



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL  
CAMPUS SERTÃO  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MYLLENA DE OLIVEIRA BARROS

**ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA NO *LAYOUT* DO SETOR DE  
FABRICAÇÃO DE PICOLÉ DE UMA FÁBRICA ALIMENTÍCIA NA CIDADE DE  
ARAPIRACA – AL**

Delmiro Gouveia/AL  
2019/1



MYLLENA DE OILVEIRA BARROS

**ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA NO *LAYOUT* DO SETOR DE  
FABRICAÇÃO DE PICOLÉ DE UMA FÁBRICA ALIMENTÍCIA NA CIDADE DE  
ARAPIRACA – AL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. MSc. Jonhatan Magno Norte da Silva

Delmiro Gouveia/AL  
2019/1

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus Sertão**  
**Sede Delmiro Gouveia**

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza – CRB-4/2209

B277a Barros, Myllena de Oliveira

Análise e proposta de melhoria no *layout* do setor de fabricação de picolé de uma fábrica alimentícia na cidade de Arapiraca – AL / Myllena de Oliveira Barros. – 2019.

81 f. : il.

Orientação: Prof. Me. Jonhatan Magno Norte da Silva.

Monografia (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia de Produção. Delmiro Gouveia, 2019.

1. Análise da produção. 2. Análise de processo. 3. *Layout*. 4. Indústria alimentícia. 5. Capacidade produtiva. 6. Desperdício. I. Título.

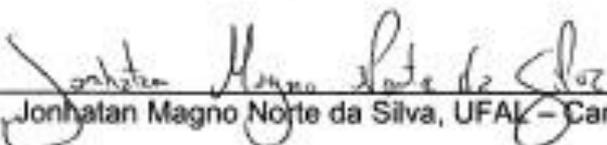
CDU: 658.511.5

**Folha de Aprovação**

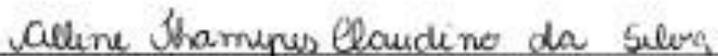
MYLLENA DE OLIVEIRA BARROS

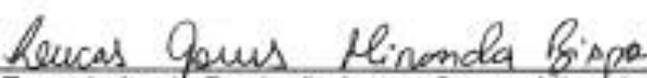
**ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIA NO LAYOUT DO SETOR DE  
FABRICAÇÃO DE PICOLÉ DE UMA FÁBRICA ALIMENTÍCIA NA CIDADE  
DE ARAPIRACA – AL.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao corpo docente do Curso de  
Engenharia de Produção da Universidade  
Federal de Alagoas – Campus Sertão e  
aprovado em de julho de 2019.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. MSc. Jonhatan Magno Norte da Silva, UFAL – Campus do Sertão

**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª. MSc. Aline Thamires Claudino da Silva, UFAL – Campus do Sertão

  
\_\_\_\_\_  
Engenheiro de Produção Lucas Gomes Miranda Bispo

  
\_\_\_\_\_  
Prof. MSc. Jonhatan Magno Norte da Silva, UFAL – Campus do Sertão

Dedico esse trabalho a Deus, aos meus pais, noivo, irmãos, cunhados, sobrinhos, amigos e ao meu orientador que contribuíram de forma direta ou indireta para realização do estudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por estar ao meu lado em cada decisão e por ser minha fortaleza em meio a tantas dificuldades já vividas.

Aos meus pais, meu pai José Cleoncídes por ser meu anjo aí no céu e a minha mãe Jocélia que sempre me incentivou a correr atrás dos meus sonhos. Aos meus irmãos Shymena e El-cides, aos meus cunhados que são como irmãos Priscila e Gustavo, e aos primos Claudinha e Léo por sempre estarem presentes e por toda força que me deram, obrigada por não medirem esforços para que o sonho se tornasse realidade.

A meu companheiro, eterno namorado e futuro esposo. Carlos Sérgio pelo companheirismo, incentivo e amor em todos esses anos juntos.

Aos meus sobrinhos Sophia, Laura e Guilherme, que trouxeram alegria e pureza na minha vida, sem o amor de vocês tudo seria mais difícil.

Agradeço a toda minha família, sogra e cunhados por todo apoio e palavras de incentivo que me foram dadas durante a caminhada.

Agradeço aos velhos amigos, aqueles que estiveram ao meu lado bem antes desse sonho se tornar realidade e aos que conquistei durante toda a jornada desse sonho.

Agradeço ao Programa de Educação Tutorial que me fez mudar como pessoa, como acadêmica e contribuiu diretamente para minha formação profissional. PET Engenharias e aos petianos que vieram antes, durante e depois da minha entrada, vocês foram essenciais para meu crescimento!

Agradeço ao SEBRAE – AL pela oportunidade de fazer meu estágio e ter tido uma experiência do contato com pessoas da região e por contribuir para meu crescimento profissional. Meu agradecimento se estende a todos que estiveram comigo nessa etapa, em especial a minha supervisora Danúbia que me motivava e me mostrou que um bom líder incentiva seu grupo para crescer junto com ele.

Aos mestres que me fizeram chegar até aqui, desde os da escola até os da graduação, minha eterna gratidão. Em especial ao professor Antônio Netto por me aguentar mais de quatro anos sendo meu tutor, a professora Rafaela Faciola por me convidar para fazer parte de um projeto de extensão e por sua amizade, e por fim ao

meu orientador professor Jonhatan Magno pelos ensinamentos passados em sala de aula, por ter apostado em mim e por ter oportunizado a realização desse trabalho.

Agradeço a instituição UFAL, o campus do Sertão e todos seus funcionários por oportunizar a realização de um sonho. E a todos que direta ou indiretamente ajudaram ao longo da caminhada.

## RESUMO

Atualmente, as empresas estão cada vez mais competitivas, e aquelas que têm um maior desenvolvimento e custos reduzidos conseguem se destacar no mercado. O trabalho foi realizado em uma empresa do setor alimentício localizada na cidade de Arapiraca – Alagoas. A proposta desse estudo teve como objetivo analisar um setor específico desta empresa, perceber seu principal desperdício e propor uma melhoria de *layout*. Por meio de um estudo de caso, foi possível realizar a coleta de dados bem como um estudo de tempos e métodos, onde possibilitou analisar a funcionalidade de cada recurso, como também sua influência perante as próximas operações, e assim identificar o gargalo e os possíveis desperdícios para pensar em soluções para mitigar tais problemas existentes. Como resultado pôde-se destacar o aumento da capacidade produtiva e, conseqüentemente, um impacto financeiro positivo que a empresa obteria caso fosse implantado a proposta. Dessa forma o trabalho mostrou-se satisfatório e de relevância para a melhoria dos processos produtivos no setor analisado da empresa.

**Palavras-chave:** *Layout*, desperdício, processos produtivos.

## **ABSTRACT**

Currently, companies are becoming increasingly competitive, and those that have a higher development and lower costs can be excelled in the market. This research was done in a food company located in Arapiraca - Alagoas. The study intends to analyze a specific sector in the company, to check the main waste and to propose a layout improvement. Through a case study, it was possible to collect the data as well as a study of times and methods, where it was possible to analyze the functionality of each resource, also its influence on the next operations and then to identify the bottleneck and the possible waste to think about solutions to mitigate such existing problems. As a result, it was possible to highlight the increase in production capacity and, consequently, a positive financial impact that the company would obtain if the proposal were implemented correctly. Thus the work was satisfactory and relevant to the improvement of the productive processes in the analyzed sector of the company.

**Keywords:** Layout, waste, production processes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de transformação.....	20
Figura 2 – Características de Sistemas Produtivos .....	21
Figura 3 – Simbologia de um fluxograma .....	26
Figura 4 – Símbolos da <u>atividade</u> do processo.....	27
Figura 5 – Fluxograma do processo de fabricação de picolé.....	37
Figura 6 – Layout atual .....	40
Figura 7 – Layout proposto .....	41
Figura 8 – Representação gráfica da distribuição de dados para o atual cenário.....	46
Figura 9 – Representação gráfica da distribuição de dados para o atual cenário.....	47
Figura 10 – Representação gráfica da distribuição de dados para o cenário proposto .....	48
Figura 11 – Representação gráfica da distribuição de dados para o cenário proposto .....	48
Figura 12 – Criação da entidade de início .....	49
Figura 13 – Criação da entidade de processamento .....	49
Figura 14 – Preenchimento da função run .....	51
Figura 15 – Entidades após a simulação.....	51
Figura 16 – Criação da entidade de início .....	52
Figura 17– Criação da entidade de processamento .....	53
Figura 18 – Preenchimento da função run .....	54
Figura 19 – Entidades após a simulação.....	55

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição detalhada dos tipos de sistemas de produção .....	22
Quadro 2 – Classificação dos sete desperdícios da produção .....	22
Quadro 3– Equipamentos para estudo de tempos .....	23
Quadro 4– Principais objetivos do Layout .....	28
Quadro 5 – Princípios básicos do Layout .....	28
Quadro 6 – Fatores que Influenciam no Layout.....	29
Quadro 7 – Tipos de Layout.....	30
Quadro 8 – Materiais necessários para a cronometragem .....	34
Quadro 9 - Materiais necessários para medição .....	34
Quadro 10 – Prognóstico das vendas em caráter semanal, mensal e anual (modelo atual).....	45
Quadro 11 – Prognóstico das vendas em caráter semanal, mensal e anual (modelo proposto).....	45
Quadro 12 - Comparação receita de <u>vendas</u> .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Regime de trabalho .....	36
Tabela 2 – Tempo diário disponível da produção.....	36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FT - Fator de tolerância

PCP - Planejamento e Controle da Produção

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

STP - Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System*)

TM – Tempo médio

TN – Tempo normal

TP – Tempo padrão

V - Velocidade

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 JUSTIFICATIVA.....	17
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	18
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	18
1.3.1 Objetivo Geral .....	18
1.3.2 Objetivos Específicos .....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS .....	19
2.1.1 Classificação .....	20
2.1.2 Sistema <i>Toyota</i> de Produção ( <i>Toyota Production System</i> ) - STP.....	21
2.2 ESTUDOS DE TEMPOS E MÉTODOS .....	23
2.2.1 Execução da cronometragem e cálculos .....	23
2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	24
2.3.1 Fluxograma .....	25
2.4 LAYOUT .....	27
2.4.1 Necessidade de um novo <i>layout</i> .....	28
2.4.2 Tipos de <i>Layout</i> .....	29
2.5 SOFTWARES .....	30
2.5.1 <i>Arena</i> .....	30
2.5.2 <i>AutoCAD</i> .....	30
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	31
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO .....	31
3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA .....	32
3.3 ETAPAS DA PESQUISA.....	32
3.3.1 .Coleta de dados .....	32

3.3.1.1	Primeira visita .....	<b>SUMÁRIO</b>	32
3.3.1.2	Segunda e Terceira Visitas .....		33
3.3.1.3	Quarta Visita .....		33
3.3.2	Análise qualitativa e quantitativa .....		33
4.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....		35
4.1	ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PICOLÉ.....		36
4.2	LAYOUT .....		39
4.2.1	Layout Atual .....		39
4.2.2	Layout Proposto .....		40
4.3	CÁLCULO DAS CRONOMETRAGENS .....		41
4.3.1	Tempo médio .....		41
4.3.1.1	Atual .....		41
4.3.1.2	Prognóstico.....		41
4.3.2	Tempo Normal.....		42
4.3.2.1	Atual .....		42
4.3.2.2	Prognóstico.....		42
4.3.3	Tempo Padrão.....		42
4.3.3.1	Atual .....		42
4.3.3.1	Prognóstico .....		42
4.4	CAPACIDADE DA PRODUÇÃO .....		42
4.4.1	Atual.....		43
4.4.2	Prognóstico .....		43
4.5	ANÁLISE FINANCEIRA .....		43
4.5.1	Atual.....		43
4.5.2	Prognóstico .....		44
4.5.3	Comparação da receita de vendas .....		44
4.6	ANÁLISE DOS DADOS IMPLATADOS NO SOFTWARE ARENA .....		44

## SUMÁRIO

4.6.1 Gráficos gerados na ferramenta InputAnalyser.....	44
4.6.1.1. Atuais .....	44
4.6.1.2 Prognóstico .....	46
4.6.2 Implantação de Blocos .....	47
4.6.2.1 Atuais.....	47
4.6.2.2 Prognóstico.....	50
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	53
5.1 Sugestão para trabalhos futuros .....	54
REFERÊNCIAS .....	54
ANEXOS.....	58
APÊNDICES .....	75
Relatórios Arena .....	75
Relatório processo com movimentação.....	75
Relatório processo sem movimentação.....	79

## 1. INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento industrial, sobretudo de pequenas e médias empresas, torna-se necessário um maior controle e planejamento das atividades produtivas de uma empresa. As pequenas empresas surgiram, a partir de novas oportunidades de mercado, como consequência da crescente exigência dos consumidores (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Com a exigência do mercado e a crescente globalização há uma grande necessidade nas empresas brasileiras de evoluírem seus sistemas produtivos (DIAS *et al.*, 2007). As organizações se mostram cada vez mais competitivas, e aquelas que conseguem alcançar maior desenvolvimento e custos reduzidos são as que se destacam no mercado. Observando esse cenário, muitas empresas buscam reduzir movimentações de materiais com a otimização do *layout* (ROCHA, 2015).

O *layout* ou arranjo físico é um fator decisivo na produção, e seu tipo pode afetar diretamente o sistema produtivo da organização (ASSUNPÇÃO; JACOB, 2019). Isso é explicitado devido afetar o custo do produto, a produtividade e o desempenho da fábrica, a eficiência na movimentação dos colaboradores e da utilização do espaço, além de seu planejamento ser de longo prazo e alto investimento (RAWABDEH; TAHBOUB, 2005).

O planejamento de arranjo físico pode ser dividido em dois níveis, sendo o tático para mudanças simples e o estratégico para mudanças de grande relevância para empresa (GRAEML; PEINADO, 2007). Para Slack *et al.* (2009), o arranjo físico está relacionado com o posicionamento dos recursos que irão transformar um produto sendo ele bem ou serviço.

Assim, projetos de *layout* mal planejados podem acarretar em problemas no desempenho da organização, como atrasos na produção, parada no fornecimento e custos elevados pela ineficiência do arranjo físico (SILVA; RENTES, 2012). De acordo com SEBRAE (2015), um *layout* mal dimensionado gera um desperdício de cerca de 30% do tempo destinado à produção com o transporte de materiais e produtos.

Nesse sentido, há estudos em diversos setores que buscaram analisar principais problemas no *layout* da empresa, a diminuição da movimentação entre

setores e redução do *lead time* de uma fábrica de baterias automotivas (SANTOS; GOHR; URIO, 2014), maior eficiência na movimentação de materiais, diminuindo tempo total do pedido, e agilidade no atendimento dos clientes em uma empresa no segmento de embalagens de papelão (ANTON; EIDELWEIN; DIEDRICH, 2012).

Desta forma, percebe-se a importância do *layout* no desempenho das organizações, e se mostra relevante como tema de estudo voltado para sua análise nas empresas, visto que essas precisam estar em constante evolução perante ao desenvolvimento do mercado atual.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O estudo de tempos e métodos em uma fábrica busca padronizar o processo, evitando tempos improdutivos e atrasos. Além desse tipo de estudo, também é essencial a disposição correta de máquinas, equipamentos e pessoas dentro de um sistema produtivo.

A necessidade de projetar de forma coerente um *layout* se mostra cada vez mais evidente, visto que um arranjo físico mal planejado impacta diretamente os índices de desempenho de uma organização (SILVA; RENTES, 2012).

É fundamental a preocupação das empresas em relação ao melhor uso de seus recursos, para que assim se desenvolvam de forma contínua. Assim, deve conter com um arranjo físico que otimiza o processo produtivo e minimize os desperdícios, garantindo melhor aproveitamento dos recursos e gestão eficiente da produção (SANTOS; GOHR; URIO, 2014).

