempo cronometrado por tipo pizza

Tipo de pizza	Preparação da massa	Molho	Queijo	Montagem	Forno	Finalização	TC
Pizza grande sem borda	51	23	24	86	206	26	416
Pizza grande com borda	131	23	24	86	206	26	496
Pizza pequena sem borda	71	23	24	86	206	26	436
Pizza pequena com borda	121	23	24	86	206	26	486

Fonte: Elaboração própria (2022)

Tabela 10 - TC, TN, TP, CP por tipo de pizza

Tipo de pizza	TC	V	TN	FT	TP	TP (min)	CP (1op)	CP (8op)
Pizza grande sem borda	416	0,95	395,2	1,12	442,7	7,4	37	296
Pizza grande com borda	496	0,95	471,2	1,12	527,7	8,8	31	248
Pizza pequena sem borda	436	0,95	414,2	1,12	463,9	7,7	36	288
Pizza pequena com borda	486	0,95	461,7	1,12	517,1	8,6	32	256

Fonte: Elaboração própria (2022)

Pelo estudo de tempo, obteve-se tempo padrão variando entre 7 minutos e 9 minutos, de acordo com o tipo de pizza.

Durante anotação das cronometragens, na contramão dos tempos padrão obtidos, registrou-se tempos de feitura da pizza variando de 05:28 minutos a 30:50 minutos, uma amplitude de 25:21 no domingo. No sábado, os tempos de produção de uma pizza variaram de 06:47 minutos a 41:24 minutos, uma amplitude de 34:37 minutos. Nas sextas, a variação foi de 06:33 minutos a 21:03 minutos, com amplitude de 14:31 minutos. Essa elevação nos tempos ocorre quando há formação de filas e os tempos de espera entre as etapas são somados ao tempo padrão.

Considerando apenas os tempos de produção das pizzas sem borda referentes aos domingos, a Figura 10 da subseção 4.2.1 pode ser atualizada para a Figura 11, de modo a apresentar os tempos de espera entre etapas quando há formação de filas entre elas.

Figura 11 - Fluxograma das operações com tempos de espera

Etapas	Distância	Tempo (minutos)	Símbolo				
1. Espera para preparo da massa	-	00:00 a 25:18					
2. Preparação da Massa	-	00:51					
3. Deslocamento massa-molho	80 cm	-					
4. Espera para pôr o molho	-	00:00 a 04:16					
5. Pôr o molho	-	00:23					
6. Deslocamento molho-queijo	80 cm	-					
7. Espera para pôr o queijo	-	00:00 a 01:43					
8. Pôr o queijo	-	00:24					
9. Deslocamento queijo-montagem	80 cm	-					
10. Espera para pôr recheio	-	00:00 a 05:26					
11. Rechear conforme sabor	-	01:26					
12. Deslocamento montagem-forno	80 cm	-					
13. Espera para pôr no forno	-	00:00 a 02:27					
14. Tempo no forno	-	03:26					
15. Deslocamento forno-finalização	80 cm	-					

16. Espera para finalizar	-	00:00 a 04:27					
17. Finalização	-	00:26					
18. Entrega ao salão ou atendimento	50 cm	-					
Legenda	Distância	Tempo	Operação	Transporte	Armazenamento	Espera	Inspeção

Fonte: Elaboração própria (2022)

Comparando os resultados da Tabela 10 com o Gráfico 1, encontrado na seção 4.1 deste trabalho, não é possível afirmar que não há possibilidade de a demanda exceder a capacidade produtiva. Dependendo da combinação dos pedidos por tipo de pizza, há possibilidade de a demanda ser superior à capacidade, no entanto, durante a realização da pesquisa a elevação dos tempos de feitura das pizzas não esteve ligada a essa questão, indicando existência de outros fatores – como os tempos de espera indicados na Figura 11 – que serão apresentados e discutidos na seção seguinte.

4.4. IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS CAUSAS DE ATRASOS

Durante a observação do funcionamento das atividades produtivas especificamente dos sábados e domingos, foram registradas, em uma folha de verificação, possíveis causas de atraso nos tempos de produção e suas respectivas frequências de ocorrência, a partir da qual foi gerada a Tabela 11.

