



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Felipe Araújo Ferreira

**ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA ATRAVÉS DO
ESTUDO DE TEMPOS E DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL:**
Estudo de caso em um *Packing House* na cidade de Petrolina-PE.

Juazeiro - BA

2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Felipe Araújo Ferreira

**ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA ATRAVÉS DO
ESTUDO DE TEMPOS E DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL:
Estudo de caso em um *Packing House* na cidade de Petrolina-PE.**

Trabalho apresentado ao Colegiado de Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.^a Dr^a. Ana Cristina Gonçalves Castro Silva.

Co-Orientador: Prof.^o Dr. Paulo César Rodrigues de Lima Júnior.

Juazeiro – BA

2016

	Ferreira, Felipe Araújo.
F383a	Análise da capacidade produtiva através do estudo de tempos e da simulação computacional: estudo de caso em um <i>Packing House</i> na cidade de Petrolina – PE / Felipe Araújo Ferreira. – Juazeiro, 2016. 101 f. : il. 29 cm.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2016.
	Orientadora: Prof ^a . Dr ^a . Ana Cristina Gonçalves Castro Silva. Co-orientador: Prof. Dr. Paulo César Rodrigues de Lima Júnior.
	1. Embalagens. 2. Simulação computacional 2. Estudo de tempo. 3. Uva. I. Título. II. Silva, Ana Cristina Gonçalves Castro.. III. Lima Junior, Paulo César Rodrigues. IV. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 658.564


UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

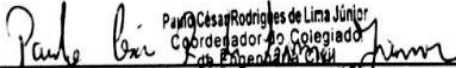
Felipe Araújo Ferreira

ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA ATRAVÉS DO ESTUDO DE TEMPOS E DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL: Estudo de caso em *Packing House* na cidade de Petrolina-PE.


Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.



Ana Cristina Gonçalves Castro Silva, Dr^a. – UNIVASF
Orientadora

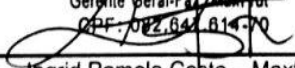


Paulo César Rodrigues de Lima Júnior, Dr. – UNIVASF
Co-Orientador



José Luiz Moreira de Carvalho, Dr. – UNIVASF
Avaliador Interno

Ingrid Pamela Costa
Gerente Geral-Faz. Maxfrut
CPF: 082.644.814-70



Ingrid Pamela Costa – Maxfrut.
Avaliador Externo

Aprovado pelo Colegiado de Engenharia de Produção em 23/08/2016

Dedico esse trabalho a meu pai
e minha mãe, meus exemplos
de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus que sempre me deu forças e me guiou para não desistir nos momentos mais difíceis.

Agradeço a minha orientadora Professora Ana Castro, pela disponibilidade, paciência e incentivo, e por me passar um pouco de seu grande conhecimento.

Agradeço a meu co-orientador Professor Paulo César, pela ajuda, orientação e paciência em todo o desenvolvimento dos resultados desse trabalho.

Agradeço também aos responsáveis pela empresa, por terem me proporcionado a oportunidade de aplicar um pouco dos meus conhecimentos adquiridos durante a vida acadêmica, em especial: Ingrid, Cyro, Adriana, Kelly, Macelo e Williams.

Agradeço a minha família, meus pais Adilson e Helena, minha irmã Fernanda, minhas tias Odete e Anália e meu avô Antonio, por todo esforço e todo apoio necessário para que eu pudesse concluir o curso.

Agradeço imensamente a Patrícia, pelo companheirismo, pela força e pelo incentivo nos momentos difíceis do curso.

A todos os professores que me acompanharam nessa jornada – em especial aos professores do Colegiado em Engenharia de Produção: José Luiz, Ângelo, Crisóstomo, Francisco Alves, Paulo José, Edson Tetsuo, Ricardo Duarte, Thiago Magalhães e Ana Castro – que engrandeceram meus conhecimentos.

A todas as amigas que conquistei durante o curso, as quais compartilhei momentos de alegria, dificuldades e superações, e que sempre levarei comigo, em especial: Abel, Pedro, Ciro, José Ellys, Gilvan, Leandro, Arthur, Ana Luiza, Pollyana, Chayenne, Ranielle, Leiziane, Naiane, Rafael, Vítor, entre outros.

A todos que contribuíram, de forma direta ou indiretamente em todos esses anos de estudo.

Por fim, a todos os funcionários da Universidade Federal do Vale do São Francisco, que me deram o suporte necessário para que eu chegasse até aqui.

“A habilidade de alcançar a vitória mudando e adaptando-se de acordo com o inimigo é chamada de genialidade.”

(Sun Tzu)

FERREIRA, Felipe Araújo. **Análise Da Capacidade Produtiva Através do Estudo de Tempos e da Simulação Computacional: Estudo de caso em *Packing House* na cidade de Petrolina-PE.** Trabalho Final de Curso. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2016.

RESUMO

O Brasil é hoje o terceiro maior produtor de frutas do mundo, e o Vale do São Francisco tem atualmente grande representação no setor da fruticultura do Agronegócio. Entre as principais cidades produtoras da região temos Petrolina – PE onde o presente estudo foi realizado, com o objetivo de analisar o processo de embalagem de um *Packing House* de uvas. O embalagem é uma das atividades com maior custo na produção da uva, sendo os custos com mão de obra altamente representativos nessa etapa. Para a análise do processo de embalagem, a uva disponível foi a variedade Itália, sendo uma variedade com semente e vendida no mercado interno. Como recursos, foram empregados a análise do processo produtivo, análise do layout, realização de um estudo de tempos, análise da capacidade produtiva e a simulação computacional. Após a identificação e análise do processo atual foram elaborados cenários de melhoria visando a diminuição de custos, redução de filas, redução de tempos de espera e taxa de utilização de recursos. A comparação entre cenários apresentou o melhor entre eles, onde o mesmo possui um custo total de embalagem menor e sua implementação não possui custos adicionais.

Palavras chave: Uva, Embalamento, Simulação, Estudo de Tempos, Custo de Embalamento.

FERREIRA, Felipe Araújo. **Capacity Analysis Of Production Through Time Study and Computer Simulation : Case Study in Packing House in the city of Petrolina-PE** .Trabalho Final de Curso. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2016.

ABSTRACT

Brazil is currently the world's third largest fruit producer and the Valley of San Francisco currently has great representation in the Agribusiness's fruit sector. The present study took place in Petrolina – PE one of the main producing cities in the region, aiming analyze the packaging process of a grapes Packing House. The packaging is one of the highest cost activities in the grape production, being the labor costs highly representative at this stage. For the analysis of the packaging process, the available grape variety was Italia with seed sold domestically. As means were used the analysis of the production process, layout analysis, a study times, analysis of production capacity and computational simulation. After the identification and analysis of the current process were developed improvement scenarios in order to minimize costs, reduce queues, reduce wait times and resource utilization. The comparing of scenarios presented the best among them, the one that has the lower total packaging cost and its implementation does not create additional costs.

Keywords: Grape, Packing , Simulation , Time Study, Packing Cost .

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: População, área territorial e PIB do APL.....	27
Tabela 2: Produção Mundial de uvas, 2011, 2012, 2013 (mil toneladas).....	27
Tabela 3: Produção de uvas no APL, 2011 a 2013.....	28
Tabela 4 Tempos Iniciais coletados para realização das atividades.	59
Tabela 5: Distribuição estatística das chegadas.	59
Tabela 6: Coeficiente d_2 para o número de cronometragens iniciais.....	60
Tabela 7: Variáveis da Equação 4 e Número de Ciclo Calculado.	60
Tabela 8: Tempos Normais das Atividades.....	61
Tabela 9: Tempos Padrões de cada atividade.	61
Tabela 10: Determinação da Capacidade Produtiva.....	62
Tabela 11: Distribuição Estatística e Erro Quadrado de cada Atividade.	64
Tabela 12: Validação do Modelo (Sistema Real x Simulação).....	66
Tabela 13: Validação do Modelo (Estudo de Tempos x Simulação).....	66
Tabela 14: Validação do Moledo (Estudo de Tempos x Real).....	67
Tabela 15: Resultados do Estudo de Tempos.....	68
Tabela 16: Custo de Embalamento do Modelo Simulado.	70
Tabela 17: Custo de Embalamento no Cenário 1.....	73
Tabela 18: Custo de Embalamento no Cenário 2.....	76
Tabela 19: Custo de Embalamento no Cenário 3.....	79
Tabela 20: Comparação dos Custos de Embalamento.	82
Tabela 21: Comparação do Tempo Médio de Espera e do Tamanho das Filas.	83
Tabela 22: Comparação Entre a Taxa Média de Utilização.....	84
Tabela 23: Comparativo dos Cenários.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Vantagens e desvantagens da simulação	42
Quadro 2: Variedades de uva produzidas pela fazenda.....	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Posição do PCP na administração da produção.....	30
Figura 2: Processo de Modelagem.....	40
Figura 3: Uva com embalagem de cumbuca.....	45
Figura 4: Uvas embaladas em sacolas.....	46
Figura 5: Fluxograma de Delineamento da Pesquisa.....	49
Figura 6: Fluxograma do Embalamento da Uva Itália.....	54
Figura 7: Montagem da Caixa.....	55
Figura 8: Seleção dos Cachos.....	55
Figura 9: Pesagem.....	55
Figura 10: Sacolagem.....	56
Figura 11: Preparação das Caixas.....	56
Figura 12: Caixa pós preparação.....	57
Figura 13: Layout da Unidade de Embalamento.....	58
Figura 14: Fluxograma do sistema de embalamento de Uva Itália.....	66
Figura 15: Número de Entidades Processadas em Média no Modelo.....	70
Figura 16: Tempos de Espera e Filas de cada atividade.....	71
Figura 17: Taxa de Utilização dos Recursos.....	72
Figura 18: Número de Entidades Processadas em Média no Sistema (Cenário 1).....	73
Figura 19: Tempos de Espera e Filas Cenário 1.....	74
Figura 20: Taxa de Utilização dos Recursos Cenário 1.....	75
Figura 21: Número de Entidades Processadas em Média no Sistema (Cenário 2).....	76
Figura 22: Tempos de Espera e Filas Cenário 2.....	77
Figura 23: Taxa Média de Utilização dos Recursos Cenário 2.....	78
Figura 24: Número de Entidades Processadas em Média no Sistema (Cenário 3).....	79
Figura 25: Tempos de Espera e Filas (Cenário 3).....	80
Figura 26: Taxa Média de Utilização dos Recursos Cenário 3.....	81

LISTA DE EQUAÇÕES

Capacidade Produtiva por Hora	33
Tempo Disponível	34
Número Mínimo de Postos de Trabalho.....	34
Número de Ciclos a serem Cronometrados	37
Fator de Tonerância.....	38
Tempo Normal.....	39
Tempo Padrão.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APL – Arranjo Produtor Local

BA – Bahia

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco

CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco

CPATSA – Centro de Pesquisa Agropecuário do Tópico Semiárido

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

NP – Número Mínimo de Postos de Trabalho.