Nessa perspectiva, Santos, Gohr e Urio (2014) abordam que o *layout* se apresenta como fator determinante nas empresas industriais por afetar diretamente a produtividade e na redução de custos. Os autores trazem que as pequenas empresas costumam negligenciar esse tipo de projeto, onde nascem em sistemas artesanais e a organização da produção segue o aumento da demanda, ocasionando em um arranjo físico desorganizado e o uso do empirismo para racionalidade.

Logo, mostra-se relevante analisar o *layout* do sistema de produção de uma empresa, pois ficam explícitas que o estudo nesta área propicia oportunidades de melhorias em diversas áreas. Assim, irá contribuir em verificar o estado atual do arranjo físico da empresa em estudo e na proposição de otimização em um novo *layout*.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O estudo foi realizado em uma empresa de pequeno porte do segmento alimentício localizada na cidade de Arapiraca – Alagoas. Nesta, percebeu-se uma deficiência no planejamento de *layout*, ocasionando movimentação desnecessária em um setor, principalmente de um funcionário em especial. Desta forma, pretende-se analisar e mitigar esse problema especificamente com elaboração de um novo *layout* que elimine esse desperdício.

Como o arranjo físico apresenta-se como ponto estratégico importante para a empresa se manter competitividade no mercado atual ao obter um processo produtivo mais eficiência, surge o questionamento de quais melhorias pode haver com a adequação de um novo *layout*.

Assim, o trabalho tem-se a seguinte problemática: Qual(is) alteração(ões) no *layout* atual poderia trazer melhorias e/ou eliminar desperdícios no setor estudado da empresa?

## 1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos referentes a esse trabalho podem ser melhor observados através do objetivo geral e objetivos específicos.

### 1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo desse estudo é propor melhorias e otimizações para o *layout* do setor de produção de picolés de uma empresa do setor alimentício, localizada na cidade de Arapiraca- AL.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Analisar o processo e identificar qual etapa possui mais desperdícios;
- Analisar desempenho do *layout* atual;
- Elaborar um estudo de tempos e métodos;
- Propor um novo *layout* e analisar o prognóstico do mesmo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa etapa do trabalho, serão apresentadas de forma conceitual características acerca dos temas: sistemas produtivos, estudo de tempos e Métodos, ferramentas da qualidade e *layout*.

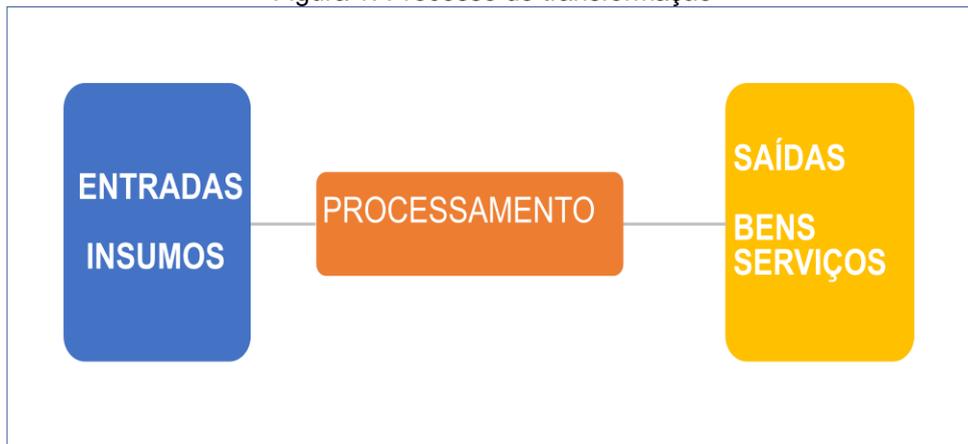
### 2.1 SISTEMAS PRODUTIVOS

As empresas geralmente são estudadas como um sistema que transforma, via um processamento, entradas (insumos) e saídas (produtos) úteis aos clientes. Este sistema é chamado de sistema produtivo (TUBINO, 2007).

Segundo Moreira (1993), traz que o sistema de produção é composto por um conjunto de processos que se relacionam com o objetivo de produzir bens ou serviços. Estes processos podem ser qualquer atividade ou conjunto de atividades que partem dos insumos (entrada), transformando-os e agregando-lhes valor, até então os tornando produtos (bens ou serviços). No entanto, é importante fazer uma relação entre o processo de transformação com a natureza dos recursos de entrada: materiais, informações e consumidores (MUNIZ JUNIOR. *et al.*, 2010).

Slack *et al.* (2009) abordam um modelo geral (Figura 1) para o sistema de produção com a transformação dos recursos de entradas (*inputs*) em recursos de saídas (*outputs*), que são bens ou serviços.

Figura 1: Processo de transformação



Fonte: Adaptado de Slack et al., (2019)

Assim, pela Figura 1 o processo de transformação é onde os recursos de entrada são transformados ou reformulados, sendo composto pela entrada dos recursos que serão transformados, estes contém informações, materiais, consumidores, instalações e pessoais, e a saída de recursos em bens e serviços, ou a combinação de ambos (SLACK *et al.*, 2009).

### 2.1.1 Classificação

Os sistemas de produção são classificados com o intuito de facilitar a compreensão de suas características e a relação entre as atividades produtivas (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Slack *et al.*, (2009) classificou os sistemas de produção em cinco tipos de processos, associados ao grau de padronização dos produtos (variedade de produtos) e ao volume de produção. A Figura 2, demonstra a classificação desses processos por variedade e volume.

Figura 2: Características de sistemas produtivos

Fonte: Adaptado de Slack *et al.*, (2019)

De acordo com a Figura 2, ao passo que a variedade dos produtos das empresas aumentam, seu volume de produção tende a diminuir. Isso pode ser explicado devido

Para melhor compreensão dos tipos de processos e suas características particulares, foi feita uma descrição mais detalhada sobre variedade e volume, como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição detalhada dos tipos de sistemas de produção.

<b>Tipos</b>	<b>Descrição</b>
Contínuo	Alto grau de automatização e com produtos altamente padronizados.
Em massa	Linhas de montagem em larga escala de poucos produtos com grau de diferenciação relativamente pequeno.
Lotes	Produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados em lotes.
<i>Jobbing</i>	Cada produto deve compartilhar recursos de operação com outros produtos.
Projeto	Projeto próprio do Produto, devendo ser seguidas essas especificações na fabricação.

Fonte: Adaptado de Slack *et al.*, (2009)

## 2.1.2

### **Sistema *Toyota* de Produção (*Toyota Production System*) - STP**

Segundo Graeme e Peinado (2007), o Sistema *Toyota* de Produção foi desenvolvido na década de 60 por *Toyota Motors Company*, onde também pode ser reconhecido como sistema *Just-in-time*.

A cada ano que passa, o consumidor possui mais variedade de escolhas e mais acesso a informação, o que dessa forma, se tornam mais exigentes. Com isso, as empresas precisam definir meios para acompanhar o desenvolvimento, pensando sempre em reduzir seus custos e, conseqüentemente, otimizar seus lucros (CURY; SARAIVA, 2018).

O STP é uma filosofia que através da eliminação dos desperdícios nos processos tem o propósito de melhoria nos processos e otimização da organização para fabricar produtos com maior qualidade, ao menor custo e com menor prazo possível, além do aumento da competitividade e redução de custos (LUZZI, 2004; PERGHER; RODRIDUES; LACERD, 2011).

A produção enxuta é de indispensável nas organizações, onde está atrelada em um fator específico que é a eliminação ou diminuição dos desperdícios, ou seja, das atividades que não agregam valor ao produto (DIAS *et al.*, 2007; LIMA FILHO; MALAGUTTI, 2017).

De acordo com Ohno (2005), desperdício é todo tipo de elemento que não agrega valor à produção. Com isso, são classificados sete tipos de desperdícios encontrados numa produção, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos sete desperdícios da produção.

<b>Desperdício</b>	<b>Descrição</b>
Superprodução	Produção maior que o necessário.
Espera	Trabalhadores com baixa carga horária de trabalho.
Transporte	Movimentação de produtos ou matéria prima em longas distâncias.
Processamento	Execução de atividades que não agregam valor ao produto ou a produção.
Estoque	Excesso de matéria prima, produtos e de espaço físico.
Movimentação	Movimentação realizada pelo trabalhador que poderia ser evitada.
Itens defeituosos	Fabricação de itens que não atendem as especificações da qualidade.

Fonte: Adaptado de Ohno (2005).

Uma maneira de eliminar perdas ou desperdícios no processo de produção é otimizando o *layout* industrial, sendo que a melhoria do layout uma condição fundamental para estabelecer o fluxo contínuo (SHINGO, 1996 *apud* LUZZI, 2004).

## 2.2 ESTUDOS DE TEMPOS E MÉTODOS

O estudo dos tempos foi originado por *Frederick Winslow Taylor*, no ano de 1881, que utilizando de um cronômetro, foi iniciado o conhecido “Estudo de Tempos”, que constitui “Cronoanálise” e “Medida do trabalho” (TAYLOR, 1995).

Cury e Saraiva (2018), comentam que o estudo de tempos e métodos tem como objetivo a análise de tarefas, afim de identificar quais atividades agregam valor e quais geram desperdícios ao sistema produtivo.

De acordo com Martins (2005), a eficiência e os tempos padrões de produção são influenciados pelo tipo do fluxo de material dentro da empresa, pelo processo escolhido, pela tecnologia utilizada e pelas características do trabalho analisado. Na percepção de Barnes (1977), os tempos de produção são influenciados pelo tipo do fluxo de material dentro da empresa, pelo processo escolhido, pela tecnologia utilizada e pelas características do trabalho analisado.

Moreira (1993), define que um os principais métodos utilizados para determinação do tempo padrão de operação é por meio da cronoanálise. Há alguns equipamentos que servem de auxílio para o desenvolvimento da cronoanálise como, por exemplo, os mostrados no Quadro 3.

Quadro 3 - Equipamentos para estudo de tempos

Exemplos
Cronômetro
Papel
Caneta

Fonte: Adaptado de Moreira (1993).

### 2.2.1 Execução da cronometragem e cálculos

Na ótica de Martins (2005), é fundamental que seja realizada uma cronometragem preliminar para obter à determinação do número necessário de cronometragens ou ciclos. Após as cronometragens, determina-se o tempo médio (TM), o fator de ritmo ou velocidade da operação e tempo normal (TN).

O trabalhador não consegue realizar todo o trabalho de forma ininterrupta, pois o mesmo possui suas necessidade pessoais e seu momento de descanso. Para

atender às necessidades essenciais do trabalhador, é considerado suficiente um tempo entre 10 e 25 minutos, por dia de trabalho, como tolerância (MARTINS, 2005).

Se um trabalhador faz sua função com velocidade normal, pode-se dizer que sua eficiência é de 100% (MOREIRA, 1993). No ambiente fabril costuma-se adotar um fator de tolerância (FT) que varia entre 1,10 e 1,20 (SAKAI, 2014).

De acordo com Martins (2005) depois das cronometragens, calculam-se o tempo médio (Equação 1), o tempo normal (Equação 2) e o tempo padrão (Equação 3):

---

Para um melhor entendimento, segue a descrição das equações:

- TM é o tempo médio da operação;
- n é o número de ciclos;
- TN é o tempo normal da operação;
- TP é o tempo padrão da operação;
- V é a velocidade do operador;
- FT é o fator de tolerância.

### **2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

Galdámez, Carpinetti e Gerolamo (2009), abordam que a gestão de qualidade pode ser definida como uma integração que visa alcançar resultados, buscar a melhoria contínua e satisfazer o consumidor final, possibilitando aumentando da competitividade pela melhoria organizacional.

Ferramentas da qualidade são instrumentos que auxiliam na mensuração, análise e definição de processos e melhoria da qualidade dentro de uma empresa, e podem interferir diretamente para o bom desempenho de uma organização (OLIVEIRA *et al.*, 2011; MACHADO, 2012). Segundo Miguel (2006), são utilizadas

normalmente para apoio no desenvolvimento da qualidade ou resolução de problemas.

De acordo com Miguel (2006) e Corrêa e Corrêa (2008), as ferramentas consideradas clássicas e/ou básicas da qualidade são o diagrama de causa-efeito, fluxograma, histograma, gráfico de pareto, folha de verificação, diagrama de dispersão e gráfico de controle. Abaixo é detalhado sobre cada uma dessas ferramentas:

- Cartas de Controle;
- Diagrama de Dispersão;
- Diagrama de Ishikawa;
- Diagrama de Pareto;
- Fluxograma;
- Folha de Verificação;
- Histograma.

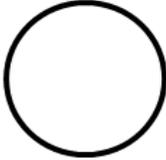
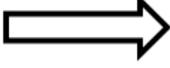
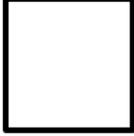
Neste trabalho, será utilizada a ferramenta fluxograma com o objetivo de analisar e descrever o processo produtivo da empresa. Assim, segue na sessão 2.3.1 a apresentação mais detalhada dessa ferramenta.

### **2.3.1 Fluxograma**

Na ótica de Paladini (2009), o fluxograma é um diagrama que descreve fases de um processo, permitindo dessa forma, uma visualização fácil das características e das fases que o mesmo possui, através de representações gráficas. Além disso, mostra a relação que essas fases possuem entre si e como elas se relacionam, auxiliando para um melhor entendimento do processo produtivo.

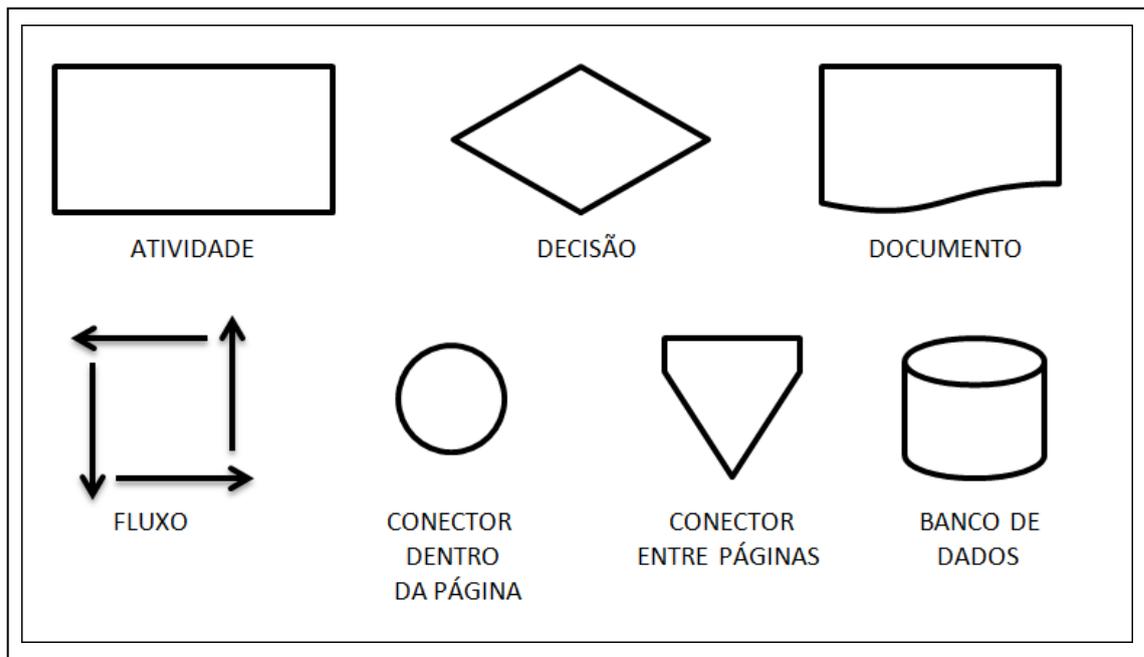
Segundo Melo (2008), com o uso do fluxograma há uma facilidade em identificar problemas no processo por visualizar os passos, transportes, operações, formulários que há no processo e também mostra como os componentes do sistema se relacionam. A Figura 3 mostra alguns símbolos para a representação gráfica dos processos, com relação à área de processamento de dados e a Figura 4 os símbolos mais indicados para a área de métodos e processos.