Tabela 11 - Frequência das possíveis causas observadas

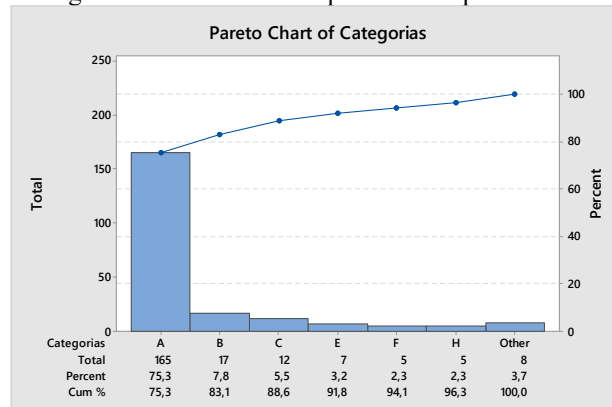
Categoria	Sábado	Domingo	Total	%
	Frequência			
A. Espera entre as etapas de produção	93	72	165	75,34%
B. Um auxiliar de cozinha para duas operações distintas	15	2	17	7,76%
C. Pausas para reabastecer a cuba de ingredientes	7	5	12	5,48%
D. Higienização pessoal dos pizzaiolos e auxiliares	2	2	4	1,83%
E. Forno ocupado	4	3	7	3,20%
F. Ausência de pessoal na bancada de trabalho	4	1	5	2,28%
G. Funcionários conversando	2	0	2	0,91%

H. Dúvidas ou erros na comanda	3	2	5	2,28%
I. Pedidos de informação	1	1	2	0,91%

Fonte: Elaboração própria (2022)

Da frequência, foi plotado um Diagrama de Pareto a fim de expressar graficamente o fator de maior influência dentre os resultados.

Figura 12 - Diagrama de Pareto das frequências das possíveis causas de atraso

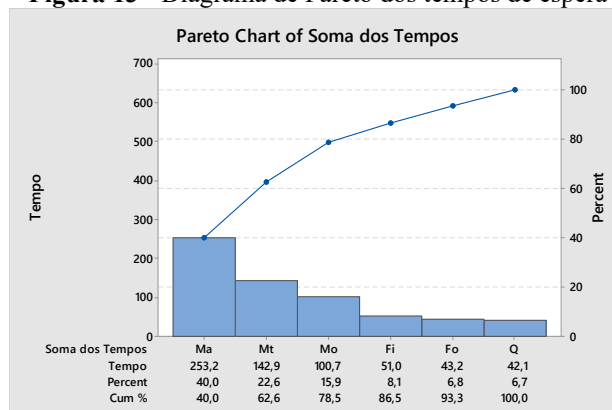


Fonte: Elaboração própria (2022)

Observou-se que o maior impacto sobre o tempo final da pizza é a existência dos tempos de espera dentro do processo produtivo, correspondendo a 75% das ocorrências, seguido por uma redução de capacidade produtiva ao destinar um auxiliar de cozinha para realizar duas atividades: pôr o molho e o queijo mozzarella. Esses dois fatores representam 83,1% das ocorrências observadas.

Em posse dos tempos de espera que precedem o início das operações de cada etapa, considerando sábados e domingos, foi plotado um Diagrama de Pareto com os tempos em minutos.

Figura 13 - Diagrama de Pareto dos tempos de espera

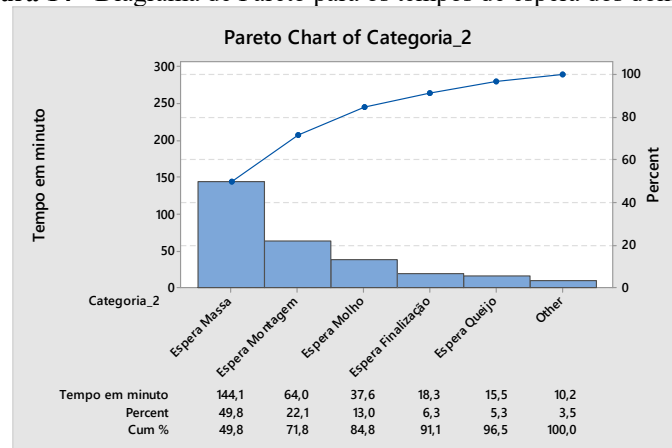


Fonte: Elaboração própria (2022)

Aqui, o diagrama retrata que 40% dos tempos de espera estão na etapa que precede a preparação da massa logo após o recebimento do pedido pela cozinha, seguido da montagem, com 22,6%, e do molho, com 15,9%. Os três fatores juntos são responsáveis por aproximadamente 80% dos tempos de espera em filas entre etapas do processo. Esse tempo de espera resulta na formação de filas de produtos em processamento e um acúmulo considerável de comanda no início do processo.