PE – Pernambuco

PME – Pequenas e Médias Empresas

PCP – Planejamento e Controle da Produção

SPCP – Sistema de Planejamento e Controle da Produção

TD – Tempo Disponível

TM – Tempo Médio

TN – Tempo Normal

TP – Tempo Padrão

Sumário

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Problemática	18
1.2. Objetivos	19
1.2.1. Objetivo Geral.....	19
1.2.2. Objetivos Específicos	19
1.3. Justificativa	20
1.4. Trabalhos Acadêmicos com Temática Semelhante	21
1.5. Estrutura do Trabalho	22
2. REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1. Arranjo Produtivo Local (APL) da Fruticultura	24
2.1.1. O Histórico do APL no Vale do São Francisco	25
2.1.2. Panorama do APL no Vale do São Francisco	26
2.2. Administração da Produção	28
2.2.1. Planejamento e Controle da Produção	29
2.2.2. Planejamento de Capacidade.....	31
2.2.3. Balanceamento de Linha de Produção.....	33
2.3. Estudos de Tempos e Cronoanálise	34
2.3.1. Estudo de Tempos.....	34
2.3.2. A Cronoanálise	36
2.4. Modelagem e Simulação	39
2.4.1. A Simulação	39
2.4.2. Processo de Modelagem.....	40
2.4.3. Exemplos do uso da simulação	40
2.4.4. Vantagens e Desvantagens da Simulação.....	42
2.4.5. <i>Software</i> Arena	43
2.5. Processo Produtivo da Uva	44
3. METODOLOGIA	47
3.1. Tipo de Pesquisa	47
3.2. Delineamento da Pesquisa	48
3.2.1. Definição do Problema	49
3.2.2. Revisão Bibliográfica	50
3.2.3. Coleta de dados.....	50
3.2.4. Elaboração do Modelo.....	51
3.2.5. Verificação e Validação	52
3.2.6. Elaboração de Cenários e Simulação.....	52

3.2.7. Documentação e Apresentação dos Resultados	52
4. ESTUDO DE CASO	53
4.1. Empresa Estudada	53
4.2. Análise do Fluxo de Produção e do Layout	54
4.3. Estudo de Tempos	58
4.3.1. Coleta de Dados	58
4.3.2. Determinação do Tempo Normal e do Tempo Padrão	60
4.3.3. Determinação da Capacidade Produtiva	62
4.4. Modelagem e Simulação do Processo de Embalamento.....	64
4.4.1. Análise de Dados através do <i>Input Analyzer</i>	64
4.4.2. Formulação do Modelo	64
4.4.3. Validação do Modelo	66
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
5.1. Análise do Estudo de Tempos	68
5.1.1. Determinação do Número Mínimo de Postos de Trabalho	69
5.2. Análise do Modelo Simulado	69
5.2.1. Custo de Mão de Obra no Embalamento	69
5.2.2. Análise de Filas	71
5.2.3. Utilização dos Recursos Disponíveis	71
5.3. Análise do Cenário 1	72
5.3.1. Custos de Mão de Obra no Embalamento (Cenário 1)	73
5.3.2. Análise de Filas (Cenário 1)	74
5.3.3. Utilização de Recursos Disponíveis (Cenário 1)	75
5.4. Análise do Cenário 2	75
5.4.1. Custos de Mão de Obra no Embalamento (Cenário 2)	76
5.4.2. Análise de Filas (Cenário 2)	77
5.4.3. Utilização de Recursos Disponíveis (Cenário 2)	77
5.5. Análise do Cenário 3	78
5.5.3. Custos de Mão de Obra no Embalamento (Cenário 3)	78
5.5.4. Análise de Filas (Cenário 3)	79
5.5.5. Utilização dos Recursos Disponíveis (Cenário 3)	80
5.6. Comparação Entre os Cenários de Melhoria	81
5.6.1. Comparação Entre os Custos de Mão de Obra	81
5.6.2. Comparação Entre as Filas	82
5.6.3. Comparação Entre a Utilização de Recursos	83
5.6.4. Resultado do Comparativo	84
6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	85

6.1. Conclusões.....	85
6.2. Recomendações de Trabalhos Futuros	86
REFERÊNCIAS.....	88
APÊNDICE.....	93
APÊNDICE A – Tabela de Tempos Cronometrados.	94
ANEXO A – Tabelas Utilizadas para Cálculo do Fator de Tolerância.	92

1. INTRODUÇÃO

A partir dos anos 90 as frutas frescas e os legumes apresentaram um maior destaque na produção nacional. A introdução de tecnologias e biotecnologias tem se tornado uma ferramenta fundamental para o setor, tornando a produção cada vez mais eficiente e melhorando a qualidade dos alimentos, proporcionando crescimento do agronegócio no Brasil (BUSTAMENTE 2009 apud LIMA, 2013).

Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, atrás apenas da China e da Índia, sendo que a uva representa 9,2% da produção mundial de frutas (cerca de 67.116.255 t) (BRASIL, 2012).

As principais regiões produtoras de frutas são o Sudeste, o Nordeste e o Sul. Em 2012, somente os estados da Bahia e do Pernambuco representaram respectivamente 11,9% e 2,87% da produção nacional de frutas (SANTOS et al., 2014).

A uva é um componente importante na pauta de exportações brasileiras, sendo que os principais mercados em 2012 foram a Holanda e o Reino Unido, mercados onde no primeiro semestre, as importações de uva brasileira atingiram a marca de 39 mil toneladas, um aumento de 465 toneladas em relação ao mesmo período de 2011 (IBGE, 2013 apud AMARAL et al. 2015).

O embalamento da uva torna-se um fator decisivo quando fala-se em exportação, sendo que tem uma grande representatividade nos custos de produção visto que utiliza uma grande quantidade de mão de obra. Com o mercado cada vez mais competitivo, os produtores estão cada vez mais atentos aos custos, principalmente os envolvidos com a colheita e pós-colheita.

1.1. Problemática

Cada vez mais, as organizações empresariais têm buscado desfrutar de técnicas e ferramentas que ofereçam suporte e apoiem na programação, planejamento e execução de suas atividades de produção (BORGES et al. 2013).

Slack, Chambers e Johnston (2009) relatam que ao estudar um sistema produtivo encontram-se vários fatores relevantes que podem ser levados em consideração no cumprimento dos objetivos de produção, entre eles: tempo total de produção, variedade de produtos, quantitativo de mão de obra, quantidade de equipamentos e máquinas, tempos de ciclo, tempo de manutenção, quantidade de produtos produzidos por hora, gestão das pessoas envolvidas e tipo de logística empregada.

Borges et al. (2013 apud Gaither e Frazier, 2001) destacam que o Sistema de Planejamento e Controle da Produção (SPCP) é definido como um conjunto de atividades e operações integradas a todos os setores da produção de bens ou serviços, tendo como objetivo mudar o estado e condição de recursos (*inputs*) que influenciem nas saídas (*outputs*) que resultam da produção. Pode-se ressaltar que com a comunicação em todo o ambiente organizacional é possível planejar a capacidade futura do processo produtivo, bem como a compra de materiais para manter o nível apropriado de estoque, realizar a programação de cada atividade da produção com o intuito de reduzir o tempo de operação, melhorando os prazos de entrega e tornando o SPCP eficiente e eficaz.

Para Martins e Laugeni (2006) a cronometragem é um dos métodos mais difundidos na indústria para se medir o trabalho. As medidas de tempos padrões são importantes para estabelecer padrões para os programas de produção e permitir o planejamento da fábrica, fornecer os dados para a determinação dos custos padrões, levantamento de custos de fabricação, e fornecer dados para o estudo de balanceamento de estruturas de produção, comparar roteiros e analisar o planejamento de capacidade.

Como recurso auxiliar, a simulação computacional admite a realização de estudos sobre sistemas modelados, permitindo prever e analisar um sistema produtivo inserindo variações de decisões e entre outros fatores que podem influenciar o sistema. Uma das vantagens da simulação é a capacidade de simular um modelo por

inúmeras vezes para avaliar políticas e propostas, melhorando assim a tomada de decisão (FREITAS FILHO, 2008).

Na maioria das vezes a teoria que abrange o PCP não é colocada em prática nas empresas de pequeno e médio porte que possuem algum processo produtivo, sendo o planejamento realizado de forma empírica e sem a realização de nenhum tipo de controle sobre o processo nem sobre os custos envolvidos. Assim viu-se a necessidade de realizar um estudo de caso em uma empresa do setor agrícola localizada na cidade de Petrolina – PE, definindo a seguinte problemática: Como determinar a capacidade produtiva em uma unidade de embalagem de frutas (*Packing House*) e propor melhorias visando a redução nos custos através dos conceitos da Engenharia de Produção?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Analisar a capacidade produtiva de um *Packing House*, utilizando técnicas de cronoanálise, do planejamento e controle da produção e com o auxílio da simulação computacional para propor e comparar melhores cenários para o sistema envolvido.

1.2.2. Objetivos Específicos

Para o objetivo geral ser atingido, será necessário dividi-lo em alguns objetivos específicos, são eles:

- Analisar o sistema produtivo do *Packing House*, verificando sua atual condição e layout de produção;
- Realização de um estudo de tempos da atual situação;

- Modelar e validar o sistema, propor e comparar cenários, verificando gargalos através da simulação computacional para a análise da capacidade produtiva;
- Propor melhorias para o processo após a análise dos cenários.

1.3. Justificativa

Planejamento e controle são atividades que visam conciliar o que o mercado quer e o que as operações podem fornecer, fazendo a ligação entre o suprimento e a demanda, garantindo que o procedimento seja realizado de forma eficiente e eficaz. Geralmente são tratados de forma conjunta, porém existem algumas distinções entre os dois. O **planejamento** pode ser tratado como a formalização do que se pretende fazer em determinado momento futuro, já o **controle** é o processo de lidar com as variações e incertezas que podem acometer o planejamento (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON 2009).