Figura 3 - Simbologia de um fluxograma

AGREGA VALOR	NÃO AGREVA VALOR	CUSTO DA MÁ QUALIDADE
 OPERAÇÃO	 MOVIMENTAÇÃO	 AVALIAÇÃO
	 DECISÃO	 ERRO RETRABALHO
	 ATRASO	
	 ARMAZENAMENTO	

Fonte: Almeida (2015).

Figura 4 - Símbolos da atividade do processo



Fonte: Almeida (2015)

As Figura 3 demonstra as atividades que agregam valor (operação), demonstra também as atividades que não agregam (movimentação, decisão, atraso e armazenamento) e por fim as atividade que geram custo em relação a má qualidade (avaliação e erro de trabalho). A Figura 4, mostra a denominação de cada símbolo, bem como eles podem ser utilizados na elaboração de um fluxograma de processo.

## 2.4 LAYOUT

O termo inglês *layout*, também conhecido como arranjo físico, pode ser relacionado a uma operação produtiva que consiste em uma melhor alocação dos seus recursos transformadores (SLACK *et al.*, 2009). O *layout* é a aparência e maneira como os materiais, informações e clientes fluem através da operação. Portanto, trata-se de uma operação produtiva que se preocupa com a localização física dos recursos de transformação (ROCHA, 2015).

De acordo com Krajewski, Malhotra e Ritzman (2009), os *layouts*, quando bem projetados, possibilitam uma boa relação entre os departamentos e áreas funcionais, além de uma melhoria dos custos que envolvem movimentação de materiais, os tempos de produção total, bem como a produtividade do trabalhador.

Segundo Lida (2005), na atividade de elaboração do *layout* da fábrica podem ser considerados dois pontos: o arranjo dos departamentos de produção e de serviço da fábrica; e o arranjo dos equipamentos de produção, com os quais o operador deve trabalhar em determinada seção, em algum desses departamentos.

Entender o funcionamento do fluxo das atividades e de informações é essencial para o desenvolvimento do processo, preocupando-se em diminuir os tempos e as distâncias dos equipamentos e movimentações de forma eficiente, com a finalidade de oferecer níveis de serviços adequados a um custo aceitável (BALLOU, 2010).

Na ótica de Ledis (2015), os maiores objetivos de um bom *layout* são demonstrados na Quadro 4.

Quadro 4 - Principais objetivos do *layout*

<b>Objetivos do <i>layout</i></b>
Integrar totalmente as pessoas, máquinas e materiais de modo a possibilitar uma produção eficiente e econômica.
Menos riscos para a saúde e segurança do operário.
Maior satisfação e ânimo por parte do empregado.
Minimizar o custo com manuseio de material.
Reduzir os transportes e movimentos de materiais.
Facilitar o fluxo de materiais e pessoas.
Promover uma máxima visibilidade.
Promover uma efetiva utilização do espaço.

Fonte: Adaptado de Ledis (2015).

### 2.4.1 Necessidade de um novo *layout*

As empresas, visivelmente, vêm se preocupando e demonstrado um grande interesse diante das novas exigências do mercado. Visando utilizar essas mudanças mercantis para seu próprio desenvolvimento, as organizações contam com todos seus setores para se chegar aos seus objetivos (ALMEIDA, 2015).

Segundo Ledis (2015), a maior parte das empresas possuem problemas de *layout*, sendo algumas, que por falta de uma administração eficiente, não se preocupam e realmente não tem consciência da importância do *layout*, outras que por ocasião do início de suas atividades eram pequenas e foram crescendo desordenadamente.

Slack *et al.*, (2009), comenta quais principais objetivos do arranjo físico, estes demonstrados no Quadro 5.

Quadro 5 - Princípios básicos do layout

<b>Princípios</b>	<b>Descrição</b>
Segurança	É necessária saídas de emergências sinalizadas e circulação claramente definidas.
Extensão de Fluxo	Fluxo de materiais e informações precisa ser canalizado no arranjo físico para atender os objetivos da operação.
Clareza de Fluxo	Sinalização dos fluxos de forma clara.
Conforto para os funcionários	O arranjo físico deve oferecer um ambiente de trabalho ventilado, iluminado e se possível agradável.
Acessibilidade	Todas as máquinas, instalações e equipamentos devem possuir nível de acessibilidade suficiente.

Fonte: Adaptado de Slack (2009).

As deliberações táticas são dadas pelo gerente ou diretor industrial da organização, porém esses casos são raros, fazendo com que a maior parte das decisões sejam tomadas em nível decisório especializado (GRAEML; PEINADO, 2007). O Quadro 6 exemplifica alguns fatores que influenciam no *layout*.

Quadro 6: Fatores que Influenciam no *Layout*

<b>Fatores</b>	<b>Descrição</b>
Localização da fábrica	Os pontos que poderão influenciar o <i>layout</i> diretamente poderão ser: clima, ruídos, vibrações, orientações de acordo com os pontos cardeais.
Vias de acesso	Os terrenos deverão ter acesso rápido às vias principais e boas condições de tráfego
Restrições de regulamentos municipais	Deverão ser observados os regulamentos municipais.
Tipo de edifício	Forma em planta, retangular, tipo U, L, H.
Possibilidade de expansão e	Espaços para expansão e flexibilidade em caso de mudança.
Produto	Tipo, tamanho, volume, quantidade e demais características físicas e químicas.
Processo de produção	Roteiro do processo, método de trabalho, estudo de métodos mais econômicos.
Armazenamento	Locais e tempos de armazenagem.
Controle	Locais de controle de qualidade e quantidade, prever áreas destinadas para inspeção.
Manutenção	Acesso fácil às partes dos equipamentos.
Segurança	Áreas das seções, bancadas, etc., permitindo fácil trabalho ao operador, saídas de emergência, isolamento de equipamentos perigosos e equipamentos para prevenção de acidentes.
Limpeza e higiene	Desnível de piso e canaletas para permitir rápido escoamento de água e localização dos sanitários.

Fonte: Adaptado de Ledis (2015).

### 2.4.2 Tipos de *Layout*

Slack *et al.*, (2009) e Corrêa e Corrêa (2013), classificam que qualquer organização é originado de quatro tipos de *layouts* existentes: posicional, por processo ou funcional, celular e por produto ou linha. onde estes são demonstrados no Quadro 7.

Quadro 7: Tipos de *Layout*

<b>Tipos de <i>Layout</i></b>	<b>Descrição</b>
Por processo ou funcional	Recursos e processos similares são alocados próximos por conveniência.
Linha	Localizar os recursos produtivos transformadores segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado.
Celular	Recursos são transformados em produto final em um mesmo ambiente, denominado de célula.
Posicional	Quem sofre o processamento fica estacionário. Enquanto equipamentos, pessoas e instalações se movem para realizar o processo.

Fonte: Adaptado de Slack (2009).

## **2.5 SOFTWARES**

### **2.5.1 *Arena***

O *Arena*® é um software estatístico, atualmente pertencente à Rockwell Software, que tem sido utilizado para simular os mais diversos ambientes, desde linhas de produção, minas, tráfego e diversos ambientes e se baseia num ambiente gráfico integrado de simulação, que contém todos os recursos para modelagem, animação, análise estatística e análise de resultados (FREITA; SILVA *et al.*, 2007).

### **2.5.2 *AutoCAD***

*AutoCAD* 2015 é um software desenvolvido e comercializado pela Autodesk, Inc. onde se destaca como ferramenta auxiliar nos campos da arquitetura, engenharias e em vários outros ramos da indústria. Na engenharia, é amplamente utilizado na geração de projetos arquitetônicos, elétricos, hidráulicos, estruturais, entre outros. Desta forma, saber utilizar o AutoCAD é fundamental para a inserção do profissional deste ramo no mercado de trabalho (BARROS, 2017).

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste tópico, serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados no estudo, que nortearam para alcance dos objetivos. Desta forma, é demonstrada a caracterização do estudo e a empresa do estudo de caso, descrita as etapas da pesquisa, que aborda a coleta de dados e o processos das análises realizadas.

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO**

O presente trabalho está embasado em um estudo de caso, onde obteve uso de observação e compreensão, com caráter descritivo visto que foram usadas ferramentas que ajudaram na obtenção e análise de dados, e tendo abordagem quali-quantitativa.

A pesquisa descritiva objetiva descrever uma população específica ou fenômeno ou ainda o estabelecimento de relações entre variáveis (LIMA FILHO, 2009). O autor classifica o estudo de caso quando é realizado o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos para detalhado conhecimento.

Dias e Silva (2009) cita que os métodos da pesquisa podem ser diferenciados entre qualitativos e quantitativos, dependendo da forma com que os dados são coletados. Os qualitativos, por exemplo, fazem uso de “entrevistas, documentos e dados de observação do participante, para a compreensão e explicação dos

fenômenos” (DIAS; SILVA, 2009). Lima Filho (2009), comenta que o estudo quantitativo é quando este descreve características de população ou fenômeno para que este relacionem suas variáveis.

### **3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA**

A empresa atua no ramo de sorveterias desde o ano de 2007, a mesma está localizada na cidade de Arapiraca – AL.

O estudo foi realizado numa fábrica alimentícia localizada na região nordeste, mais especificadamente no agreste alagoano. A empresa estudada está há 12 anos no mercado de sorvetes, sua produção total da é realizada em três setores. Esses setores operam por 5 dias na semana com dois turnos de 4 horas e 1 dia na semana com um turno de 4 horas, e são divididos em células, onde cada célula representa uma setor de produção.

### **3.3 ETAPAS DA PESQUISA**

Para melhor entendimento do estudo, o trabalho foi organizado em 2 etapas:

- Etapa 1: Coleta de dados;
- Etapa 2: Análises qualitativa e quantitativa.

#### **3.3.1 .Coleta de dados**

Para Magalhães (2004), a coleta de dados tem por prioridade encontrar comprovações para que os objetivos propostos na pesquisa sejam satisfatórios. Nesse contexto, a coleta de dados se dividiu na realização de quatro visitas, conforme são detalhadas a seguir.

##### **3.3.1.1 Primeira visita**

A primeira visita à fábrica, teve intuito de estabelecer qual seria a ideia do trabalho, procurar saber quais as reais necessidades da empresa. Foi realizada uma reunião com o gerente da empresa, em que o mesmo mostrou-se interessado em participar desse trabalho. A partir de então, foi possível conhecer os processos do setor de produção.

### **3.3.1.2 Segunda e Terceira Visitas**

Nas duas visitas seguintes tiveram objetivo de conhecer melhor o processo de fabricação do picolé e assim poder descrevê-lo, para que se possível, ocorresse a identificação de desperdícios. Posteriormente o estudo detalhado do processo como um todo, foi verificado um desperdício na “etapa 3”, esta sendo a escolhida para o aprofundamento desse trabalho. Foram realizadas cronometragens (Anexo A) em 24 ciclos na etapa de injeção. Cada ciclo possui em média 55 cronometragens e cada máquina faz seis ciclos por turno. Em um dia cada máquina realiza 12 ciclos, totalizando 24 ciclos por dia.

Cada injetora possui 50 moldes com 12 orifícios cada, onde cada orifício constituirá um picolé no final do processo. Logo, cada ciclo que uma das injetoras finaliza, produz-se 600 picolés. Ao todo a fábrica produz 14.400 picolés por dia.

### **3.3.1.3 Quarta Visita**

A quarta e última visita à fábrica foi para realizar as medições no setor de fabricação do picolé. Foi feito um esboço, onde o mesmo projetou a disposição de máquinas e áreas de circulação. Além disso, foram tiradas fotografias, afim de não passar nada despercebido.

## **3.3.2 Análise qualitativa e quantitativa**

Ao identificar qual etapa possui maior desperdício (movimentação), foi realizado um estudo mais aprofundado na etapa 3, onde a partir desse estudo realizou-se uma descrição do processo junto com auxílio de um fluxograma. Foi feito então um estudo de tempos e movimentos, onde nesse estudo utilizou-se de cronometragens, estas conseguiram determinar os tempos do processo, bem como capacidade produtiva.

A partir daí foram realizadas medições e o desenho da planta baixa do layout atual para uma melhor visualização do processo. Como sucessão foi realizada um novo desenho, este com um adicional, uma esteira de roletes, que facilitaria o movimentação interna de materiais, podendo eliminar a movimentação do operador dois.

Com os dados coletados e analisados, foi feito um estudo financeiro que identificou um aumento na porcentagem de receita de vendas. E por fim, para

confirmar o desenvolvimento do estudo, utilizou-se de um software de simulação para comprovação dos resultados.

Os materiais necessários para a realização da cronometragem foram os listados na Quadro 8.

Quadro 8: Materiais necessários para a cronometragem

<b>Materiais</b>
Cronometro (Aparelho celular)
Caneta
Caderno
Prancheta

Fonte: Autora (2019)

Foi necessária a ida a fábrica duas vezes para esta etapa, onde foram feitas as cronometragens um dia no período manhã e outro dia no período da tarde. Posteriormente as cronometragens, os dados coletados foram tabulados em uma planilha eletrônica foram usados como complemento para o *software Arena®*.

Com os dados tabulados, foram inseridos no Software Arena, sendo gerado gráficos para obtenção dos resultados. Foram utilizados alguns materiais para a medição do setor de fabricação de picolé, como mostrado na Quadro 9.

Quadro 9: Materiais necessários para medição

<b>Materiais</b>
Aparelho celular (câmera para fotos)
Borracha
Folha sem pauta
Lápis
Prancheta
Trena Elétrica

Fonte: Autora (2019)

#### 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O regime de trabalho da empresa estudada é descrito segundo a Tabela 1:

Tabela 1 - Regime de trabalho

<b>Segunda á Sexta</b>	<b>Sábado</b>
08h00 às 12h00	08h00 às 12h00
13h00 às 17h00	

Fonte: Autora (2019)

Portanto, a carga horária de trabalho é de 44 horas semanais. Vale ressaltar, que em cada turno os trabalhadores tem um período total de 15 minutos para necessidades pessoais e alívio da fadiga. Com esse cenário pode-se calcular o tempo disponível da produção, onde foi obtido um tempo conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Tempo diário disponível da produção

<b>Tempo disponível da produção</b>
27.000 segundos
450 minutos
7 horas e 30 minutos

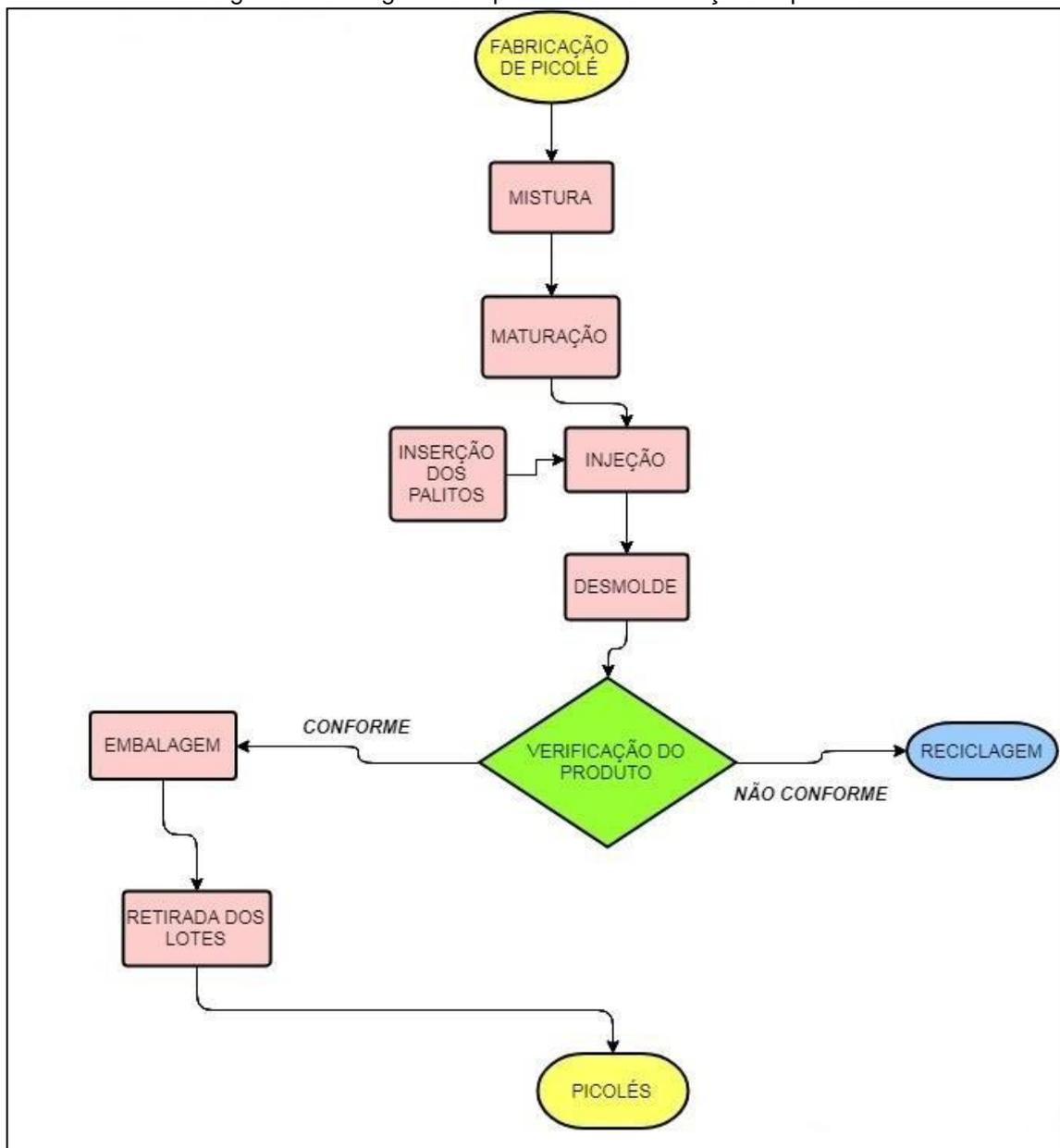
Fonte: Autora (2019)

#### 4.1 ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PICOLÉ

A identificação do local específico de estudo foi a partir do interesse do gestor numa análise mais profunda no setor de fabricação de picolé, pois atualmente é o produto de mais venda da empresa.