Considerando os dados especificamente dos domingos – dia que em entrevista foi mencionado como o mais movimentado –, foi plotado um Diagrama de Pareto apenas para seus tempos de espera, conforme Figura 13.

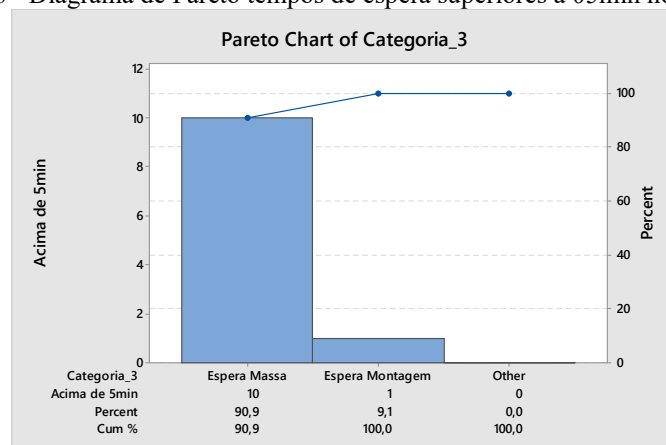
Figura 14 - Diagrama de Pareto para os tempos de espera dos domingos



Fonte: Elaboração própria (2022)

Foi plotado ainda um diagrama com as ocorrências de tempos de espera superiores a 5 minutos, mostrado na Figura 14.

Figura 15 - Diagrama de Pareto tempos de espera superiores a 05min nos domingos



Fonte: Elaboração própria (2022)

Durante os registros de tempos foram observadas esperas que chegaram a 25:18 minutos entre a chegada da comanda e o início da produção da pizza, contra 05:26 minutos da espera máxima para dar início à montagem.

4.4. IDENTIFICAÇÃO DO GARGALO A PARTIR DAS ANÁLISES ANTERIORES

Com base nos tempos de cada etapa do processo apresentados nas Tabelas 8 e 9 da seção 4.3.4, tendo uma variação na capacidade de preparo das massas a depender do tipo de pizza demandada, especialmente as operações de ajuste da massa na pá, corte em tamanho menor e recheio da borda que são realizados pelo mesmo pizzaiolo; considerando que, na etapa da montagem/recheio, são dois colaboradores e o forno tem capacidade de receber 6 pizzas ao mesmo tempo, a Tabela 12 da produção de peças por hora foi gerada. Vale destacar que foi considerada como peça a pizza semiacabada saída de cada etapa.

Tabela 12 - Produção de peças por hora

Tipo de pizza	Abrir massa	Pôr massa na pá, corte e borda	Molho	Queijo	Montagem/Recheio	Forno	Finalização
Pizza grande sem borda	164	123	155	149	84	100	280
Pizza grande com borda	164	33	155	149	84	100	280
Pizza pequena sem borda	164	73	155	149	84	100	280
Pizza pequena com borda	164	36	155	149	84	100	280

Fonte: Elaboração própria (2022)

Se for considerar os dois elementos na etapa da massa juntos, tem-se como resultado a tabela abaixo.

Tabela 13 - Produção de peças por hora

Tipo de pizza	Preparação da massa	Molho	Queijo	Montagem/Recheio	Forno	Finalização
Pizza grande sem borda	141	155	149	84	100	280
Pizza grande com borda	55	155	149	84	100	280
Pizza pequena sem borda	101	155	149	84	100	280
Pizza pequena com borda	59	155	149	84	100	280

Fonte: Elaboração própria (2022)

Pelas Tabelas 12 e 13, destaca-se que as etapas que irão restringir o fluxo produtivo são a massa e a montagem. Pelos gráficos das figuras 13, 14 e 15, percebe-se que a expressiva

formação de filas no início do processo decorre da massa, possivelmente devido à taxa de chegada das comendas que, como já trazido na seção 4.2, pode ser superior a cinco comandas por minutos nos horários de pico, enquanto a preparação da massa varia de 55 segundos a 141 segundos, reduzindo assim a capacidade de atendimento nos horários de maior movimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou responder dúvidas levantadas pelo sócio-diretor da empresa a respeito de sua capacidade produtiva e as causas de seus atrasos. A partir disso, a pesquisa tratou de descrever o processo de fabricação, realizar a medida de capacidade, identificar causas de atraso e identificar o gargalo produtivo.