Tubino (2009) apresenta o departamento de Planejamento e Controle de Produção (PCP) como o responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível aos planos definidos pelos níveis superiores de forma a atender adequadamente a demanda do produto ou serviço.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) para satisfazer as necessidades do mercado é necessário prover de uma capacidade produtiva que obtenha o equilíbrio adequado entre produção e a demanda, sendo que se esse equilíbrio não for atingido, a demanda não será atendida e haverá custos excessivos de produção.

Deleo e Boteon (2012) mostram que os principais custos envolvendo a produção da uva provém de sua mão de obra, que chega a representar cerca de 35% do custo total de produção, sendo que desses 27% são relacionados a manejo e embalagem.

Perante os fatos destacados, a realidade encontrada na empresa não segue a teoria pesquisada. O PCP e as tomadas de decisão são realizados por meio do conhecimento tácito dos supervisores, fazendo com que os custos de embalagem se elevem. Através uma análise visual prévia, de conversas com os supervisores e com os funcionários da unidade de embalagem, verificou-se que o planejamento

para o embalamento de frutas é decidido após a colheita e utiliza-se da mesma equipe que estava em campo, sem levar em consideração a quantidade de frutas a ser embaladas, a quantidade de funcionários necessária, o tempo necessário para embalar tal quantidade e a utilização do maquinário (esteiras, mesas e equipamentos de movimentação interna) envolvida no processo. O primeiro contato com o *Packing House* se deu a partir do estágio curricular realizado pelo pesquisador do presente estudo, pode-se destacar alguns problemas identificados como: a ociosidade de mão de obra em determinados períodos, ociosidade de maquinário, a baixa produtividade dos funcionários, aumento dos custos de embalamento, e a falta de conhecimento da capacidade produtiva.

Assim justifica-se a necessidade da realização do estudo, analisando totalmente o *Packing House* da empresa de forma a verificar o comportamento da linha de produção e propor melhorias no processo, auxiliando o PCP a tomar decisões baseados em indicadores de produtividade obtidos com o auxílio dos conceitos das principais subáreas da Engenharia de Produção que segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) são: Engenharia de Operações e Processos de Produção, onde encontram-se áreas como a Engenharia de Métodos e o Planejamento e Controle da Produção. Da Pesquisa Operacional onde será feito o uso da Modelagem e Simulação Computacional como auxílio ao estudo, uma vez que nem sempre o *Packing House* está funcionando devido as demais atividades da fazenda.

1.4. Trabalhos Acadêmicos com Temática Semelhante

Pode-se destacar a importância do estudo a ser realizado através da análise de alguns trabalhos acadêmicos realizados com uma temática semelhante, entre eles:

Alencar et al. (2010) aplicaram o estudo de tempos no processo de industrialização de guaraná em pó visando a análise da capacidade produtiva. No estudo, através de cronometragens diretas, obteve-se o tempo padrão para a realização do envasamento dos sachês de guaraná e a partir disso foi calculada a capacidade produtiva da operação. Através desse estudo, foi possível que os gestores da organização estudada tivessem informações precisas quanto a capacidade produtiva de operação

estudada, facilitando a tomada de decisão dos mesmos quanto a estratégias de produção.

Sakai (2014) que aplicou o estudo de tempos e métodos em uma linha de montagem de bicicletas ergométricas e verificou a capacidade produtiva. Além disso, o estudo propôs melhorias para o processo através do balanceamento da linha de produção, aumentando a produtividade em 16% passando a atender a demanda exigida pelo mercado. Também foi elaborada uma melhoria de *layout* no processo produtivo, o que também contribuiu para a melhoria do processo.

Shimomaebara et al. (2015) aplicaram o estudo de tempos no processamento do açaí para realizar uma análise da capacidade produtiva, identificando os gargalos no processo e verificando onde seriam necessários os investimentos em melhoria. Outro resultado desse estudo foi que o mesmo foi realizado em uma microempresa, onde o controle de custos é extremamente importante para o crescimento da mesma.

Silva et. al. (2015) aplicaram o estudo de tempos para a determinação da capacidade produtiva em uma fábrica de blocos de concreto, possibilitando a observação e provendo uma visão analítica do processo produtivo. Os principais resultados mostraram que no processo havia uma perda média de 110 blocos por produção, o que ocorria por tempos gastos desnecessariamente no processo, além de paradas irregulares e blocos que saíam fora do padrão de qualidade exigido.

1.5. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho foi estruturado em cinco capítulos, além dessa introdução, estando disposto da seguinte forma.

No segundo capítulo, será apresentado o referencial teórico obtido a partir de livros, trabalhos, artigos, entre outros, que tem uma relação com o tema proposto.

No terceiro capítulo, será apresentada a metodologia que o estudo seguiu.

No quarto capítulo, será apresentado e desenvolvido o estudo de caso do trabalho.

No quinto capítulo, estão apresentados os resultados e discussões mais relevantes do estudo realizado.

Por fim, no sexto capítulo, serão apresentadas as conclusões do estudo bem como as recomendações para trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados os principais conceitos e informações com relação ao panorama da fruticultura irrigada no Vale do São Francisco, sobre planejamento e controle da produção, o estudo de tempos e a cronoanálise e a modelagem e simulação.

2.1. Arranjo Produtivo Local (APL) da Fruticultura

Araújo (2010) define que os Arranjos Produtivos Locais (APL) significam a maneira como os agentes de uma cadeia produtiva se organizam e interagem, entre si e até entre outras cadeias, em um determinado espaço e território.

Galdámez, Carpinetti e Gerolama (2009, apud Lima, 2012) definem os APLs como um fenômeno relacionado com as economias de aglomeração, associadas através da proximidade física de organizações altamente vinculadas entre si pelo fluxo de bens ou serviços, sendo que a concentração geográfica permite um grande número de operações produtivas e ganhos coletivos entre essas organizações.

Puga (2003, apud Lima, 2012) ressalta que uma particularidade do APL é o número significativo de Pequenas e Médias Empresas (PMEs), aumentando os efeitos distributivos das dimensões regional e setorial, em termos de patrimônio e emprego. Porém Garengo, Biazzo e Bititci (2005) analisam que as PMEs possuem um planejamento estratégico relativamente pobre, onde não conseguem mensurar seus fatores críticos de sucesso e não formalizam seus processos de tomada de decisão, mostrando que a falta de uma estratégia explícita e de métodos de apoio ao processo de controle acarretam em orientações de curto prazo e uma abordagem reativa para gerenciar as atividades da empresa.

Leão (2011) verifica que nos últimos 10 anos, os APLs têm recebido uma grande visibilidade e atenção através de políticas e planos governamentais e dos próprios atores locais, que passam a ver sua região de forma mais abrangente. Alguns dos membros estão organizados, formal ou informalmente, em forma de cooperativa ou

outro tipo de gestão associativa, algo que é importante para o processo de desenvolvimento do APL.

2.1.1. O Histórico do APL no Vale do São Francisco

A região do Vale do São Francisco, possuía como atividade predominante a pecuária, sendo que a agricultura era restrita a pequenas áreas às margens do rio e tinha como objetivo o abastecimento da população da região. As frutas predominantes no cultivo eram a banana, laranja, limão entre outras frutas de estação. Nos anos cinquenta, a administração pública identificou o potencial econômico da região e passou a investir na criação de perímetros de irrigação e na infraestrutura econômica da região do Vale. Podemos citar como políticas públicas que marcaram as ações governamentais do estado a criação da Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF, em 1945, e a Comissão do Vale do São Francisco em 1948, que posteriormente tornou-se a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (SILVA, 2007). A CODEVASF juntamente com a implementação dos projetos públicos de irrigação e a criação do Centro de Pesquisa Agropecuário do Tópico Semiárido (EMBRAPA-CPATSA), em 1976, tornaram-se os grandes impulsionadores do desenvolvimento na região e na constituição do APL de frutas *in natura* de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Nos anos 80 através do investimento em infraestrutura, tornou-se viável a instalação de plantas industriais de beneficiamento de produtos agrícolas, sendo que na época predominavam as culturas anuais como cebola, milho, arroz, feijão e mandioca, e em menor escala as frutas como uva e o tomate (BRASIL, 2008).

Silva (2007) destaca que as atividades produtivas do Vale do São Francisco passaram por grandes transformações, devido à dinâmica que à agricultura irrigada proporcionou a região.

A manga e a uva passaram a atrair o interesse das empresas, principalmente devido a sua aceitação no mercado externo. A uva tornou-se a grande protagonista para a comercialização em larga escala, com o início das atividades por volta da década de 70, quando houve a implantação de grandes fazendas que se voltaram a produção de uva de mesa e de vinhos (BRASIL, 2008).

Em 1987 as produtoras receberam incentivos do governo e começaram as primeiras iniciativas para a exportação de uva. Em 1994 o SEBRAE/EMPRAPA-CPATSA/IAC iniciaram um projeto de pesquisa para o cultivo de uvas sem semente para suprir a demanda do mercado externo, e assim o Vale passava a produzir uvas em um período que nenhum outro país do mundo produzia, conseguindo assim uma grande vantagem competitiva no mercado internacional (BRASIL, 2008).

2.1.2. Panorama do APL no Vale do São Francisco

Inicialmente, toma-se como base dois aspectos importantes que tornaram viável a produção de frutas de alto valor comercial no Vale. O primeiro é relacionado às características e clima da região que são favoráveis ao manejo de frutas, oferecendo vários períodos de colheita ao ano. O segundo se dá pelo empreendedorismo e cooperação dos produtores e dos órgãos públicos envolvidos com a região, onde houve a conquista de uma boa relação com o mercado externo e pelo pioneirismo da superação de obstáculos, obtendo com êxito o status de região produtora de frutas de qualidade (LIMA; MIRANDA, 2001 apud LIMA 2012).

O APL localiza-se na região do semiárido nordestino. Os municípios que dele fazem parte são: Casa Nova, Curaça, Juazeiro, Sento-Sé e Sobradinho no estado da Bahia, e Lago Grande, Orocó, Petrolina e Santa Maria da Boa Vista, no estado do Pernambuco. As principais culturas permanentes e semipermanentes são: manga, uva, banana, coco, maracujá e limão. (BRASIL, 2008).