Foi realizada a observação de todas as etapas do processo de fabricação do picolé, estes se encontram em um mesmo local, caracterizando-se como um *layout* celular. Afim de uma melhor visualização e anotações acerca de cada etapa do processo, foi desenvolvido um fluxograma de processo, como mostra a Figura 5.

Figura 5 : Fluxograma do processo de fabricação de picolé



Fonte: Autora (2019)

A Figura 5 mostra que o setor estudado possui sete etapas para a fabricação completa do produto. Ele conta com seis operadores, onde alguns deles precisam trabalhar simultaneamente com mais de uma máquina.

Posteriormente a identificação de qual setor da fábrica o estudo seria realizado, foi feita uma análise do processo para um melhor entendimento do mesmo. Segue abaixo a descrição das etapas:

- **Etapa 1: Mistura**

Nessa etapa, são realizadas as misturas dos insumos que darão origem ao produto final. Eles são compostos por: amido, amaciante, saborizante (artificial ou polpa de fruta), sal e açúcar. Há duas máquinas para realização dessa mistura: a primeira máquina tem a finalidade de misturar os ingredientes; e a segunda tem a finalidade de coar a mistura para que ela se torne homogênea. Após tornar-se homogênea, a mistura é colocada manualmente na máquina de maturação. Este processo possui um operador (denominado “operador um”), que participa também da segunda etapa.

- **Etapa 2: Maturação**

Nesta etapa, realiza-se a maturação da mistura. Quem coloca o líquido na máquina de maturação é o “operador um”, o mesmo operador da etapa 1. Vale ressaltar, que o líquido pode ficar de um dia para o outro na máquina, assim o operador coloca o líquido nas máquinas de maturação antes de terminar o expediente, para que ao iniciar o outro dia a etapa 3 já comece assim que iniciar o expediente. Posteriormente, o líquido é passado para injetoras por meio de tubulação que é sob rosqueamento e esta é manipulada também pelo o “operador um”.

- **Etapa 3: Injeção**

A etapa de injeção, é a etapa que realiza a injeção dos líquidos na injetora, onde a mesma, também tem a função de resfriamento do produto. O “operador dois” realiza o procedimento da injeção do líquido por meio de botões. São três botões: o botão um posiciona o molde; o botão dois injeta o líquido; e o botão três libera o molde cheio para dentro da injetora, onde o mesmo será congelado.

Esta operação inicialmente foi observada como as demais, porém no meio da etapa foi percebido grande movimentação do “operador dois” a partir do segundo ciclo em cada injetora. Assim, visualizou-se uma perda da produção nessa etapa que é caracterizada como movimentação. Após injetar o líquido nos moldes é aguardado o tempo de congelamento para o desmolde. O tempo de congelamento é o tempo em que o “operador dois” está trabalhando na outra máquina.

- **Etapa 4: Inserção dos palitos**

A etapa 4, realizada a inserção dos palitos no molde. O “operador três” trabalha simultaneamente com o “operador dois”. Enquanto o “operador dois” libera o molde cheio para injetora, o “operador três” insere os palitos.

- **Etapa 5: Desmolde**

A etapa do desmolde é quando o “operador quatro” desmolda o produto da própria injetora, porém esse trabalho ocorre no lado oposto da injeção. Após o desmolde, os picolés vão para uma caixa e os moldes são lavados e empilhados. Como o desmolde é feito simultaneamente com a injeção o “operador quatro” não retorna com os moldes para o início da injetora e assim o “operador dois” precisa se deslocar de um extremo da injetora, que é onde o mesmo faz as injeções, para o outro extremo afim de buscar os moldes, dessa forma o “operador dois” acaba tendo que parar sua função para se deslocar. O desmolde é feito na injetora que já está com o produto congelado, logo para otimizar o tempo, enquanto o “operador quatro” esta retirando os moldes e desmoldando o produto, o “operador dois” já inicia um novo ciclo com o preenchimento dos moldes no lado oposto da máquina, por isso o mesmo precisa se deslocar para pegar os moldes que estão sendo desocupados.

- **Etapa 6: Embalagem**

Nesta etapa, é feita a embalagem do produto. O “operador cinco” configura a máquina para a mesma parar quando chegar a um lote de 200 picolés. Assim, ele coloca os produtos na esteira de um por um e a mesma faz a embalagem, posteriormente o produto cai em outra caixa já embalado. Quando chega a 200 picolés a máquina para e só recomeça quando o “operador cinco” aciona novamente o botão e insere os picolés na esteira.

- **Etapa 7: Retirada dos lotes**

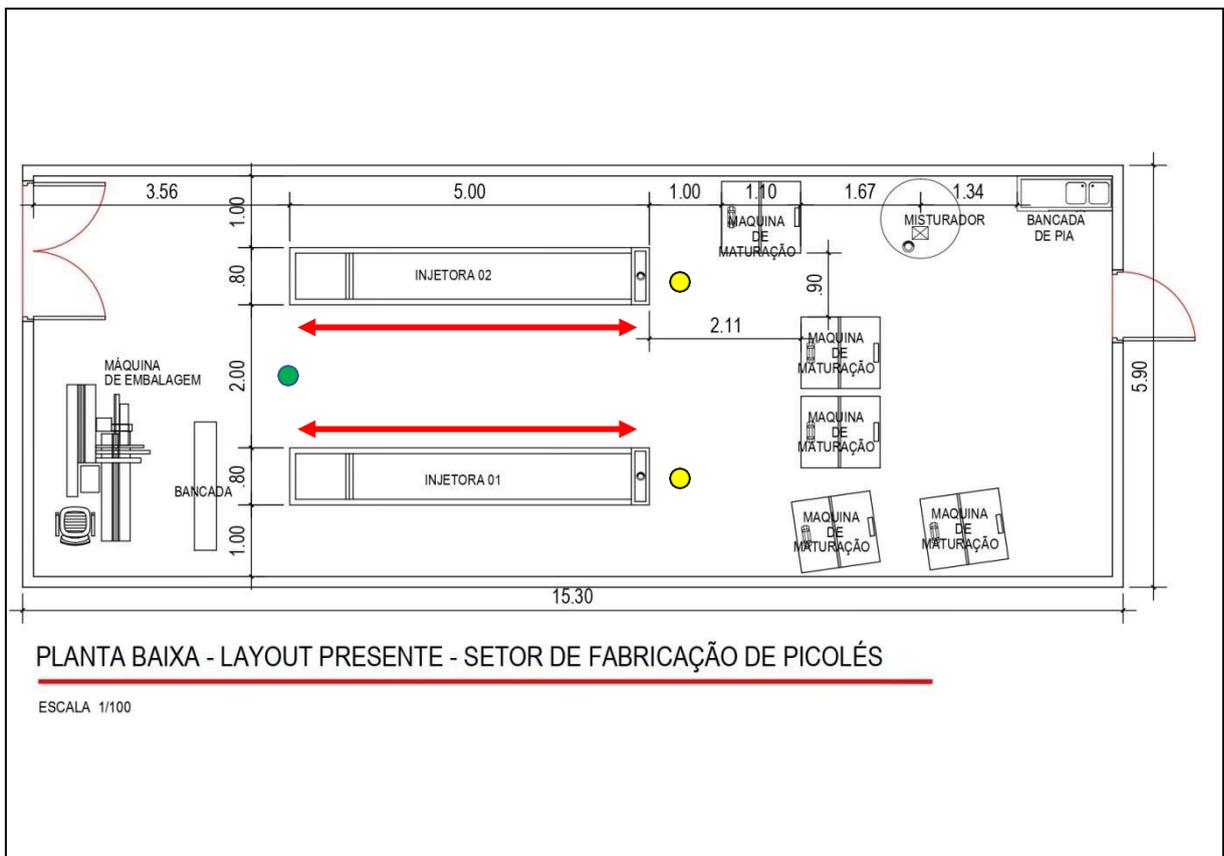
Nesta etapa é feita a retirada dos lotes. O “operador seis” pega caixa por caixa de lotes de 200 picolés e as leva para o estoque.

## 4.2 LAYOUT

### 4.2.1 Layout Atual

A análise do método atual ocorre a partir do *layout* atual, como mostra a Figura 6. No *layout* atual podemos observar o espaço físico que a linha de fabricação de picolés ocupa e por meio de análise visual e cronometragem percebeu-se a movimentação do “operador dois”.

Figura 6: *Layout* atual



Fonte: Autora (2019)

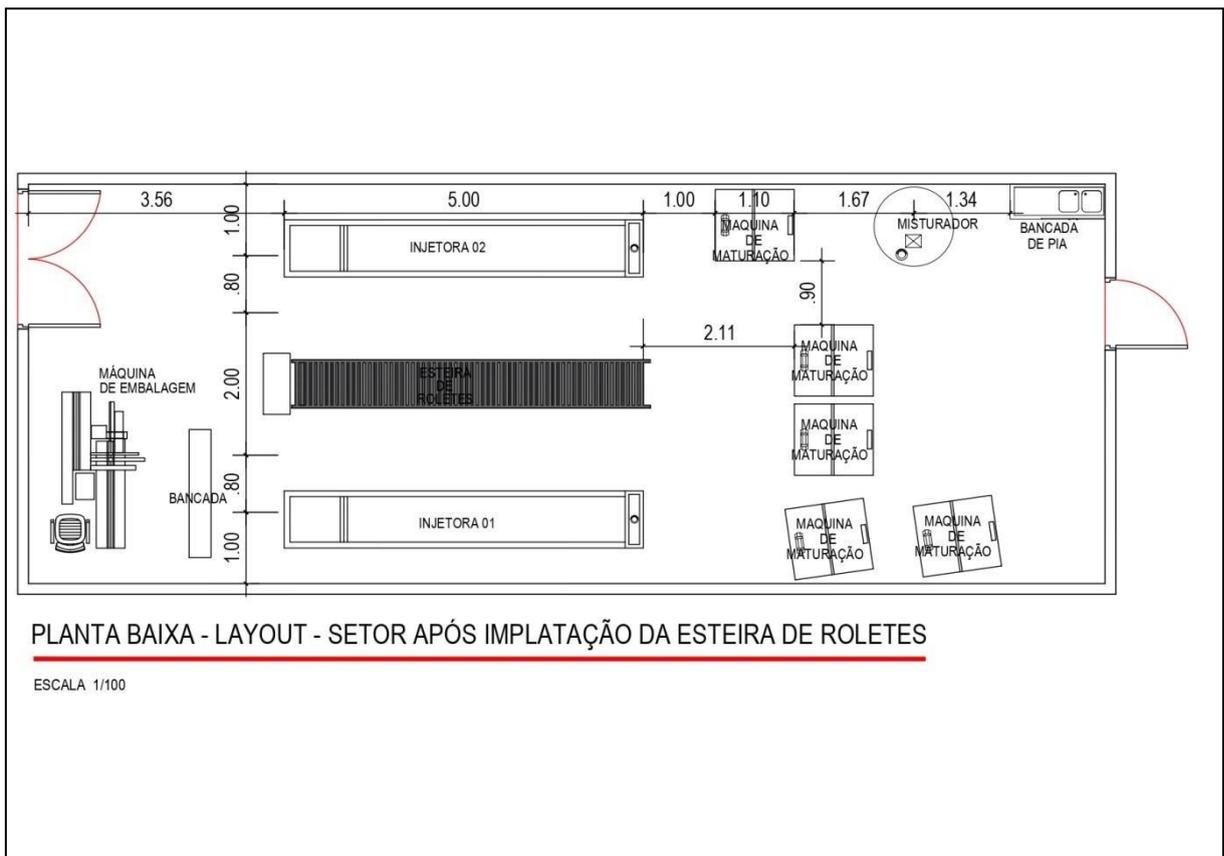
A Figura 6, mostra a disposição de todos os recursos transformadores para a produção de picolé. Os pontos indicados em amarelo são os locais onde o “operador dois” realiza sua função, o ponto indicado em verde é onde o “operador quatro” posiciona os moldes após o desmolde e as setas indicadas em vermelho é o

caminho percorrido pelo “operador dois” para buscar os materiais necessários para realização de seu trabalho.

#### 4.2.2 Layout Proposto

Nesta proposta de melhoria do *layout*, foi tomado como base a eliminação da movimentação do “operador dois” com a implantação de uma esteira de roletes que facilitaria o “operador quatro” (o responsável pela etapa de desmolde) posicionar os moldes na mesma e assim estes serem levados até uma caixa que estaria no extremo da injetora. Extremo que ocorre o acionamento dos botões para a injeção dos moldes, assim eliminando a movimentação o “operador dois”, que antes executava essa movimentação para buscar os moldes no outro extremo da máquina. Como demonstrado na Figura 7.

Figura 7: *Layout* proposto



Fonte: Autora (2019)

A Figura 7, mostra o layout após a implantação da esteira de roletes. Esta, é uma ferramenta auxiliadora na movimentação interna dos materiais, tendo a função de transportar materiais de um lado para outro sem precisar de intervenção elétrica

sendo apenas por um impulso de um operador. Dessa forma, a empresa não teria gastos extras com energia elétrica.

### **4.3 CÁLCULO DAS CRONOMETRAGENS**

Com o processo produtivo totalmente segmentado em atividades e elementos, foi realizada a tomada de tempos basicamente no processo de injeção. Onde no mesmo foi verificada uma movimentação durante o processo, caracterizando como um desperdício da produção.

O operador foi orientado a executar sua função, de forma padrão, seguindo a padronização da operação. Sendo coletadas cerca de 55 cronometragens (Anexo A), em cada ciclo e por fim foram coletados tempos em um total de 24 ciclos, sendo que 4 destes ciclos (2 em cada período) possui um tempo de aquecimento de 2 minutos quando cada máquina é ligada.