Durante o período da pesquisa, não foi constatado que a demanda excedeu a capacidade. Contudo, percebeu-se uma expressiva formação de filas no início do processo, possivelmente relacionada às taxas de chegada dos pedidos serem superiores à capacidade de processamento por minuto na etapa da massa. Na montagem, houve formação de filas decorrente dos tempos de as etapas anteriores serem menores. Pelas análises, conclui-se que o gargalo produtivo varia entre a massa e a montagem, necessitando de um olhar especial para a massa, visto que se leva bastante tempo para dar início à produção da pizza solicitada na comanda, sendo esta a causa principal dos atrasos.

O trabalho pôde colaborar para que a empresa analisada tomasse conhecimento da sua capacidade produtiva a fim de melhor ajustá-la; de modo que, conhecendo as principais causas de seus atrasos, possa tomar melhores decisões a respeito da abertura de uma nova cozinha ou realizar melhorias em seus processos, a fim de aperfeiçoar seus recursos existentes.

Para continuação do trabalho, é interessante realizar um estudo de demanda, a partir dos dados históricos. Com eles, identificar quais as épocas do ano que excedem a demanda e seus possíveis motivos, como datas comemorativas, identificando padrões de demanda e objetivando traçar estratégias.

REFERÊNCIAS

- ABRASEL. **Associação Brasileira de Bares e Restaurantes**, 2019. Disponível em: <<https://abrase.com.br/noticias/noticias/brasileiro-aumenta-despesa-com-alimentacao-fora-de-casa/>>. Acesso em: 20 fevereiro 2020.
- ALBUQUERQUE, F. Agência Brasil. **Agência Brasil**, 2019. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-02/faturamento-do-setor-de-alimentos-aumentou-208-no-ano-passado>>. Acesso em: 20 fevereiro 2020.
- ARAÚJO, A. D. S.; OLIVEIRA, D. N. D. Estudo de tempos e movimentos: determinação da capacidade produtiva e melhoria das operações em uma pizzaria. **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, João Pessoa, 3 a 6 outubro 2016.
- ARAUJO, L. C. G. D. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Blucher, 1977.
- BERSSANETI, F. T.; BOUER, G. **Qualidade: conceitos e aplicações - Em produtos, projetos e processo**. São Paulo: Blucher, 2013.
- CAMARA, A. A. D. S.; PINHEIRO, D. C. D. S. Análise e estudo de tempos em uma pizzaria na cidade de Mossoró/RN. **XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Joinville, 10 a 13 outubro 2017.
- COX III, J. F.; SCHLEIER, J. G. J. **Handbook da Teoria das Restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- DEFEO, J. A.; JURAN, J. M. **Fundamentos da qualidade para líderes**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- FERNANDES, A. I. B. **A Influência do tempo de espera na satisfação e na lealdade em serviços**. Faculdade de Economia Universidade do Porto. [S.l.]. 2012.
- FERNANDES, F. C. F.; FILHO, M. G. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- FRANCISCHINI, A. S. N.; FRANCISCHINI, P. G. **Indicadores de Desempenho: dos objetivos à ação - métodos para elaborar e obter resultados**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota de excelência em serviços: a transformação lean nas organizações de serviço**. Porto Alegre: Bookman, 2018.
- NEUMANN, C. **Engenharia de produção: curso preparatório para concursos**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- OHNO, T. **Gestão dos Postos de trabalho**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- ORTIZ, C. A. **Kaizen e implementação de eventos kaizen**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- SEBRAE. **SEBRAE**. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/bares-e-restaurantes-um-setor-em-expansao,1038d53342603410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 20 fevereiro 2020.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, B. G.; VIEGAS, A. L. F. Aplicação do MASP: um estudo de caso de pizzaria em Belo Horizonte. **XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Maceió, 16 a 19 outubro 2018.

SILVA, O. R. D.; VENANZI, D. **Gerenciamento da produção e operações**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

SOUSA, A. G. R. D.; TRINDADE, E. M. D. Aplicação do estudo de tempos em um rodízio de pizza de uma empresa situada na cidade de Marabá-PA. **XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Santos, 15 a 18 outubro 2019.

TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica**. 8ª. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

USIRONO, C. H. **Escritório de Processos: BPMO - Business Process Management Office**. Rio de Janeiro: Brasport, 2015.

WERKEMA, C. **Inferência estatística: como estabelecer conclusões com confiança no giro do PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.