Segundo o IBGE, o APL atualmente possui 803.197 mil habitantes, de acordo com o censo de 2010 com atualização de estimativa em 2015, o PIB agropecuário gira em torno de R\$ 994.328,00, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: População, área territorial e PIB do APL

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO 2015*	ÁREA TERRITORIAL (Km ²)	PIB AGROPECUÁRIO (R\$)
Juazeiro/BA	218.324	6.500,68	237.536,00
Curaçá/BA	35.208	6.079,04	39.526,00
Sento Sé/BA	41.464	12.698,80	37.710,00
Sobradinho/BA	23.583	1.238,91	9.270,00
Casa Nova/BA	72.172	9.646,96	91.482,00
Petrolina/PE	331.951	4.558,40	350.872,00
Lagoa Grande/PE	24.757	1.852,34	107.956,00
Santa Maria da Boa Vista/PE	41.293	3.001,17	76.408,00
Orocó/PE	14.445	554,757	43.568,00
TOTAL	803.197	46.131,04	994.328,00

Fonte: elaborada com base em dados de IBGE (2016a)

Com relação à produção de uvas de mesa, a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) classificou em 2013 os cinco maiores produtores de uva, são eles: China, Itália, Estados Unidos da América, Espanha e França, o Brasil ocupa a 13^o colocação, a Tabela 2 mostra a produção de uva dos principais produtores mundiais.

Tabela 2: Produção Mundial de uvas, 2011, 2012, 2013 (mil toneladas)

Ranking (2013)	País	2011	2012	2013
1 ^o	China	9.067.00	9.600.000	11.550.024
2 ^o	Itália	7.444.881	5.819.010	8.010.364
3 ^o	Estados Unidos	6.756.449	6.661.820	7.744.797
4 ^o	Espanha	5.809.315	5.238.300	7.480.000
5 ^o	França	6.588.904	5.338.512	5.518.371
6 ^o	Turquia	4.296.351	4.275.659	4.011.409
7 ^o	Chile	3.149.380	3.200.000	3.297.810
8 ^o	Argentina	2.890.000	2.800.000	2.881.346
9 ^o	Índia	1.235.000	1.240.000	2.483.000
10 ^o	Irã (República Islâmica do)	2.112.715	2.100.000	2.046.420
11 ^o	África do Sul	1.683.927	1.839.030	1.850.00
12 ^o	Austrália	1.715.717	1.656.621	1.176.572
13 ^o	Brasil	1.542.068	1.514.768	1.439.535
14 ^o	Egito	1.320.801	1.378.815	1.389.133

Fonte: Elaborado com base em dados de FAO (2016)

Entre 2011 e 2013 o Brasil registrou queda de cerca de 6,7% na produção de uvas, o que representa uma queda média de 2,33% por ano. No APL, ocorreu o inverso sendo que a produção teve um aumento de 4,3% no mesmo período, mostrando um aumento médio de 1,43% ao ano, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3: Produção de uvas no APL, 2011 a 2013

APL	2011		2012		2013	
	Quantidade Produzida (t)	Valor da Produção (mil R\$)	Quantidade Produzida (t)	Valor da Produção (mil R\$)	Quantidade Produzida (t)	Valor da Produção (mil R\$)
Juazeiro/BA	43.016	135.758	37.596	101.509	27.940	70.199
Curaçá/BA	1.403	3.999	729	1.707	625	1.563
Sento Sé/BA	160	456	188	508	275	674
Sobradinho/BA	660	2.006	660	1.762	720	1.872
Casa Nova/BA	19.096	57.288	22.392	53.741	22.517	56.293
Petrolina/PE	141.000	305.829	153.450	352.122	162.448	456.836
Lagoa Grande/PE	50.400	110.653	50.400	115.965	50.400	157.144
Santa Maria da Boa Vista/PE	10.440	22.342	9.800	22.299	9.896	26.666
Orocó/PE	140	302	140	245	140	382
Total	266.315	638.633	275.355	649.858	274.961	771.629

Fonte: Elaborado com base em dados de IBGE (2016b)

Assim, através dos dados apresentados acima, fica claro a importância econômica da atividade de fruticultura para o Brasil e para a região do Vale do São Francisco, mostrando assim que estudos na área da Engenharia de Produção podem contribuir para melhorar as estatísticas apresentadas.

2.2. Administração da Produção

A administração da produção preocupa-se com o planejamento, a organização, direção e o controle das atividades produtivas, para que as mesmas se alinhem aos objetivos da empresa. O planejamento mostra as bases para todas as atividades gerais e estabelece as linhas de ações para atingir os objetivos definidos. A organização é o processo de combinar os recursos produtivos para a realização das atividades planejadas. A direção é o processo de transformar planos em atividades concretas, designando as tarefas e responsabilidades aos seus respectivos

responsáveis. O controle se encarrega de avaliar o desempenho do processo e a aplicação de medidas corretivas caso seja necessário (MOREIRA, 2012).

Tubino (2009) e Moreira (2012) classificam em três níveis onde ocorrem as estratégias de planejamento de uma organização, são eles:

- O nível estratégico (ou corporativo): Onde são definidas as estratégias globais, o apontamento da área de negócios onde a empresa deverá atuar, a distribuição dos recursos para cada uma ao longo do tempo, localização de fabricas, escolhas de linhas de produto, entre outras decisões que envolvam um alto grau de investimento.
- O nível tático: Onde ocorre a alocação e a utilização de recursos. O planejamento tático nas indústrias ocorre a nível de fábrica, no médio prazo e gera o Planejamento Agregado da Produção, que servirá de base para as decisões tomadas no nível seguinte.
- O nível operacional: Neste nível ocorrem as tomadas de decisões no curto prazo, tendo riscos relativamente menores que as tomadas nos níveis anteriores, visando atender os planos e as decisões dos níveis mais altos. Aqui o planejamento e a organização não atuam constantemente, ao contrário do controle que conecta e informa os três níveis, mostrando que tudo ocorre como planejado entre eles.

2.2.1. Planejamento e Controle da Produção

Qualquer operação produtiva demanda planos e requer controle. Nem sempre é possível tratar planejamento e controle de forma separada, porém existem algumas características que ajudam a distinguir os dois. Planejamento é a formalização do que se almeja que ocorra em um dado momento no futuro, sendo que um plano não é a garantia que de o evento possa realmente ocorrer, sendo tratado como uma declaração de intenção que aconteça. Já o Controle é o processo de lidar com as variações que possam vir a ocorrer no plano determinado previamente, como atrasos,

quebras e imprevistos em uma linha de produção, ou variações de demanda no mercado que podem fazer um fornecedor atrasar, entre outros (SLACK, 2009). Segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2001) planejar é entender como a consideração total da situação atual e da visão futura influencia as decisões tomadas no presente para que se atinjam certos objetivos no futuro.

Definido como um departamento de apoio, o PCP (Planejamento e Controle de Produção) é o responsável pela organização e bom emprego dos recursos necessários a produção, de forma a atender da maneira mais eficiente os planos e diretrizes estabelecidos nos níveis estratégico, tático e operacional (TUBINO, 2009).

O sistema de planejamento e controle da produção é uma área de decisão da manufatura, que tem o objetivo de corresponder ao planejamento e ao controle de recursos do processo produtivo, com o fim de gerar bens e serviços. A Figura 1 representa a posição do PCP em um modelo geral da administração da produção.

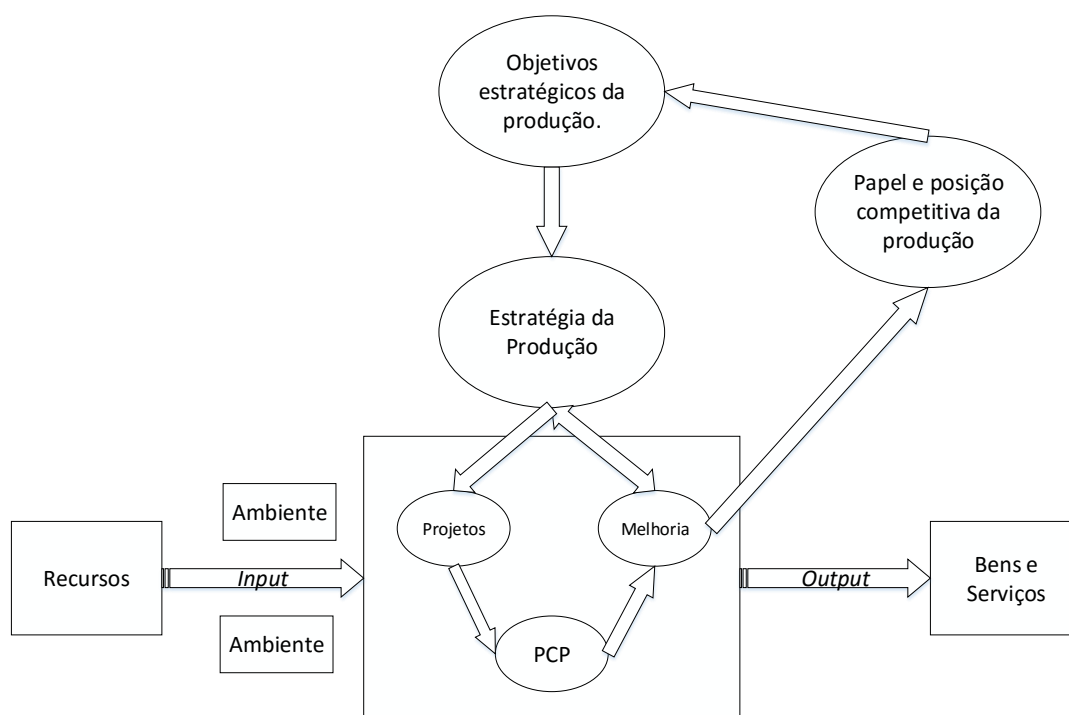


Figura 1: Posição do PCP na administração da produção.

Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2006).

Assim o PCP é um sistema de informações que apoia a tomada de decisões táticas e operacionais, referentes às principais questões:

- O que produzir e comprar;
- Quanto produzir e comprar;
- Quando produzir e comprar;
- Com que recursos produzir.

A programação da produção necessita que as instalações sejam altamente utilizadas (idealmente, sua capacidade inicialmente projetada) e que a sequência da programação dos produtos deve minimizar os tempos de *setup* (MARTINS; LAUGENI, 2006).

O presente estudo encontra-se no nível operacional, onde busca-se a melhoria em um processo produtivo, buscando analisar a questão dos recursos empregados na produção.

2.2.2. Planejamento de Capacidade.

A capacidade pode ser descrita como a quantidade máxima de produtos que podem ser produzidos em uma unidade produtiva em um dado intervalo de tempo (MOREIRA, 2012).

O planejamento e controle da capacidade é a atividade necessária para determinar a capacidade efetiva de operação produtiva determinando como as operações devem reagir a variações da demanda (SLACK, 2009).