#### **4.3.1 Tempo médio**

Tendo o número de cronometragens é possível encontramos o tempo médio da operação para a injeção de todos os moldes. O cálculo foi efetuado utilizando uma planilha eletrônica.

##### **4.3.1.1 Atual**

Considerando  $n = 24$  cronometragens e  $\sum n = 22.071,12$  segundos (Em Anexo B), temos:

##### **4.3.1.2 Prognóstico**

Considerando  $n = 24$  cronometragens e  $\sum n = 19.464,96$  segundos (Em Anexo B), temos:

### **4.3.2 Tempo Normal**

Após a identificação do tempo médio, foi utilizada a fórmula para obtenção do tempo normal, a velocidade do operador, de acordo com a cronoanalista da empresa em estudo, foi de 100%, pois segundo Slack *et al.*, (2009), para trabalhos com ritmo normal considera-se este valor.

#### **4.3.2.1 Atual**

#### **4.3.2.2 Prognóstico**

### **4.3.3 Tempo Padrão**

Depois de calculado o tempo normal, calcula-se o tempo padrão, através do acréscimo do fator de tolerância (FT). O fator de tolerância que será usado é o apresentado por Sakai (2014) que varia entre 1,10 e 1,20 para trabalhos de fabricação.

#### **4.3.3.1 Atual**

#### **4.3.3.1 Prognóstico**

## **4.4 CAPACIDADE DA PRODUÇÃO**

O cálculo da capacidade produtiva pode ser encontrado, nesta situação, de acordo com a quantidade de ciclo.

#### 4.4.1 Atual

Se a cada ciclo que é finalizado a máquina produz 600 unidades do produto, logo:

#### 4.4.2 Prognóstico

Se a cada ciclo que é finalizado a máquina produz 600 unidades do produto, logo:

### 4.5 ANÁLISE FINANCEIRA

O preço unitário do picolé na fábrica estudada equivale a R\$ 1,00. Logo de acordo com o cálculo da capacidade produtiva, foi possível fazer uma estimativa de vendas. Foi considerado 44 horas semanais, 5 dias e meio na semana, 4 semanas por mês e 12 meses ao ano.

#### 4.5.1 Atual

Foi gerado o quadro de vendas para uma melhor percepção da estimativa. O Quadro 10 demonstra essa estimativa.

Quadro 10: Vendas em caráter semanal, mensal e anual.

<b>Vendas</b>	<b>Receita (R\$)</b>
Diárias	14.400,00
Semanal	79.200,00
Mensal	316.800,00
Anual	3.801.600,00

Fonte: Autora (2019)

## 4.5.2 Prognóstico

Quadro 11: Prognóstico das vendas em caráter semanal, mensal e anual.

Vendas	Receita (R\$)
Diárias	16.200,00
Semanal	89.100,00
Mensal	356.400,00
Anual	4.276.800,00

Fonte: Autora (2019)

## 4.5.3 Comparação da receita de vendas

O Quadro 12 demonstra com melhor clareza o quanto a empresa poderia lucrar a mais caso o layout proposto fosse aplicado.

Quadro 12: Comparação entre vendas.

Vendas	Receita atual (R\$)	Receita Prognóstico (R\$)
Diárias	14.400,00	16.200,00
Semanal	79.200,00	89.100,00
Mensal	316.800,00	356.400,00
Anual	3.801.600,00	4.276.800,00

Fonte: Autora (2019)

Ao analisar comparativamente o lucro que a empresa poderia obter caso a implantação do novo *layout* fosse aplicada, pode-se notar uma aumento financeiro relevante se considerar que a empresa aumentaria em 12,5 % sua receita de vendas.

## 4.6 ANÁLISE DOS DADOS IMPLATADOS NO SOFTWARE ARENA

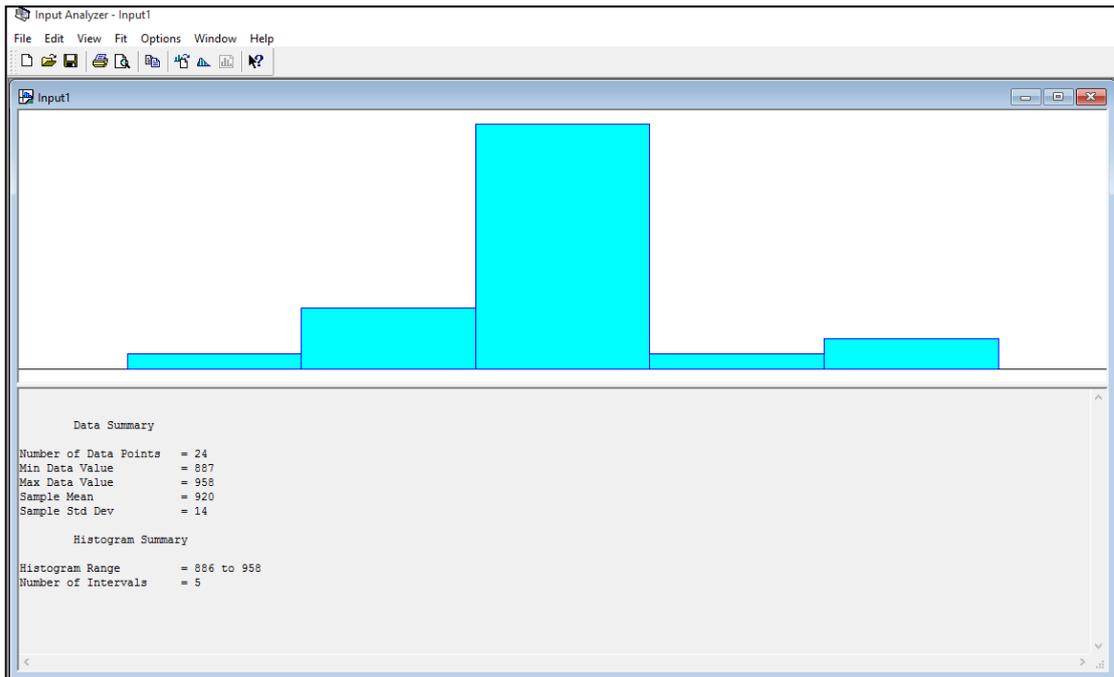
### 4.6.1 Gráficos gerados na ferramenta InputAnalyser

Com os dados de cada ciclo, foram plotados os gráficos do processo na ferramenta do software *Arena*, *InputAnalyser*:

#### 4.6.1.1. Atuais

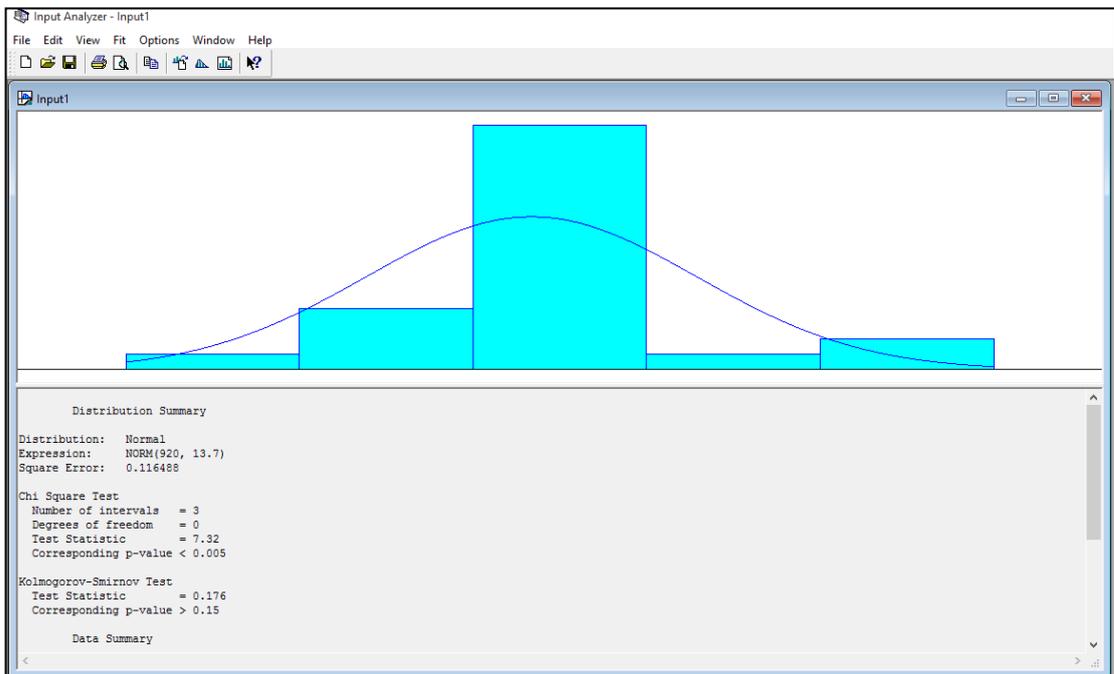
As Figuras 8 e 9 demonstram a representação gráfica da distribuição dos dados atuais.

Figura 8: Representação gráfica da distribuição de dados para o atual cenário



Fonte: Autora (2019)

Figura 9: Representação gráfica da distribuição normal de dados para o atual cenário.



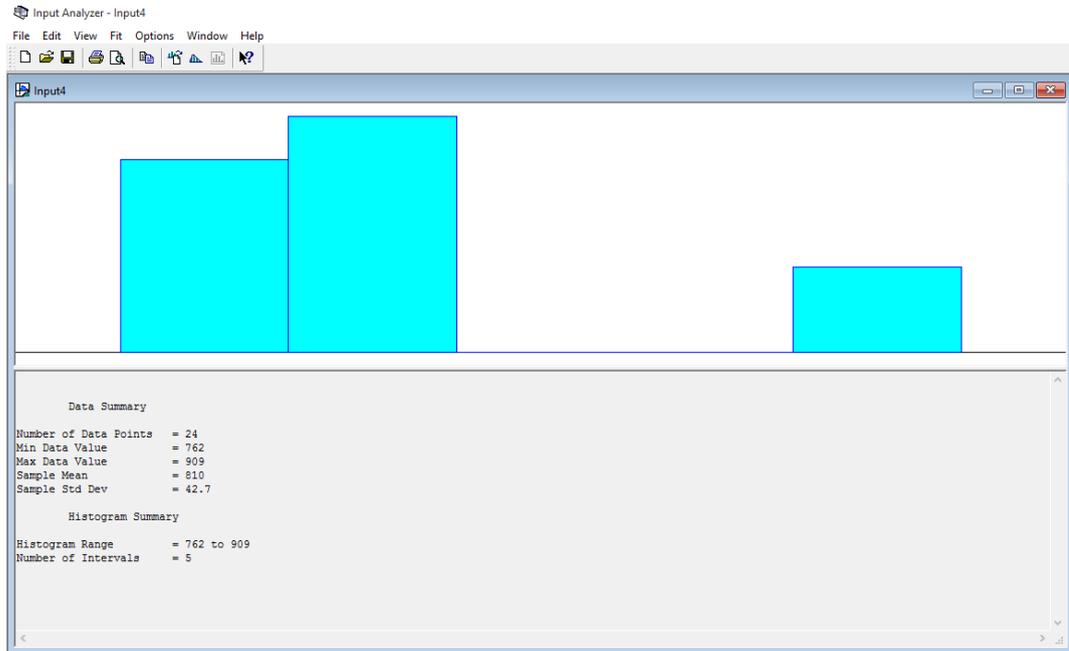
Fonte: Autora (2019)

Após o gráfico gerado foi possível perceber qual melhor distribuição se encaixaria nesse processo. Pois esta ferramenta consegue identificar qual melhor distribuição se adequa a situação. A distribuição que mais se adequou foi a normal como demonstra a Figura 9.

### 4.6.1.2 Prognóstico

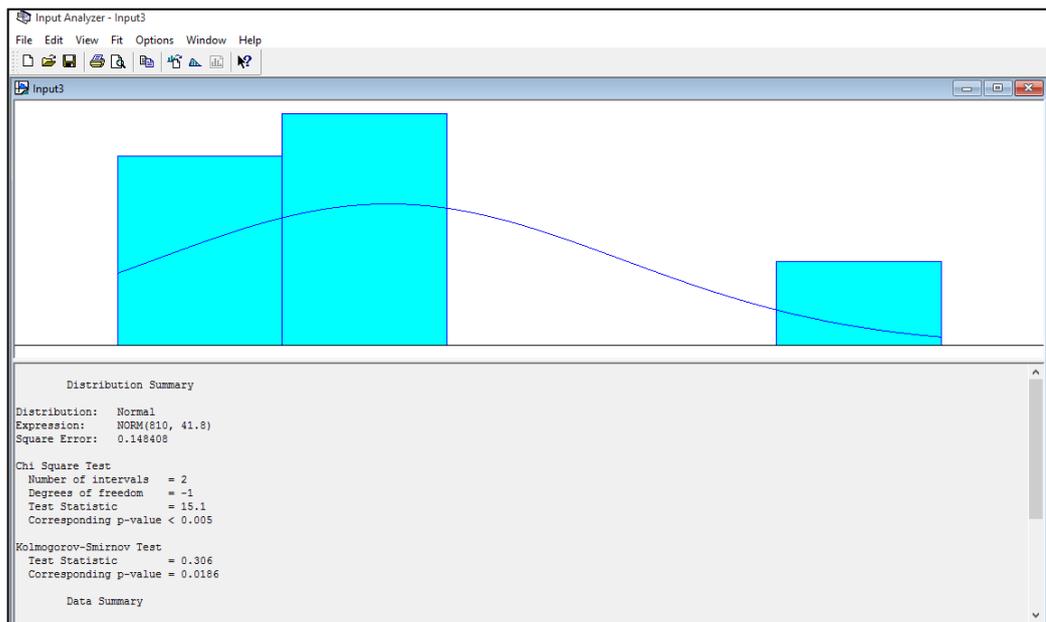
As Figuras 10 e 11 demonstram a representação gráfica da distribuição dos dados da proposta.

Figura 10: Representação gráfica da distribuição de dados para o cenário proposto.



Fonte: Autora (2019)

Figura 11 : Representação gráfica da distribuição normal de dados para o cenário proposto.



Fonte: Autora (2019)

Após o gráfico gerado foi possível perceber qual melhor distribuição se encaixaria nesse processo. A distribuição que mais se adequou foi a normal como demonstra a Figura 11.

#### 4.6.2 Implantação de Blocos

Como a melhor distribuição para o processo se caracterizou como distribuição normal e para uma representação fidedigna do processo foi utilizado o tempo padrão encontrado de acordo com as cronometragens feitas.

##### 4.6.2.1 Atuais

.Foi utilizado o TP = 1103,56 segundos.

Inicialmente, foi criado a entidade de início (Figura 12), possuindo as informações necessárias.

Figura 12: Criação da entidade de início.

Name:			Entity Type:		
INICIO			Entity 1		
Time Between Arrivals					
Type:	Value:			Units:	
Random (Expo)	1103.56			Seconds	
Entities per Arrival:	Max Arrivals:	First Creation:			
1	Infinite	0.0			

Fonte: Autora (2019)

Após a criação da entidade de início foi gerada a entidade de processamento (Figura 13), com as devidas informações necessárias. Estas continham informação se o processo precisava de interferência externa, que nesse caso seria o colaborador, a distribuição apropriada do processo, tempo padrão e sua devida unidade.

Figura 13: Criação da entidade de processamento.

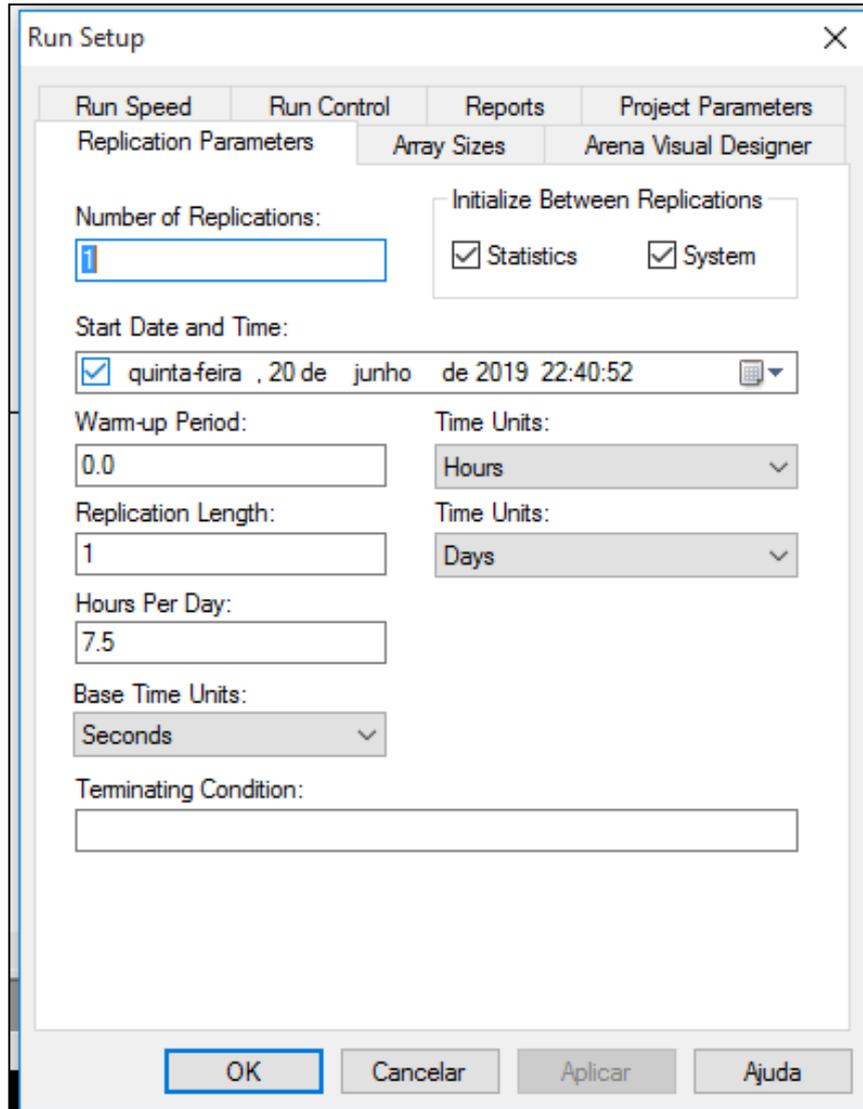
The image shows a 'Process' dialog box with the following fields and values:

- Name: PROCESSO INJEC
- Type: Standard
- Logic:
  - Action: Seize Delay Release
  - Priority: Medium(2)
- Resources:
  - Resource, INJECAO, 1
  - <End of list>
- Delay Type: Normal
- Units: Seconds
- Allocation: Value Added
- Value (Mean): 1103.56
- Std Dev: .2
- Report Statistics

Fonte: Autora

Após a criação da entidade de processo foi gerada a entidade de fim que consiste na denominação da próxima etapa. Após, foi acionada a função “run” (Figura 14) em que foram colocadas com as devidas informações necessárias para iniciar o processo simulatório. Estas, continham informação se o tempo de simulação que queria-se analisar, o tempo de horas trabalhadas por dia e a unidade que estava sendo usada nas demais.

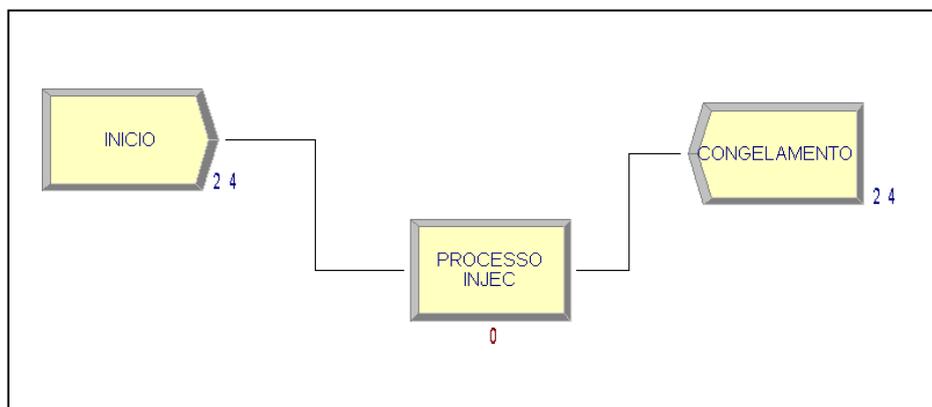
Figura 14: Preenchimento da função “run”.



Fonte: Autora (2019)

Após a simulação, as entidades mostraram quantos ciclos foram processados de acordo com as informações (Figura 15).

Figura 15: Entidades após a simulação



Fonte: Autora (2019)

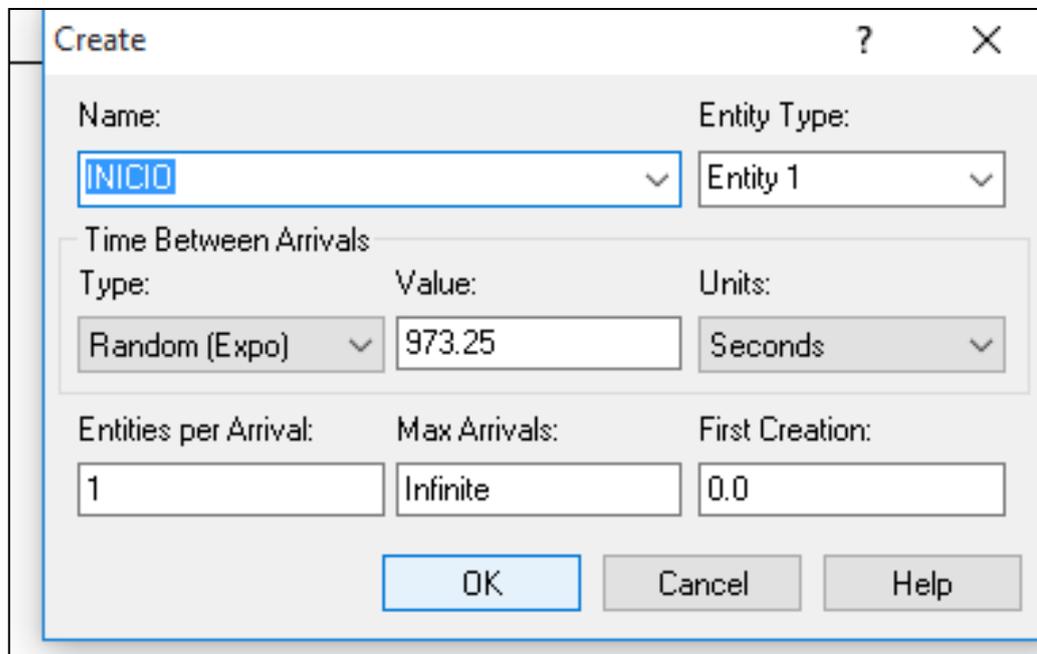
Percebeu-se então o mesmo valor de 24 ciclos em relação ao cálculo da quantidade de ciclo diária da fábrica, totalizando a mesma quantidade de ciclos por dia.

#### 4.6.2.2 Prognóstico

Foi utilizado o TP = 973,25 segundos.

Inicialmente, foi criado a entidade de início (Figura 16), possuindo as informações necessárias.

Figura 16: Criação da entidade de início



The image shows a 'Create' dialog box with the following fields and values:

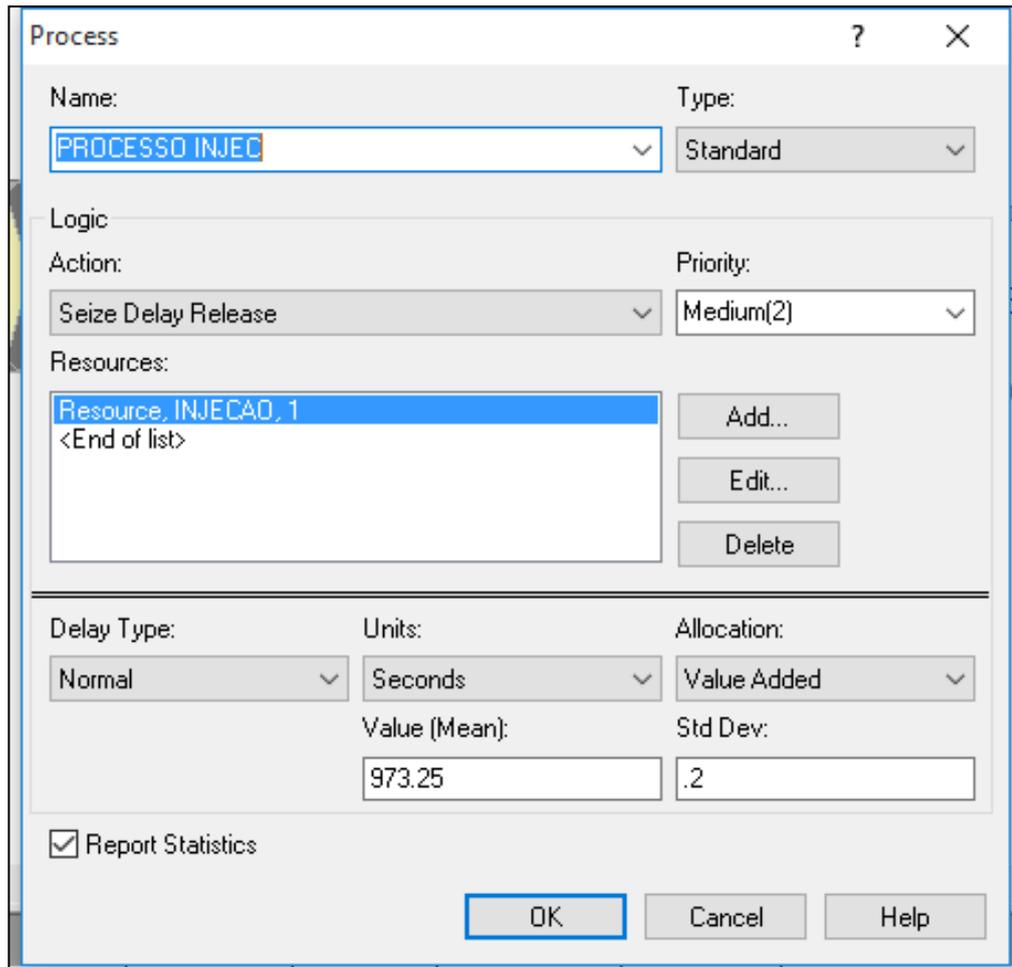
Name:		Entity Type:	
INICIO		Entity 1	
Time Between Arrivals			
Type:	Value:	Units:	
Random (Expo)	973.25	Seconds	
Entities per Arrival:	Max Arrivals:	First Creation:	
1	Infinite	0.0	

Buttons: OK, Cancel, Help

Fonte: Autora (2019)

Após a criação da entidade de início foi gerada a entidade de processamento (Figura 17), com as devidas informações necessárias. Estas continham informação se o processo precisava de interferência externa, que nesse caso seria o colaborador, a distribuição apropriada do processo, tempo padrão e sua devida unidade.

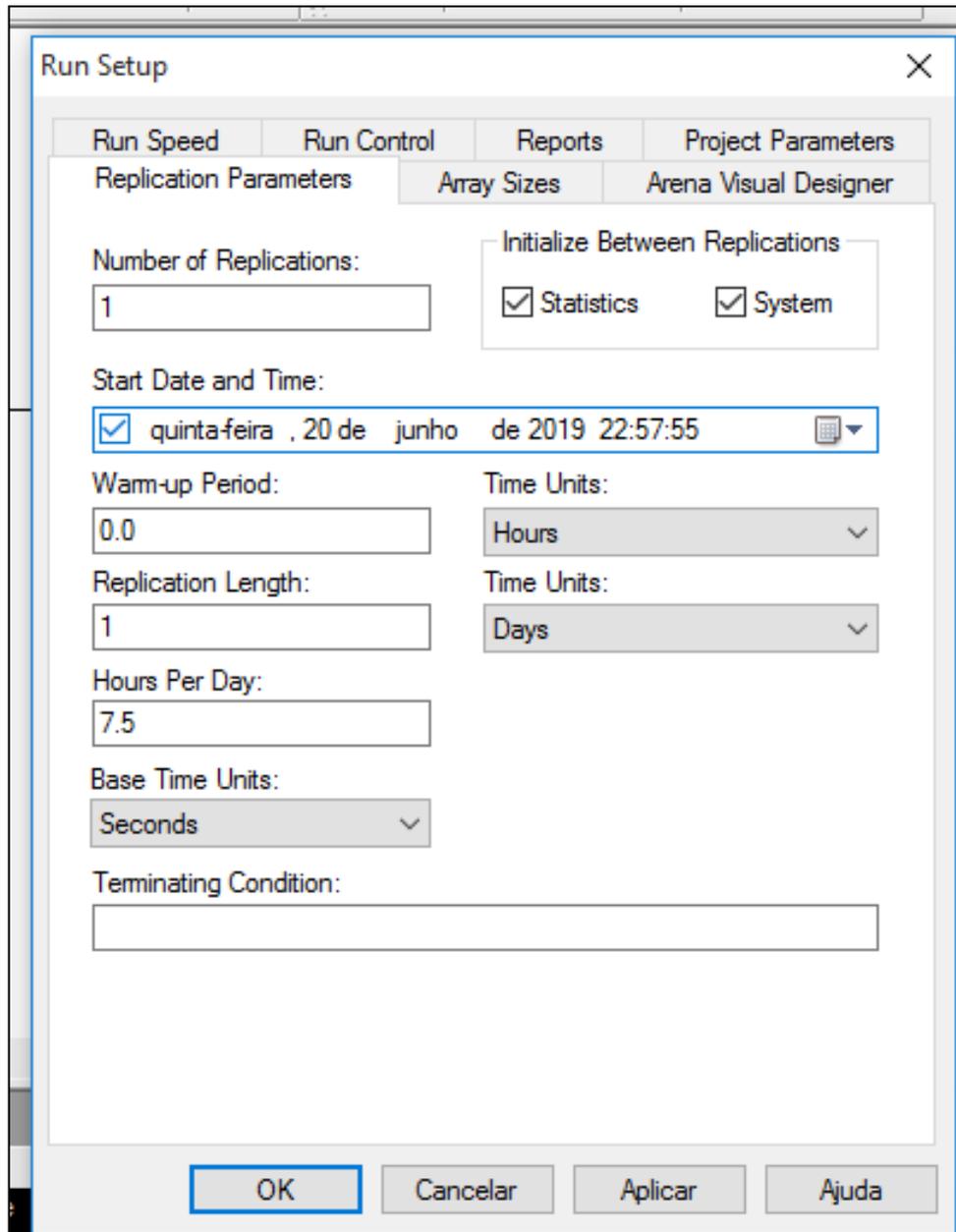
Figura 17: Criação da entidade de processamento.



Fonte: Autora (2019)

Após a criação da entidade de processo foi gerada a entidade de fim que consiste na denominação da próxima etapa. Após, foi acionada a função “run” (Figura 18) em que foram colocadas com as devidas informações necessárias para iniciar o processo simulatório. Estas, continham informação se o tempo de simulação que queria-se analisar, o tempo de horas trabalhadas por dia e a unidade que estava sendo usada nas demais.