Através de informações provenientes dos estudos de mercado e da previsão de demanda a longo prazo, é possível fornecer as primeiras decisões sobre a capacidade necessária para a unidade de produção. Essas decisões tem um peso elevado sobre o planejamento de necessidade de mão de obra e equipamentos e no planejamento das instalações produtivas. Além disso é necessário estar atendo a relação entre capacidade e custos operacionais. Operar muito tempo com uma capacidade muito acima ou abaixo da demanda ira acarretar em um aumento de custos operacionais (MOREIRA, 2012).

2.2.2.1. Medida da Capacidade

Segundo Slack (2009) e Moreira (2012) existem 2 formas de se medir a capacidade produtiva de uma unidade: através do volume de produção e através dos insumos.

- Medida da capacidade por meio do volume de produção.

As unidades devem ser comuns ao tipo de produto produzido, não sendo permitido a mistura de unidades como metros e toneladas por exemplo. Geralmente a medida de capacidade é mais correta quando a natureza do produto da operação não varia.

- Medida da capacidade por meio dos insumos.

Quando uma variedade maior de produtos apresenta demandas variáveis para o processo, as medidas de volume de produção não são tão úteis, assim sendo mais utilizadas as medidas de capacidade de insumos, como por exemplo: horas-de-maquina disponíveis, número de assentos, área de venda e etc.

Peinado e Graeml (2007) dividem a capacidade produtiva em quatro tipos diferentes:

- Capacidade Instalada

É a capacidade máxima que uma unidade produtora poderia produzir se trabalhasse sem necessidade de paradas para manutenção, sem perdas por dificuldade de programação, falta de material ou qualquer outro motivo que acontecem comumente em uma unidade produtiva, sendo assim uma medida hipotética, uma vez que é impossível uma empresa funcionar ininterruptamente e de forma linear.

- Capacidade Disponível ou de Projeto

É a capacidade máxima que a unidade produtiva pode produzir durante a jornada de trabalho disponível sem haver qualquer perda, assim a capacidade disponível é calculada em função da jornada de trabalho que a empresa segue.

- Capacidade Efetiva ou de Carga

A capacidade efetiva representa a capacidade disponível subtraindo as perdas planejadas. São consideradas perdas planejadas: a necessidade de *set-ups* para alterações no *mix* de produtos, manutenções preventivas periódicas, tempos perdidos em troca de turnos, amostragens da qualidade, entre outras.

- Capacidade Realizada

A capacidade realizada consiste na subtração das perdas não planejadas da capacidade efetiva, sendo efetivamente a capacidade que realmente aconteceu no período determinado.

Oribe et al. (2008) apresenta uma forma de determinar a capacidade produtiva através do estudo de tempos. A Equação 1 pode ser utilizadas para a determinação da capacidade produtiva por hora de um processo produtivo.

$$\frac{CP}{hora} = \left(\frac{3600}{TP} \right) \times \text{Quantidade de Operadores} \quad (1)$$

A capacidade de produção que a empresa dispõe mostra o potencial produtivo da mesma, representando o volume ideal de produção de bens/serviços que ela é capaz realizar. A medida de capacidade auxilia a identificação do grau de utilização vs. o grau de ociosidade da produção, bem como o desempenho financeiro e econômico da empresa, assim mostrando a importância dos estudos de capacidade (STAUDT; COELHO; GONÇALVES, 2011).

2.2.3. Balanceamento de Linha de Produção

Segundo Moreira (2012) a linha de montagem é a representação do fluxo de operações de um sistema contínuo, sendo que, o produto é dividido em um certo número de operações que devem ser distribuídas em postos de trabalho.

Para determinar o número de postos deve-se inicialmente determinar o tempo disponível para se produzir uma unidade, esse tempo é determinado através da Equação 2:

$$TD = \frac{\text{Tempo de Operação da Linha por Dia}}{\text{Quantidade Produzida por Dia}} \quad (2)$$

Determinado o tempo disponível, deve-se calcular o número mínimo de postos, que é feito através da Equação 3:

$$NP = \frac{\text{Tempo Total para se Produzir uma Unidade}}{\text{Tempo Disponível}} \quad (3)$$

O número mínimo de postos encontrado deve ser um número inteiro, assim o resultado deve ser arredondado sempre para cima.

2.3. Estudos de Tempos e Cronoanálise

2.3.1. Estudo de Tempos.

Desde a sua origem, o estudo de tempos e movimentos receberam várias interpretações. Frederick Taylor foi o criador do estudo dos tempos, em 1881, que determinava o tempo padrão de uma atividade (BARNES, 1977).

A eficiência e os tempos padrões de produção das atividades sofrem influência do fluxo de materiais dentro da organização. Tempos de produção em linha automatizada sofrem pouca variação, sendo que quanto maior a influência humana no processo mais complicado será a coleta de tempos (MARTINS; LAUGENI, 2006).

Assim, Barnes (1977) mostra a seguinte definição com relação aos estudos de tempos e movimento:

O estudo de tempos e movimentos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: (1) desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; e (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Segundo Martins e Laugeni (2006) as medidas do estudo de tempos são importantes para:

- O estabelecimento de padrões para a produção, permitindo o planejamento da fábrica e utilizando com eficácia os recursos disponíveis.
- Prover dados para a determinação dos custos padrões, custos de fabricação, orçamentos e estimativa dos custos de um futuro novo produto.
- Fornecer dados para a realização de estudos para o balanceamento da produção, comparação de roteiros de fabricação e a análise do planejamento de capacidade.

O Tempo Padrão (TP) é uma consequência do estudo de tempos, sendo definido como a quantidade de tempo necessária para desenvolver uma unidade de trabalho com aptidão, habilidade e em condições de trabalho que não afetem a saúde física do trabalhador. Das medidas da manufatura o tempo padrão é a mais importante, sendo seus principais propósitos: definição de custos industriais, programação de produção, definição de recursos de mão de obra, equipamentos, comparação para a melhoria de métodos e como base para bonificação sobre produtividade dos funcionários (CALADO et al. 2005).

Segundo Oliveira, Fontenelle e Bezerra (2012) existem dois métodos que têm como objetivo principal mensurar a capacidade produtiva de uma empresa: o estudo de tempos cronometrados e o estudo de movimentos sintéticos. O estudo através das cronometragens é o mais empregado e estabelecido para a determinação de capacidade produtiva, pois leva em consideração os fatores que levam o trabalhador a influenciar mais na produção.

2.3.2. A Cronoanálise

A cronoanálise tem como principal objetivo a determinação dos tempos operacionais de atividades imprescindíveis aos processos produtivos (LINHAR; LUZZATTO, 2011). Ela também permite o levantamento de dados operacionais de produção, tais como: tempos, nº de operadores, nº de máquinas, nº de operações simultâneas, elaboração de cálculos estatísticos para a obtenção do tempo padrão, nº de operações simultâneas e a roteirização da fabricação de produtos (MARTINS, 2006).

Astec (2000, apud LINHAR e LUZZATTO, 2011) aponta as seguintes utilizações do estudo dos tempos:

- Implementação de incentivos salariais;
- Cálculo dos custos operacionais;
- Cálculo da carga de trabalho;
- Medida objetiva de produtividade;
- Determinação da capacidade produtiva;
- Estudos de métodos e processos industriais.

Segundo Barnes (1977) os equipamentos necessários para um estudo de tempos consistem de um aparelho medidor e de equipamentos auxiliares.

Martins e Laugeni (2006) citam os seguintes equipamentos como necessários para um estudo de tempos bem como as etapas de determinação do tempo padrão de uma operação:

- Cronômetro de hora decimal: Sendo o cronômetro mais utilizado, onde uma volta do ponteiro corresponde a 1/100 de hora, ou 36 segundos. Porém não é obrigatório o uso de cronômetro decimal, sendo que a utilização de cronômetros comuns é liberada.
- Filmadora: equipamento cujo a principal vantagem é a de registrar fielmente todos os movimentos do operador, auxiliando o analista a verificar se o método

de trabalho foi cumprido integralmente pelo trabalhador e analisar a velocidade com que a operação foi realizada.

2.3.2.1. Metodologia de determinação do tempo padrão

Inicialmente deve-se realizar uma cronometragem inicial para obter o número de ciclos a serem cronometrados. A partir das cronometragens determina-se o Tempo Médio (TM). O estudo deve ainda levar em consideração o fator de ritmo ou velocidade da operação, tempo normal (TN), tolerância para fadiga e para necessidades pessoais. Após isso determina-se o tempo padrão (TP). As etapas para a determinação do TP são descritas detalhadamente a seguir (MARTINS E LAUGENI, 2006).

- Divisão da operação em elementos

As operações podem ser divididas em elementos. Essa divisão tem por princípio a verificação do método de trabalho e tornar a medição o mais precisa possível.

- Determinação do número de ciclos

Para a determinação do número de ciclos n a serem cronometrados, é utilizada a expressão do intervalo de confiança da distribuição por amostragem da média de uma variável distribuída normalmente. A expressão é descrita na Equação 4:

$$n = \left(\frac{z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2 \quad (4)$$

Onde:

n = número de ciclos a serem cronometrados

z = coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada.

R = amplitude da amostra

E_r = erro relativo da medida

d_2 = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente

\bar{x} = média da amostra

- Avaliação da velocidade do operador

A velocidade V do operador é determinada de forma subjetiva pelo responsável pela cronometragem, sendo utilizada como referencia como a velocidade de operação, atribuindo um valor 100 (ou 100%).

- Determinação das Tolerâncias

Devem ser previstos interrupções no trabalho para que sejam atendidas as necessidades pessoais e que haja descanso por parte do operador.

- Tolerância para atendimento a necessidades especiais: é considerado aceitável um tempo de 10 min e 25 min (5% aproximadamente) por dia em uma jornada de 8 horas.
- Tolerância para alívio de fadiga: a fadiga é proveniente tanto da atividade em si quanto do ambiente onde essa atividade é realizada. Como existem muitas diferenças entre os fatores que determinam o cansaço as tolerâncias geralmente tem um valor entre 10% e 50% do tempo. Segundo Oribe et al. (2008) o Fator de Tolerância pode ser calculado através da Equação 5. Os Fatores de Tolerância T_1 , T_2 , T_3 e T_4 são apresentados nas tabelas em anexo ao trabalho.

$$FT = 1 + (T_1 + T_2 + T_3) \times T_4 \quad (5)$$

- Determinação do tempo padrão

Após a obtenção dos n tempos cronometrados, calcula-se a média dos mesmos para identificar o tempo médio (TM) ou tempo de ciclo (TC). Com o tempo médio e com o uso da tabela de ritmo do Apêndice B, calculamos o tempo normal (TN) através da Equação 6. Multiplicado o TN com o FT encontra-se o Tempo Padrão (TP), mostrado na Equação 7.

$$TN = TM * (1 + H + E) \quad (6)$$

$$TP = TN \times FT \quad (7)$$

2.4. Modelagem e Simulação

2.4.1. A Simulação

Segundo Chung (2004, apud Martins, Mello e Turrioni, 2014) a modelagem e simulação, são o processo de conceber e experimentar um sistema real através de um modelo lógico computadorizado. Pode-se definir um sistema como um conjunto de componentes ou processos que interagem através de entradas e mostram as saídas como resultado de algum objetivo.