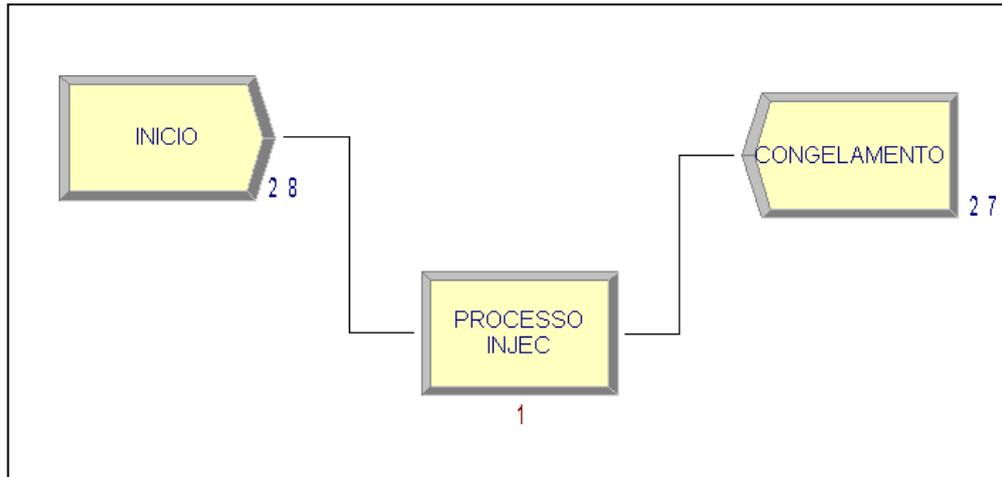
Figura 18: Preenchimento da função run.



Fonte: Autora (2019)

Após a simulação, as entidades mostraram quantos ciclos foram processados de acordo com as informações (Figura 19).

Figura 19: Entidades após a simulação



Fonte: Autora (2019)

Percebeu-se então o mesmo valor de 27 ciclos em relação ao cálculo da quantidade de ciclo diária da fábrica, totalizando a mesma quantidade de ciclos por dia.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Qualquer sugestão de mudança dentro de uma empresa consolidada por anos não é fácil. Perceber situações as quais envolvem desperdícios e que podem ser solucionados, modificando processos ou até mesmo a planta industrial sempre envolve grandes desafios.

O presente trabalho foi focado no processo de análise e proposta de modificação no *layout* do setor de fabricação de picolé de uma empresa no setor alimentício na cidade de Arapiraca - AL. O envolvimento com os colaboradores foi essencial para realização do estudo, pois os mesmos foram responsáveis pela apresentação do processo de fabricação do picolé. Além disso, foi importante para empresa, pois conseqüentemente aumentou o interesse destes em colaborar com opiniões para a otimização do processo produtivo.

Por meio do detalhamento dos processos produtivos estudados, foi possível explorar os recursos utilizados e como está disposto o fluxo de produção na organização. Dessa forma, a compreensão da funcionalidade de cada recurso, como também sua influência nas operações seguintes, identificando gargalos e os possíveis desperdícios foram essenciais para pensar em soluções que mitigassem tais problemas existentes.

Os softwares utilizados foram de grande auxílio para a confecção desse trabalho, visto que os mesmos tiveram o papel de ilustrar a proposta de melhoria e de fazer uma verificação a cerca da veracidade dos resultados obtidos.

Os resultados obtidos com esse estudo foram considerado satisfatórios e de relevância para a melhoria dos processos da empresa, bem como o aumento da sua capacidade produtiva e conseqüentemente o impacto financeiro positivo de 12,5 % na receita de vendas da empresa, caso fosse implantada a proposta.

### **5.1 Sugestão para trabalhos futuros**

Como a empresa possui vários setores o estudo pode ser aplicado como um todo na empresa a título de identificar o posicionamento individual de cada setor bem como qual o melhor posicionamento das máquinas.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, Lucas Marques. **Planejamento do arranjo físico da produção em uma microempresa**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário Eurípides de Marília – Univem. São Paulo, 2015.

ANTON, C. I.; EIDELWEIN, H.; DIEDRICH, H. **Proposta de melhoria no layout da produção de uma empresa do Vale do Taquari**. Revista Destaques Acadêmicos, v. 4, n. 1, 2012.

ASSUNPÇÃO, Lucas Eggers; JACOBS, William. **Estudo comparativo entre layouts sob a ótica da teoria das restrições com apoio de simulação de eventos discretos em empresa de alimentos**. Produção online, Florianópolis, SC, v. 19, n. 1, p. 152-178, 2019.

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial–Transporte, Administração De Materias E Distribuição Física**. Ed. Atlas, 2010.

BARNES, Ralph M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher. 1977.

BARROS, Allan Cunha. **Curso teórico e prático de Projetos de irrigação por aspersão convencional**. Arapiraca, 2017.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2008.

CURY, Pedro Henrique Araújo; SARAIVA, José. **Produção de lentes orgânicas no Pólo Industrial de Manaus**. Gest. Prod. vol.25 no.4 São Carlos, 2018.

DIAS, Sergio Luiz Vaz; CAULLIRAUX, Heitor Mansur; ANTUNES JR., José Antônio Valle; LACERDA, Daniel Pacheco. **Alinhamento entre sistemas de produção, custo e indicadores de desempenho: um estudo de caso**. Produção online, Florianópolis, ISSN 1676 - 1901 / Vol.7/ Num. 2/, 2007.

DIAS, Donaldo de Souza; SILVA, Mônica Ferreira da. **Como escrever uma monografia**. Rio de Janeiro: Ufrj/coppead, 2009. Disponível em: <[http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/384\\_completo.pdf](http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/384_completo.pdf)>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

FREITAS E SILVA, L. M.; PINTO, M. de G.; SUBRAMANIAN, A. **Utilizando o software Arena como ferramenta de apoio ao ensino em Engenharia de Produção**. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, 2007.

GALDÁMEZ, Edwin Vladimir Cardoza. CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. GEROLAMO, Mateus Cecílio. **Proposta de um sistema de avaliação do desempenho para arranjos produtivos locais**. Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n. 1, p. 133-151, 2009.

GRAEML, A. R.; PEINADO, J. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 5ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2005.

JUNIOR, Jorge Muniz et al. **Administração da Produção**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2012.

KRAJEWSKI, L. J.; MALHOTRA, M.; RITZMAN, L. P. **Administração de produção e operações**. 8.ed. São Paulo: Pearson, 2009.

LEDIS, Esmailen Cardozo. **Análise e proposta de layout para uma serralheria: Estudo de Caso**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2012.

LIMA FILHO, Guilherme Pereira. **Curso Técnico em Manutenção e Suporte em Informática**. Manaus: E-Tec Brasil, 2009.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e controle da Produção**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2008.

LUZZI, André Antônio. **Um abordagem para projetos de layout industrial em sistemas de produção enxuta: um estudo de caso**. 2004. Dissertação (Mestrado em Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004)

MACHADO, Simone Silva. **Gestão da Qualidade**. Inhumas: E-Tec Brasil, 2012.

MAGALHÃES, Marden Márcio. **PROGRAMA SEBRAETEC: análise da sua eficácia sob a ótica das entidades tecnológicas mineiras**. 2004. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2004.

MARTINS, P. G. LAUGENI, Fernando P.. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva. 2005.

MELLO, Ana Emília Nascimento Salomon de. **Aplicação do mapeamento de processos e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos**. 2008. 29p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2008.

MIGUEL, P.A.C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OLIVEIRA, José Augusto de; NADAEB, Jeniffer de; OLIVEIRAC, Otávio José de; SALGADOD, Manoel Henrique. **Um estudo sobre a utilização de sistemas, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo**. Produção, v. 21, n. 4, p. 708-723, 2011.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala.** Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática.** 2ª. ed. Reimpressão São Paulo: Atlas, 2009.

PERGHER, Isaac; RODRIGUES, Luis Henrique; LACERD, Daniel Pacheco. **Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo a lógica do ganho da Teoria das Restrições.** Gest. Prod. vol.18 no.4 São Carlos, 2011.

RAWABDEH, I.; TAHBOUB, K. **A new heuristic approach for a computer-aided facility layout.** *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 17, n. 7, p. 962-986, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/17410380610688269>.

ROCHA, Lourdes Cuer da Rocha. **Utilização do método SLP para melhoria de layout em uma metalúrgica de pequeno porte.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso - - Centro Universitário Eurípides de Marília – Univem. São Paulo, 2015.

SANTOS, L.; GOHR, C.; URIO, L. (2014). **Planejamento sistemático de layout em pequenas empresas: uma aplicação em uma fábrica de baterias automotivas.** *Espacios*, v. 35, n. 7, 2014.

SAKAI, Gustavo Katsumoto. **Estudo de tempos e métodos em uma linha de montagem de bicicletas ergométricas.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - - Centro Universitário Eurípides de Marília – Univem. São Paulo, 2014.

SEBRAE, Serviço de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. **Layout de uma fábrica.** Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/O-layout-da-f%C3%A1brica-pode-influir-na-productividade>. Acesso em: 25 de junho de 2019.

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

SILVA, Alessandro Lucas da; RENTES, Antonio Freitas. **Um modelo de projeto de layout para ambientes job shop com alta variedade de peças baseado nos conceitos da produção enxuta.** Gest. Prod. vol.19 no.3 São Carlos, 2012.

SLACK, N. Et. Al. **Administração da Produção.** 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica.** São Paulo : Atlas. 1995.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

TUBINO, D.F. **O Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática.** São Paulo: Editora Atlas, 2007.

## ANEXO A

## CRONOMETRAGEM MANHÃ

TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 1 MÁQ 1)		TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 1 MÁQ 2)	
120	(AQUECIMENTO)	120	(AQUECIMENTO)
16,31		17,2	
14,12		18,92	
16,29		19	
14,91		15,35	
12,82		14,49	
14,7		15,09	
12,8		16,9	
13,1		15,76	
14,09		12,98	
13,98		14,56	
15		15	
15,99		15,43	
13,97		15,98	
12,99		16,02	
12,39		17	
13,99		13,99	
18,78		14,74	
14,87		15,55	
15,09		14,96	
15,66		16,35	
17,07		14,99	
17,09		15,49	
18		13,05	
17,77		14,39	
17,4		15,99	
16,9		13,98	
16,02		14,69	
18,2		13,34	
14,55		15,29	
13,22		16,39	
17,9		16	
17,03		17,2	
12,99		13,99	
13,07		14,45	
14,67		17	
16,09		16,3	
16,12		18,76	

14,05		14,99	
19		19,04	
18,82		18,2	
17,9		19	
12,71		13,29	
14,8		14,69	
15		14,99	
16,03		15,93	
16,19		18,9	
15,98		14,79	
19,07		12,94	
18,9		14,6	
18,99		12,89	
TOTAL em segundos=		TOTAL em segundos=	
903,38		900,82	

TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 2 MÁQ 1)		TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 2 MÁQ 2)	
21,87	(MOVIMENTAÇÃO)	22	(MOVIMENTAÇÃO)
20	(MOVIMENTAÇÃO)	23	(MOVIMENTAÇÃO)
13,81		15,2	
15,53		13,81	
17		10,92	
18,2		17	
10,92		15,93	
16,55		18	
16		17,59	
15		14,95	
15,93		15,94	
10,86		12	
15,49		16,13	
15		13,9	
16,29		19,98	(MOVIMENTAÇÃO)
15,41		15,98	
16,23		17	
21	(MOVIMENTAÇÃO)	18,81	
18,2		14,09	
12		17	
16,22		16,5	
16		17	
14,92		12,99	
12,8		11	
13,91		11,92	
18,98		22	(MOVIMENTAÇÃO)
13,82		19,01	

14,39		14	
21,7	(MOVIMENTAÇÃO)	11,67	
24,11		18,7	
21,18		17,32	
22,09		12,9	
13,7		15	
14,74		19,8	(MOVIMENTAÇÃO)
15,08		16,1	
15,98		19,3	
17,39	(MOVIMENTAÇÃO)	14,35	
18,1		16	
13,82		16,9	
15,67		17	
17,2		16	
15,56		15,54	
15,88		13,21	
19		17	
12,98		16,78	
15		19	(MOVIMENTAÇÃO)
18,26		14,98	
16,16		16	
15,83		18	
15,8		17,69	
20	(MOVIMENTAÇÃO)	18	
17,67		15,9	
17		18,9	
15,3		14,99	
15,34		17,01	
16		19,09	
TOTAL em segundos=		TOTAL em segundos=	
918,87		916,78	

TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 3 MAQ 1)		TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 3 MAQ 2)	
23,7	(MOVIMENTAÇÃO)	24,9	(MOVIMENTAÇÃO)
22	(MOVIMENTAÇÃO)	20	(MOVIMENTAÇÃO)
18,98		22	(MOVIMENTAÇÃO)
13,2		13,5	
13,49		12,91	
11,17		14,29	
12,02		18,77	
14,87		17,05	
16,09		15,22	
14,93		13,1	
15,32		14,35	

23,3	(MOVIMENTAÇÃO)	13,2	
14,33		13,67	
17,43		14,08	
19		15,3	
17,77		15,37	
17,94		18	
16,31		14,33	
15,08		17,21	
15,44		18,01	
12,37		17,43	
16,8		18,7	
14,22		18,89	
21,9	(MOVIMENTAÇÃO)	23,09	(MOVIMENTAÇÃO)
13,15		16,71	
14,78		13,44	
18,8		14,06	
16,01		14,1	
15,98		18,21	
15,88		18	
14,84		11,44	
17,9		13,66	
16,66		15,07	
15,01		14,39	
14,76		27,37	(MOVIMENTAÇÃO)
18,9	(MOVIMENTAÇÃO)	15,43	
13,88		15,5	
14,39		17,02	
15,36		18,2	
18		19,4	
19,2		15,21	
16,46		16,65	
14,99		15,42	
15,78		14,33	
17,3		18,08	
22,38	(MOVIMENTAÇÃO)	12,99	
19,07		21,03	(MOVIMENTAÇÃO)
14,03		13,09	
13,98		14,38	
14		17,21	
13,88		18,03	
17,04		18	
15,09		15,21	
17,3		13,45	
18,04		14,96	
16,1		15,11	

TOTAL em segundos=		TOTAL em segundos=	
916,6		918,52	

TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 4 MAQ 1)		TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 4 MAQ 2)	
21,98	(MOVIMENTAÇÃO)	25	(MOVIMENTAÇÃO)
24,59	(MOVIMENTAÇÃO)	26,08	(MOVIMENTAÇÃO)
18,9		28	(MOVIMENTAÇÃO)
16,01		15,42	
14,55		17,29	
14,32		16,99	
15,9		15,4	
14,51		13,99	
17		13,78	
16,75		14,01	
18,72		15,83	
26,3	(MOVIMENTAÇÃO)	19	
18,76		17,92	
13,39		16,2	
14,2		14,09	
18,31		17,29	
17,99		13,32	
18,02		13,92	
17,61		18,27	
19,28		18,29	
18,33		25,39	(MOVIMENTAÇÃO)
15,02		19,02	
17,09		18,99	
18,4		17,23	
19		18,26	
16,03		17,92	
25,6	(MOVIMENTAÇÃO)	17,64	
19,99		14,31	
16,05		18,4	
15,24		15,92	
18,33		16,3	
19,07		12,99	
19,03		18,23	
18,65		19,1	
18,39		14,91	
17,76		25,3	(MOVIMENTAÇÃO)
14,91		17,7	
14,97		17,67	
15,04		17,91	
18,31		19,01	

18,23		16,4	
15,33		14,2	
28	(MOVIMENTAÇÃO)	18,71	
18,39		18,39	
11,3		18,2	
18,36		17,21	
17,79		13,33	
18,06		18,9	
17,92		13,7	
17,59		15,21	
18,04		16,63	
14,38		13,85	
17,28		19,41	
18,4		18,72	
16,5		16,11	
		14,38	
TOTAL em segundos=		TOTAL em segundos=	
919,14		918,58	

TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 5 MAQ 1)		TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 5 MAQ 2)	
21,87	(MOVIMENTAÇÃO)	21	(MOVIMENTAÇÃO)
20	(MOVIMENTAÇÃO)	25,3	(MOVIMENTAÇÃO)
18,96		16,09	
17		18,03	
15,78		16,42	
15,36		17,91	
17,62		11,14	
18,73		18,4	
16,99		16,13	
18,54		12,19	
16,55		22,9	(MOVIMENTAÇÃO)
14,34		19,1	
16,49		11,14	
17,04		14,89	
12,03		18,27	
11,25		18,07	
14,11		19,27	
16,24		12,71	
16,06		13,51	
18,68		13,34	
27	(MOVIMENTAÇÃO)	13,49	
18,29		16,46	
17,48		27,83	(MOVIMENTAÇÃO)
17,67		15,61	