Para Schrinber (1974, apud Freitas Filho, 2008) a simulação implica na modelagem de um sistema ou processo, de forma que o modelo mostre as respostas do sistema real em uma série de eventos que ocorrem ao longo do tempo.

A simulação tem sido bem difundida e aceita como técnica que permite aos analistas das mais diversas áreas (engenharia, administração, ciências da computação e etc) verificarem as mais variadas soluções, com o nível de profundidade adequado e desejado aos problemas que enfrentam diariamente.

2.4.2. Processo de Modelagem.

Pode-se definir um modelo como uma idealização ou representação da realidade. Um modelo proporciona uma descrição simplificada das complexidades e incertezas do problema através de uma estrutura lógica, tornando-se assim essencial para o processo de tomada de decisão. O processo de modelagem matemática tem como o objetivo o uso de variáveis e restrições a fim de processar informações de modo a fornecer uma solução otimizada para o modelo simulado (GANGA, 2012).

O Processo de modelagem é ilustrado na Figura 2:

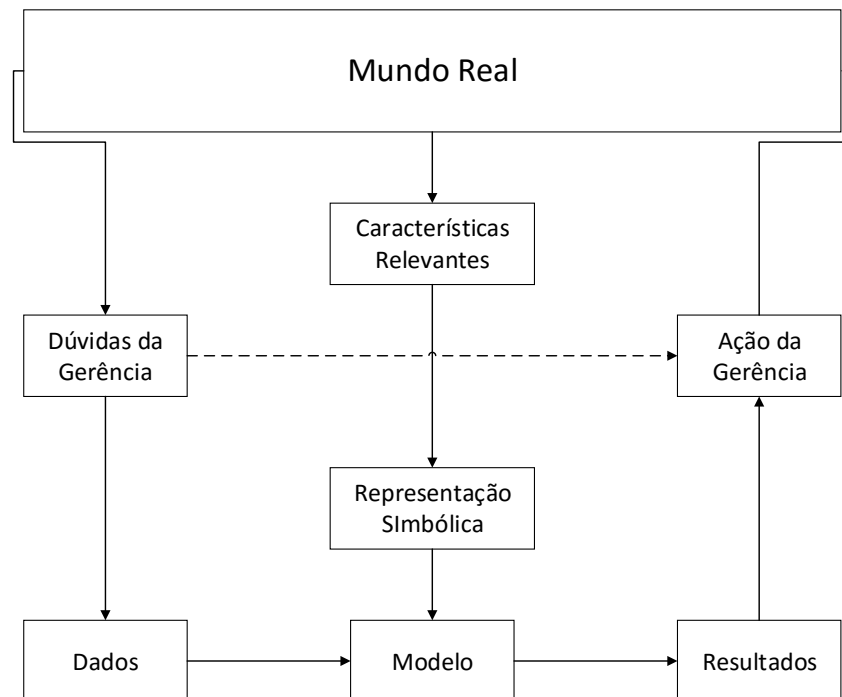


Figura 2: Processo de Modelagem.

Fonte: Adaptado de Ganga (2012)

2.4.3. Exemplos do uso da simulação

Segundo Prado (2003) a simulação apresenta várias aplicações na atualidade, nas mais variadas áreas, que podem ser desde a produção em uma manufatura, até o

movimento de materiais em um escritório, sendo algumas de suas principais aplicações em:

- Linhas de Produção: A simulação pode ser aplicada em modificações existentes, como a expansão e análise da capacidade atual, em troca e teste de novos equipamentos ou em análise ou previsão de gargalos. É nessa área que a simulação apresenta a maior quantidade de aplicações para modelagem, pois inúmeros cenários se encaixam em uma linha de produção.
- Problemas de Logística: Podem acontecer em vários locais, como em fabricas, bancos ou o tráfego de uma cidade. Os modais envolvidos podem ser desde caminhões, trens ou navios, até equipamentos de movimentação interna como empilhadeiras, carrinhos e etc. A simulação auxilia na criação de rotas, dimensionamento de portos e aeroportos e minimização do tempo de espera e custos de movimentação de cargas, auxiliando assim a tomada de decisão.

No meio acadêmico, muitos autores utilizaram a simulação computacional como técnica para analisar sistemas reais, entre eles podemos citar:

Castilho (2004, apud Pereira 2015), que fez uso da simulação computacional em uma empresa de papelão ondulado, com o objetivo de melhorar a tomada de decisão.

Oliveira (2009, apud Pereira, 2015) que aplicou a simulação computacional na análise do fluxo de tráfego de veículos em Ouro Preto – MG.

Duarte Neto (2010) que utilizou a simulação computacional para realizar a análise do planejamento da capacidade de uma indústria metalúrgica na cidade de Petrolina-PE.

Ferraz (2012) e Pereira (2015), que utilizaram a simulação computacional para o controle de semáforos em intersecções semaforizadas na cidade de Petrolina – PE e Juazeiro – BA.

Pergher, Vaccaro e Pradella (2013) que aplicaram a simulação computacional para determinar a capacidade produtiva do processo de produção de pães.

Vasconcelos Neto (2013) utilizou a simulação para efetuar melhorias no sistema de atendimento ao público de uma agência da previdência social em Juazeiro-BA.

2.4.4. Vantagens e Desvantagens da Simulação.

É necessário aprofundar-se mais nas vantagens e nas desvantagens da simulação computacional. O Quadro 1 mostra as vantagens e desvantagens que Pegden (1991 apud Freitas Filho 2008) e Banks (1984 apud Freitas Filho 2008) apresentam.

Quadro 1: Vantagens e desvantagens da simulação

Vantagens	Desvantagens
Uma vez criado, o modelo pode ser simulado infinitas vezes para a avaliação de propostas e políticas.	A construção de modelos requer treinamento e aprendizado ao longo do tempo, com a aquisição de experiência. Dois modelos construídos por indivíduos diferentes terão algumas similaridades, mas não serão iguais.
Os modelos de simulação apresentam características e detalhes muito próximos aos sistemas reais, assim é permitido que melhorias ou novas políticas sejam implementadas sem que o sistema real seja perturbado.	Os resultados da simulação são de difícil interpretação, onde existem dificuldades em determinar quando uma observação realizada durante uma execução se deve a alguma relação significativa no sistema ou processos aleatórios construídos embutidos no modelo.
Modelos analíticos necessitam de muitas simplificações para torna-los matematicamente possível, a simulação não precisa de muitas restrições.	A modelagem e a simulação consomem muitos recursos, entre eles o principal é o tempo, sendo que a simplificação de um modelo para economia de tempo pode levar a resultados insatisfatórios.
A simulação é mais simples de se aplicar do que métodos analíticos.	
Hipóteses podem ser testadas para confirmar sua validação	
O tempo pode ser controlado, comprimido, expandido, permitindo que os fenômenos possam ser executados de forma mais lenta ou acelerada.	
Melhor compreensão das variáveis mais importantes em relação e performance e como as mesmas interagem entre si.	

Fonte: Adaptado de Freitas Filho (2008)

2.4.5. Software Arena

Segundo Prado (2003) o ARENA® foi lançado pela empresa americana Systems Modeling em 1993 a partir da unificação de dois produtos da mesma empresa, o SIMAN e o CINEMA (primeiro *software* de simulação e primeiro *software* de animação para computadores pessoais respectivamente.). A partir de 1998 a empresa Rockwell Software incorporou a Systems Modeling.

Para a simplificação da simulação, o ARENA oferece uma interface gráfica para o usuário, (GUI – *Graphical User Interface*), que reduz a necessidade do uso do teclado e otimiza o processo de construção e simulação de modelos. Além da interface da simulação, o ARENA possui ferramentas para a análise de dados de entrada e saída, são elas:

- Analisador de dados de entrada (*Input Analyzer*): permite a análise de dados reais com relação ao funcionamento do processo e determina qual a melhor distribuição estatística que se aplica a eles. A distribuição pode ser incorporada diretamente ao modelo;
- Analisador de resultados (*Output Analyzer*): ferramenta que permite analisar dados obtidos durante a simulação, podendo a análise ser gráfica. Também possui recursos para realizar comparações estatísticas.

Freitas Filho (2008) apresenta quatro tópicos presentes na interface do Arena que permitem a construção completa de um modelo similar ao real, são eles:

- Interface básica do ambiente;
- Construção de modelos;
- Execução de simulação;
- Animação da simulação.

Para realizar a simulação no Arena, é necessário descrever quais serão as estações de trabalho, o fluxo dentro do sistema, os tempos de duração das atividades, as distâncias percorridas, as velocidades das operações, entre outras variáveis importantes. Para que qualquer modelo seja montado, o Arena

disponibiliza uma interface que apresenta o processo em formato de fluxograma, facilitando a visualização da simulação (PRADO, 2003).

2.5. Processo Produtivo da Uva

A Uva de Mesa possui um complexo processo produtivo, segundo Costa (2016) as atividades que compõem a produção da Uva, desde o campo até o final do embalamento, são:

- Poda de Produção;
- Aplicação de Dormex;
- Manutenção de Latada;
- Amarrio Seco;
- Desbrota;
- 1º, 2º e 3º Amarrio Verde;
- Desfolha e Livramento e cacho;
- Limpeza para anelamento;
- Desponte de Cachos;
- Desponte de Ramo;
- Roço Manual;
- Raleio
- Contagem de Cachos;
- Pré-Limpeza;
- Colheita;
- Embalamento.

Leão e Soares (2000, apud Costa, 2016) ressaltam que no processo de embalamento em *Packing House*, a uva deve ser transportada em veículos de dois eixos que evite trepidações no trajeto percorrido com a finalidade de não prejudicar a fruta.

No *packing* a uva deve passar pelo processo de limpeza dos frutos, para eliminação de bagas sem qualidade, folhas, ramos secos e outros aspectos que não foram eliminados na pré limpeza. Em seguida os cachos são selecionados de acordo com a coloração, tamanho das bagas, defeitos, sendo então passados para o processo de pesagem.