19,24		14,56	
16,4		14,58	
11,04		14,85	
12,37		17,76	
16,69		15,71	
15,15		17,95	
19,05		16,77	
22,37	(MOVIMENTAÇÃO)	18,7	
16,04		14,17	
14,93		18,35	
13,7		16,73	
15,74		16,13	
18,35		16,41	
15,42		19,04	
14,12		17,23	
16,37		24,98	(MOVIMENTAÇÃO)
16,27		13,48	
18,81		18,31	
14,01		16,85	
14,86		15,67	
11,33		13,62	
17,19		17,48	
17,93		15,55	
14,27		14,36	
22,3	(MOVIMENTAÇÃO)	11,45	
15,72		18,68	
13,86		14,04	
16,44		17,82	
17		18,71	
18,22		11,45	
15,96		18,44	
TOTAL em segundos=		TOTAL em segundos=	
915,23		919,03	

TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 6 MAQ 1)		TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 6 MAQ 2)	
23,45	(MOVIMENTAÇÃO)	21,99	(MOVIMENTAÇÃO)
24,3	(MOVIMENTAÇÃO)	21,08	(MOVIMENTAÇÃO)
22	(MOVIMENTAÇÃO)	13,53	
15,83		16,16	
18,14		14,67	
15,67		16,4	
13,72		16,93	
16,07		14,79	

14,61		18,59	
15,17		14,51	
15,38		16,57	
18,47		14,55	
17,2		28	(MOVIMENTAÇÃO)
16,5		15,36	
15,37		15,21	
23	(MOVIMENTAÇÃO)	15,6	
18,03		13,73	
12,08		18,3	
18,06		15,53	
17,03		18,32	
19,05		18,8	
15,06		14,28	
17,09		13,19	
15,7		16,05	
16,33		24,39	(MOVIMENTAÇÃO)
15,2		12,33	
12,02		19,42	
11,98		13,66	
15,44		16,1	
17,22		14,04	
25,06	(MOVIMENTAÇÃO)	16,43	
16,53		17,56	
16,65		16,47	
18,16		13,88	
19,31		17	
15,39		17,96	
17,93		14,42	
16,87		16,87	
17,25		25,48	(MOVIMENTAÇÃO)
19,13		13,73	
14,46		15,1	
17,41		16,95	
13,43		14,35	
12,13		17,15	
18,1		16,96	
12,15		15,63	
16,94		13,75	
24	(MOVIMENTAÇÃO)	12,82	
14,75		16,42	
13,07		12,83	
16,54		24,9	(MOVIMENTAÇÃO)
12,03		15,1	
13,21		15,91	

14,31		12,51	
15,56		15,3	
12,44		16,32	
TOTAL em segundos=		TOTAL em segundos=	
927,98		923,88	

### CRONOMETRAGEM TARDE

TEMPO EM SEGUNDO (CRONOMETRAGEM 1 MAQ 1)		TEMPO EM SEGUNDO (CRONOMETRAGEM 1 MAQUINA 2)	
120	(AQUECIMENTO)	120	(AQUECIMENTO)
14,3		16,2	
12,99		15,39	
14,59		15,2	
16,99		14,98	
18,9		14,2	
16,78		15,4	
14,96		14,79	
15		14,5	
14,59		17,47	
16,89		12,39	
17,56		13,45	
13,57		14,59	
17		15,67	
18,98		18,03	
19,01		16,23	
17,26		13,39	
14,03		16,34	
15,89		16,45	
16,78		16,29	
16,98		17,65	
15,89		17,9	
14,67		18,01	
13,05		16,43	
13,99		13,29	
14,98		13,94	
15,49		14,59	
16,9		18,97	
16,78		18,55	
16,98		19	
17,89		17,76	
16,5		18,99	
12,68		17,87	
16		15,39	
18,08		18,79	

14,03		16,59	
18,49		18,45	
16,04		17,23	
15,99		16,79	
15,67		18,54	
13,9		14,39	
14,87		12,73	
15,99		14,45	
14,58		14,34	
15,79		14,67	
16,9		15,38	
16,01		15,87	
15,7		16,63	
12,78		13,65	
11,99		18,7	
16,87		15,04	
TOTAL EM SEGUNDOS=		TOTAL EM SEGUNDOS=	
908,53		886,61	

TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 2 MÁQ 1)		TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 2 MÁQ 2)	
21,9	(MOVIMENTAÇÃO)	24,03	(MOVIMENTAÇÃO)
26,9	(MOVIMENTAÇÃO)	29	(MOVIMENTAÇÃO)
23	(MOVIMENTAÇÃO)	15,23	
15,86		16,69	
14,08		13,4	
15,71		16,82	
15,5		12,01	
16,86		16,77	
14,13		15,35	
16,24		14,82	
14,5		15,37	
15,97		15	
16,18		14,99	
17,67		14,75	
16,17		16,64	
16,54		15,36	
15,97		22,93	(MOVIMENTAÇÃO)
22	(MOVIMENTAÇÃO)	16,73	
16,73		13,27	
15,79		15,69	
15,59		15,2	

15,82		14,88	
17,58		15,39	
17,32		16,02	
18,71		15,19	
17,7		15,86	
18,73		15,81	
16,08		15,68	
17,41		17,78	
18,97		13,89	
19,04		27,2	(MOVIMENTAÇÃO)
18,79		17,88	
15,06		19,12	
28	(MOVIMENTAÇÃO)	18,49	
14,17		18,11	
16,93		17,83	
15,4		16,5	
14,41		17,08	
13,97		16,21	
15,37		18,31	
13,77		17,13	
16,13		17,62	
14,87		15,5	
13,27		16,8	
15,42		16,79	
16,58		15,16	
19	(MOVIMENTAÇÃO)	22	(MOVIMENTAÇÃO)
14,17		16,25	
14,85		16,18	
19		18,49	
16,91		14,19	
16,5		15,89	
15,38		17,25	
17,13		15,33	
16,15		14,68	
17,63			
TOTAL EM SEGUNDOS=		TOTAL EM SEGUNDOS=	
949,51		926,54	

TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 3 MAQ 1)		TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 3 MAQ 2)	
28	(MOVIMENTAÇÃO)	25	(MOVIMENTAÇÃO)
27,3	(MOVIMENTAÇÃO)	26,08	(MOVIMENTAÇÃO)
25,1	(MOVIMENTAÇÃO)	18,55	
13,75		12,88	

15,41		16,01	
14,63		16,24	
14,37		15,17	
11,39		15,91	
11,17		18,29	
16,62		17,07	
16,14		14,48	
15,69		18,36	
16,33		15,57	
15,46		29	(MOVIMENTAÇÃO)
14,71		16,02	
18,96		13,05	
16,54		18	
24,59	(MOVIMENTAÇÃO)	15,56	
19,02		16,34	
16,36		16,78	
17,69		16,47	
15,49		17,15	
16,69		14,36	
17,39		15,11	
16,29		15,76	
16,34		16,73	
16,96		19,15	
12,82		13,72	
11,86		27,19	(MOVIMENTAÇÃO)
11,3		14,03	
16,53		15,07	
15,82		13,68	
16,71		11,9	
17,82		17,59	
22,9	(MOVIMENTAÇÃO)	14,18	
13,39		13,21	
18,11		13,17	
12,59		14,28	
18,96		15,95	
11,84		13,1	
18,51		13,23	
15,96		14,79	
18,54		14,61	
11,23		18,15	
16,72		27	(MOVIMENTAÇÃO)
16,63		17,98	
14,54		14,23	
24,39	(MOVIMENTAÇÃO)	14,2	
14,72		17,12	

16,4		14,2	
17,34		18,28	
17,45		18,25	
15,43		14,73	
11,43		15,26	
16,85		18,48	
15,27			
TOTAL EM SEGUNDOS=		TOTAL EM SEGUNDOS=	
930,45		916,67	

TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 4 MAQ 1)		TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 4 MAQ 2)	
22,99	(MOVIMENTAÇÃO)	27	(MOVIMENTAÇÃO)
21	(MOVIMENTAÇÃO)	26,99	(MOVIMENTAÇÃO)
18,33		16,26	
14,8		17,23	
15,47		18,19	
13,53		15,81	
13,62		16,93	
14,08		15,79	
17,14		15,63	
14,89		18,1	
17,08		16,22	
25,05	(MOVIMENTAÇÃO)	15,44	
13,01		12,87	
14,8		13,23	
13,55		13,75	
13,45		18,89	
16,69		27,09	(MOVIMENTAÇÃO)
19,18		12,77	
14,87		16,87	
15,6		13,65	
14,19		16,83	
16,98		13,24	
14,03		14,2	
14,07		15,93	
15,88		15,76	
15,75		15,51	
23	(MOVIMENTAÇÃO)	12,73	
16,55		14,78	
14,4		14,32	
15,04		27,01	(MOVIMENTAÇÃO)
14,84		13,62	
17,09		16,21	

15,26		13,65	
18,49		16,7	
17,34		15,95	
15,5		14,03	
14,8		17,56	
17,88		18,2	
15,35		15,71	
14,38		19,2	
18,21		17,4	
15,41		18,93	
13,89		17,92	
19,1		14,41	
27	(MOVIMENTAÇÃO)	13,77	
14,28		18,13	
18,48		25,09	(MOVIMENTAÇÃO)
17,34		16,34	
15,65		16,74	
18,53		18,09	
18,56		18,47	
16,56		14,47	
18		15,14	
16,86		14,49	
18,24		14,27	
TOTAL EM SEGUNDOS=		TOTAL EM SEGUNDOS=	
916,06		923,51	

TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 5 MAQ 1)		TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM 5 MAQ 2)	
22,93	(MOVIMENTAÇÃO)	21,99	(MOVIMENTAÇÃO)
25	(MOVIMENTAÇÃO)	21,08	(MOVIMENTAÇÃO)
16,2		16,31	
14,69		16,12	
15,66		14,12	
14,66		18,9	
14,49		17,09	
15,21		17,9	
14,97		17,9	
14,84		16,9	
17,3		16,09	
12,16		15,09	
17,88		27,02	(MOVIMENTAÇÃO)
14,23		14,09	
15,1		14,8	
22	(MOVIMENTAÇÃO)	12,8	

18,15		19,07	
16,88		17,07	
13,86		14,7	
16,41		17,07	
16,45		16,29	
16,38		16,19	
17,26		17,55	
17,86		13,22	
18,08		25,1	(MOVIMENTAÇÃO)
16,38		12,39	
13,9		14,05	
13,61		17,4	
14,54		17,03	
13,19		16,03	
27,19	(MOVIMENTAÇÃO)	18,2	
18,35		16,02	
19,07		13,1	
17,32		18,99	
18,35		15,99	
17,91		12,82	
15,94		12,71	
18,84		14,91	
16,77		13,98	
18,99		15	
17,72		15,99	
16,7		26,3	(MOVIMENTAÇÃO)
18,41		13,97	
14,14		13,99	
12,72		18,78	
23	(MOVIMENTAÇÃO)	14,87	
14,43		15,66	
14,59		18	
14,08		17,77	
15,13		14,67	
15,3		19	
16,02		18,82	
13		15	
14,66		15,98	
15,16		18,99	
TOTAL EM SEGUNDOS=		TOTAL EM SEGUNDOS=	
914,06		920,87	

**TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM  
6 MAQ 1)**

**TEMPO EM SEGUNDOS (CRONOMETRAGEM  
6 MAQ 2)**

24,39	(MOVIMENTAÇÃO)	25,49	(MOVIMENTAÇÃO)
25,3	(MOVIMENTAÇÃO)	26	(MOVIMENTAÇÃO)
25	(MOVIMENTAÇÃO)	17,2	
16,2		19,04	
17,88		19	
17,3		19	
15,66		18,92	
15,21		18,9	
15,1		18,76	
14,97		18,2	
14,84		17,2	
14,69		17	
14,66		25,39	(MOVIMENTAÇÃO)
14,49		17	
14,23		16,9	
12,16		16,39	
25,49	(MOVIMENTAÇÃO)	16,35	
14,98		16,3	
19,09		16,02	
18,9		16	
18		15,99	
18		15,98	
18		15,93	
17,69		15,76	
17,01		15,55	
16		15,49	
16		28	(MOVIMENTAÇÃO)
15,9		15,43	
14,99		15,35	
14,98		15,29	
13,21		15,09	
17		15	
16,78		14,99	
16,9		14,99	
28,01	(MOVIMENTAÇÃO)	14,99	
19,07		14,96	
15,09		14,79	
19,07		14,74	
18,04		14,69	
17,04		14,69	
17,3		14,6	
14,03		14,56	
14,03		24,05	(MOVIMENTAÇÃO)
16,1		17,49	
13,98		14,45	

14		14,39	
13,88		13,99	
13,98		17,99	
27,12	(MOVIMENTAÇÃO)	18,98	
16,46		13,34	
17,3		13,29	
19,2		13,05	
14,99		12,98	
15,78		12,94	
15,9		12,89	
16,3			
TOTAL EM SEGUNDOS=		TOTAL EM SEGUNDOS=	
957,67		921,75	

## ANEXO B

### MÉDIA DAS CRONOMETRAGENS COM MOVIMENTAÇÃO

TEMPO MÉDIO
919,6266667

### MÉDIA DAS CRONOMETRAGENS SEM MOVIMENTAÇÃO

TEMPO MÉDIO
811,0356522

## **APÊNDICES**

### **Relatórios Arena**

#### **Relatório processo com movimentação**

---

**Unnamed Project**

---

Replications: 1      Time Units: Seconds

**Key Performance Indicators**

<b>System</b>	Average
Number Out	24

## Unnamed Project

Replications: 1      Time Units: Seconds

### Entity

#### Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	1103.62	(Insufficient)	1103.28	1104.12
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	3004.74	(Insufficient)	0.00	5467.78
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	4108.36	(Insufficient)	1103.49	6571.32

#### Other

Number In	Value			
Entity 1	24.0000			
Number Out	Value			
Entity 1	24.0000			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	3.6519	(Insufficient)	0.00	6.0000

## Unnamed Project

Replications: 1      Time Units: Seconds

### Queue

#### Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
PROCESSO INJEC.Queue	3004.74	(Insufficient)	0.00	5467.78

#### Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
PROCESSO INJEC.Queue	2.6709	(Insufficient)	0.00	5.0000

### Resource

#### Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
INJECAO	0.9810	(Insufficient)	0.00	1.0000

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
INJECAO	0.9810	(Insufficient)	0.00	1.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
INJECAO	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

Scheduled Utilization	Value
INJECAO	0.9810

Total Number Seized	Value
INJECAO	24.0000

## Relatório processo sem movimentação

---

### Unnamed Project

---

Replications: 1      Time Units: Seconds

### Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	27

## Unnamed Project

Replications: 1      Time Units: Seconds

### Entity

#### Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	973.32	(Insufficient)	972.97	973.81
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	2385.13	(Insufficient)	0.00	4822.33
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	3358.45	(Insufficient)	973.18	5795.56

#### Other

Number In	Value			
Entity 1	28.0000			
Number Out	Value			
Entity 1	27.0000			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	3.3749	(Insufficient)	0.00	6.0000

## Unnamed Project

Replications: 1      Time Units: Seconds

### Queue

#### Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
PROCESSO INJEC.Queue	2312.17	(Insufficient)	0.00	4822.33

#### Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
PROCESSO INJEC.Queue	2.3978	(Insufficient)	0.00	5.0000

### Resource

#### Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
INJECAO	0.9771	(Insufficient)	0.00	1.0000

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
INJECAO	0.9771	(Insufficient)	0.00	1.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
INJECAO	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

Scheduled Utilization	Value
INJECAO	0.9771

Total Number Seized	Value
INJECAO	28.0000