Após a pesagem, a uva passa para o processo de embalagem, que visa proteger os frutos, ajudando a absorver impactos e vibrações que possam vir a comprometer a qualidade. As uvas sem semente, são embaladas em cumbucas e compõem caixas com no máximo 5 kg. A Figura 3: Uva com embalagem de cumbuca. mostra um exemplo de uva embalada em cumbuca.



Figura 3: Uva com embalagem de cumbuca.

Fonte: Próprio Autor.

As uvas com semente são embaladas em sacolas e organizadas em caixas de no máximo 8 kg. A Figura 4: Uvas embaladas em sacolas. mostra um exemplo de uvas embaladas em sacolas.



Figura 4: Uvas embaladas em sacolas.

Fonte: Próprio Autor.

Segundo Deleo e Boteon (2012) em uma fazenda de média escala com cerca de 35 hectares, os custos de mão de obra representam 34,6% do custo total de produção, sendo que apenas o custo de mão de obra com manejo e *Packing House* são de 27,5%, mostrando assim a importância na gestão de custos do processo de embalagem da Uva.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de Pesquisa

Segundo Cervo, Bervian e da Silva (2007) a pesquisa é um ato direcionado a análise de problemas teóricos ou práticos através da aplicação de métodos e processo científicos. Ela inicia com uma dúvida/problema e através do método científico, procura uma solução ou explicação para tal problema, tendo os três elementos: dúvida/problema, método científico, e resposta/solução, sendo eles imprescindíveis, uma vez que somente havendo um problema, haverá como se trabalhar em uma solução com métodos científicos apropriados.

Gil (2002) define que a pesquisa deve ser classificada de acordo com seus objetivos gerais, sendo possível a utilização de três classificações: pesquisas explicativas, descritivas e exploratórias.

A pesquisa explicativa é o tipo mais complexo, pois têm como preocupação principal a identificação de fatores que colaboram para a ocorrência dos fenômenos, sendo o tipo de pesquisa que mais se aprofunda no conhecimento de certo fato da realidade, buscando sempre explicar o porquê das coisas.

A pesquisa descritiva busca a descrição das características de determinada população ou fenômeno, como também o estabelecimento de relação entre variáveis. Ganga (2012) diz que abordagens descritivas estão interligadas com pesquisas de cunho quantitativo, onde se procura “quantificar” o estado do fenômeno ou da população em foco dentro de um período pré-estabelecido de tempo.

A Pesquisa exploratória tem como o objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, sendo assim possível proporcionar uma maior familiaridade com o problema tendo em vista torna-lo mais explícito ou mais passível para a constituição de hipóteses (GIL, 2002). O foco de uma pesquisa exploratória é analisar sob que ótica o fenômeno está sendo observado, sendo assim, nenhuma teoria necessariamente em particular precisa ser testada ou descoberta, mas existe a necessidade de explorar o fenômeno em si, podendo revelar novos aspectos do mesmo (GANGA, 2012)

Assim com base nos fatos apresentados, esta pesquisa apresenta uma natureza descritiva onde se observa, analisa e correlaciona fatos e variáveis sem sua manipulação, identificadas através das coletas de informações sobre a produção, sobre os tempos a serem coletados com os funcionários e através da simulação computacional para a determinação da capacidade produtiva da linha de produção. De acordo com Cervo, Bervian e Da Silva (2007) a pesquisa descritiva pode assumir também algumas formas, dentre elas o estudo de caso, que é a pesquisa sobre determinado indivíduo, família ou grupo ou comunidade que tenha uma maior representatividade dentro do seu universo, onde examina-se os aspectos variados de sua vida.

3.2. Delineamento da Pesquisa

Segundo Ganga (2012) existem vários meios de classificar a pesquisa científica e seus métodos na área de engenharia de produção, são eles:

- Pesquisa Bibliográfica;
- Desenvolvimento teórico conceitual;
- Pesquisas experimentais;
- Modelagem e Simulação;
- Estudo de caso;

No presente estudo os métodos adotados foram o estudo de caso e a modelagem e simulação. A Figura 3 apresenta o fluxograma que mostra as etapas do delineamento da pesquisa:

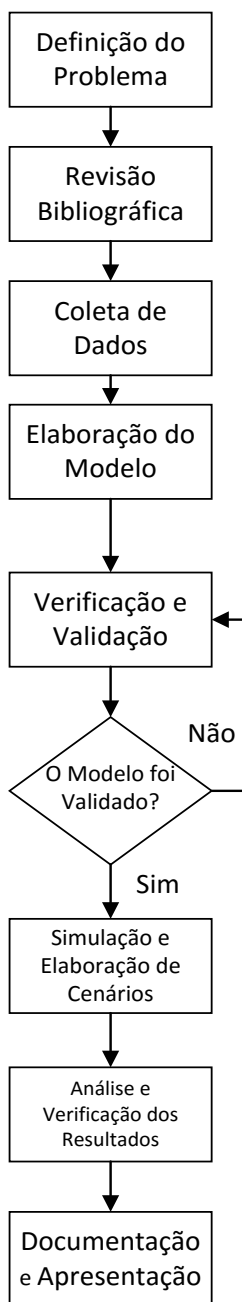


Figura 5: Fluxograma de Delineamento da Pesquisa

Fonte: Próprio autor.

3.2.1. Definição do Problema

Para Marconi e Lakatos (2006) um problema é uma dificuldade, prática ou teórica no conhecimento de algo de real importância, à qual deve se encontrar uma solução.

Nesse presente estudo o problema foi definido com base na convivência do pesquisador na função de estagiário na empresa onde a pesquisa foi realizada. As constantes perdas, ociosidade de mão de obra, custos com horas adicionais no embalamento e falta de informação com relação a quantidade embalada de frutas eram alvos de constante debate por parte da administração da empresa.

3.2.2. Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica foi feita por meio de pesquisas em livros, monografias, dissertações, artigos de periódicos e apresentados em eventos acadêmicos, definindo o panorama da região do Vale do São Francisco, os principais conceitos do planejamento e controle da produção, a metodologia envolvida no estudo de tempos e as principais características do uso da simulação computacional bem como suas vantagens e desvantagens.

3.2.3. Coleta de dados

Para a realização de um estudo de tempos, todas as informações e observações devem ser devidamente registradas, sendo isso de suma importância, pois um estudo de tempos incompleto não tem sentido algum (Barnes, 1977).

Portugal (2005, apud Pereira 2015) declara que os dados coletados têm a finalidade de determinar os parâmetros e as distribuições de entrada para o estabelecimento de hipóteses e atributos do sistema, bem como para a fase de validação.

Para a realização desse estudo, os dados foram coletados dentro da unidade de embalamento da empresa (*Packing House*), foi adotada a seguinte metodologia para o levantamento dos dados:

1. Elaboração do modelo de cronoanálise: definição das características do método a fim de determinar qual deve ser o seu propósito;

2. Forma de registro das informações: nesta etapa foram definidas quais informações devem ser levantadas na operação a ser estudada, bem como a maneira que os dados devem ser registrados;
3. Definição de equipamentos para a medição do tempo: nesta etapa foram determinados quais os equipamentos que o cronoanalista utilizou na realização do estudo, bem como os devidos cuidados com os mesmos e a forma de utilização;
4. Definição dos elementos básicos de cada operação: divisão em elementos que facilitem a cronoanálise;
5. Determinação do número de ciclos a serem cronometrados: nesta etapa foram definidos o número de tomadas de tempo que devem ser realizadas a fim de obter a confiabilidade do estudo com o uso da Equação 4;
6. Definição da forma de avaliação do ritmo do operador: nesta etapa foram definidos os parâmetros de ritmo do operador, para a realização da avaliação da velocidade que o operador realizou a tarefa;
7. Definição das tolerâncias: nesta etapa foram definidas as tolerâncias que devem ser acrescidas para que cada operador possa realizar as operações;
8. Cálculo do tempo padrão: a partir dos dados coletados, nesta fase, foi realizado o cálculo do tempo padrão das operações;
9. Construção do Modelo de Simulação: a partir dos dados obtidos com o estudo de tempos, foi criado o modelo lógico para a simulação computacional.

3.2.4. Elaboração do Modelo

A elaboração do modelo foi feita a partir dos dados coletados na etapa anterior. Nesta etapa foi realizada a junção dos dados coletados, a representação simbólica do processo no ARENA e a definição das restrições necessárias para a realização do processo produtivo.

3.2.5. Verificação e Validação

A etapa de validação ocorreu quando o modelo construído foi testado quanto a sua representação do sistema real. Assim, o modelo foi replicado para testar o nível dos resultados apresentados pelo modelo comparando com os dados do sistema real e do estudo de tempos realizado anteriormente.

3.2.6. Elaboração de Cenários e Simulação

Após a validação e a verificação do modelo inicial foram elaborados cenários que possam considerar as seguintes variáveis: o número de funcionários, a quantidade embalada, o custo de embalamento, o tempo de embalamento, as filas de cada processo e a utilização de recursos em cada processo. Assim pôde-se replicar diversas vezes para que seus resultados sejam avaliados. A simulação foi realizada através do *software* Arena.

3.2.7. Documentação e Apresentação dos Resultados

Nesta etapa a documentação foi registrada em forma de trabalho de conclusão de curso do pesquisador, e a apresentação ocorreu como forma de defesa do trabalho de conclusão de curso, onde todos os resultados foram apresentados a uma banca de examinadores.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. Empresa Estudada

A empresa estudada é classificada como microempresa segundo o SEBRAE (2016), sediada na cidade de Petrolina no estado do Pernambuco no médio Vale do São Francisco, e atua no setor de agronegócio, cultivando uvas de mesa, sendo que atualmente tem dez variedades de uvas em seu portfólio.

Fundada em 2004, conta com uma administração familiar, atualmente tendo cerca de 36 hectares cultivados, divididos em duas unidades produtoras, comercializando uvas tanto para o mercado interno quanto para o mercado externo, atendendo ambos os mercados de forma indireta, ou seja, através de terceiros.

As variedades cultivadas na fazenda estão descritas no Quadro 2. Quadro 2: Variedades de uva produzidas pela fazenda.

Quadro 2: Variedades de uva produzidas pela fazenda.

Variedade	Tipo	Mercado de Destino
Uva Benitaka	Com Semente	Mercado Interno
Uva Crimson	Sem Semente	Merc. Interno/Merc. Externo
Uva Festival	Sem Semente	Merc. Interno/Merc. Externo
Uva Itália	Com Semente	Mercado Interno
Uva Ivory	Sem Semente	Mercado Externo
Uva Isis	Sem Semente	Mercado Externo
Uva Melanie	Sem Semente	Mercado Externo
Uva Timco	Sem Semente	Mercado Externo
Uva Thompson	Sem Semente	Merc. Interno/Merc. Externo
Uva Vitória	Sem Semente	Merc. Interno/Merc. Externo

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A unidade da empresa apresentada nesse estudo possui cerca de 22,00 hectares cultivados, sendo o estudo realizado na unidade de embalagem (*packing house*) situada dentro da unidade produtora 1 da empresa. A variedade escolhida para o estudo foi a Uva Itália, que serve o mercado interno e é embalada em sacolas e sua caixa tem peso padrão de 8 quilos.

4.2. Análise do Fluxo de Produção e do Layout

A primeira etapa do estudo de caso foi a análise do fluxo do processo produtivo e do *layout* atual da unidade de embalagem da empresa.

O fluxograma do embalagem das uvas segue a sequência mostrada na Figura 6: Fluxograma do Embalamento da Uva Itália..

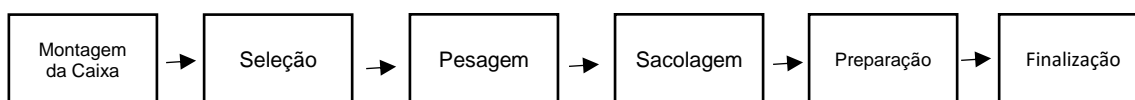


Figura 6: Fluxograma do Embalamento da Uva Itália.

Fonte: Próprio Autor.

Após a definição dos processos de embalagem da uva itália, os mesmos foram analisados para verificar quais eram suas principais atividades. Após a observação, foram constatadas as seguintes atividades de cada processo:

- **Montagem da caixa:** Atividade onde a caixa é montada e entra no processo produtivo, como mostra a Figura 7:



Figura 7: Montagem da Caixa

Fonte: Próprio Autor.

- **Seleção dos cachos:** Atividade onde os cachos de uva são selecionados e colocados nas caixas, como mostra a Figura 8;



Figura 8: Seleção dos Cachos.

Fonte: Próprio Autor.

- **Pesagem:** Atividade onde a caixa, já com a uva, é pesada e adequada ao padrão de 8kg, como mostra a Figura 9;



Figura 9: Pesagem.

Fonte: Próprio Autor

- **Sacolagem:** Atividade onde a caixa recebe o embalagem individual dos cachos que a compõe;



Figura 10: Sacolagem.

Fonte: Próprio Autor.

- **Preparação:** Atividade onde a caixa recebe o bolsão de proteção e a organização das sacolas com os cachos, como mostra a Figura 11:



Figura 11: Preparação das Caixas.

Fonte: Próprio Autor.

- **Finalização:** Atividade onde a caixa recebe os lacres e etiquetas e é transportada para a composição do *pallet* (estoque), na Figura 12 vemos uma caixa seguindo para a Finalização.



Figura 12: Caixa pós preparação.

Fonte: Próprio Autor.

Identificadas as atividades que compõe cada processo do embalagem da uva, a análise seguinte foi a do *layout*, ou disposição, dessas atividades dentro da unidade de embalagem.

O *layout* do *Packing* segue a disposição de produção em linha, ou seja, a atividade subsequente só é executada quando a atividade anterior for totalmente finalizada. A Figura 13 mostra o *layout* atual da unidade de embalamento de uva.

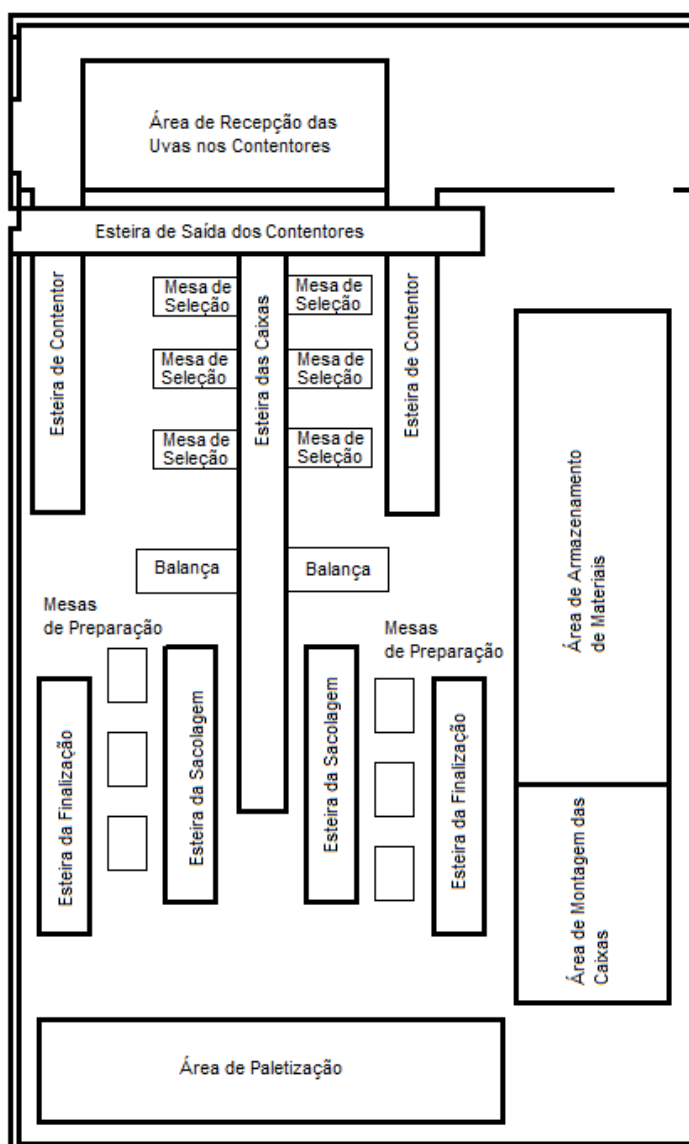


Figura 13: Layout da Unidade de Embalamento.

Fonte: Próprio Autor.

4.3. Estudo de Tempos

4.3.1. Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada no período de 25/04/2016 a 28/04/2016, sendo nos primeiros dois dias foram realizadas as visitas iniciais para a elaboração do fluxograma do processo de embalagem da uva. No terceiro dia foram coletados os

tempos iniciais para determinação do número de ciclos a serem cronometrados e no quarto dia foi realizada a coleta de tempos com o número de ciclos já definidos.

4.3.1.1. Coleta de Tempos

Para o presente estudo, foram realizadas 10 medições iniciais nas 6 atividades que compõem o sistema produtivo analisado. A coleta foi feita utilizando como instrumentos um cronômetro digital e uma ficha de preenchimento que consta no Apêndice 1. Para que o erro fosse minimizado, 2 medições de cada atividade (a de menor e a de maior valor numérico) foram excluídas, totalizando assim 8 medições de cada atividade. A Tabela 4 mostra as atividades e os tempos coletados referentes a cada uma delas.

Tabela 4 Tempos Iniciais coletados para realização das atividades.

Atividade	Tempos Coletados (segundos)							
	1	2	3	4	5	6	6	8
Montagem da Caixa	17	15	16	16	17	17	16	16
Seleção dos Cachos	80	84	79	91	88	86	87	86
Pesagem	31	25	22	23	27	25	29	30
Sacolagem	179	191	193	184	174	175	178	179
Preparação Inicial	58	65	63	61	63	56	55	65
Finalização e Paletização	33	29	27	26	31	29	28	27

Fonte: Próprio Autor.

Após a coleta de tempos inicial, os mesmos foram submetidos a cálculos através da Equação 4 para a determinação do número ideal de ciclos a serem calculados com grau de confiança de 95% e erro relativo de 5%. Na Tabela 5 Tabela 5: Distribuição estatística das chegadas. e na Tabela 6 são apresentados os valores de z e d_2 utilizados no cálculo de n .

Tabela 5: Distribuição estatística das chegadas.

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

Fonte: Adaptado de Montgomery (2003).

Tabela 6: Coeficiente d_2 para o número de cronometragens iniciais

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,487	2,970	3,078

Fonte: Adaptado de Montgomery (2003).

Na Tabela 7 são mostrados os valores das variáveis para cada atividade bem como o número de ciclos n a serem coletados.

Tabela 7: Variáveis da Equação 4 e Número de Ciclo Calculado.

Atividade	Valores para as variáveis					
	\bar{x}	R	z (95%)	E_r (5%)	d_2 (8)	n (\cong)
Montagem da Caixa	16,3	2	1,96	0,05	2,487	3
Seleção dos Cachos	85,1	12	1,96	0,05	2,487	4
Pesagem	26,5	9	1,96	0,05	2,487	22
Sacolagem	181,6	19	1,96	0,05	2,487	2
Preparação Inicial	60,8	10	1,96	0,05	2,487	5
Finalização e Paletização	28,8	7	1,96	0,05	2,487	11

Fonte: Próprio Autor.

Realizados as determinações dos números de ciclos de cada atividade, verificou-se que o maior valor de n foi de 22 na atividade de pesagem, assim para aumentar a confiabilidade das medições foram cronometrados 25 ciclos para todas as atividades descritas no processo. Os dados levantados nesta fase estão na tabela do Apêndice A.

4.3.2. Determinação do Tempo Normal e do Tempo Padrão

Através das cronometragens iniciais realizadas, foram determinados os Tempos de Ciclo (TC) de cada atividade (Apêndice A) e através deles foram calculados os Tempos Normais (TN) de cada atividade. A Tabela 8: Tempos Normais das Atividades mostra a determinação dos Tempos Normais de cada atividade.

Tabela 8: Tempos Normais das Atividades

Atividade	Calculo do Tempo Normal				TN (s)
	TC Médio (s)	Habilidade	Esforço	Eficiência	
Montagem da Caixa	17,2	0,13	0,1	1,23	21,2
Seleção dos Cachos	71,7	0,06	0	1,06	75,6
Pesagem	34,8	0	0	1	34,76
Sacolagem	143,3	0,08	0,1	1,18	169,1
Preparação Inicial	60,3	0	0,05	1,05	63,3
Finalização e Paletização	25,2	0	0	1	25,2
Total	-	-	-	-	389,1

Fonte: Próprio Autor.

Com a da determinação dos Tempos Normais de cada atividade, foi apurado o fator de tolerância, obtido através da equação 3, para a obtenção dos Tempos Padrões de cada uma para avaliar a capacidade produtiva da unidade de embalagem. A Tabela 9 apresenta os Tempos Padrões (TP) relativos a cada atividade.

Tabela 9: Tempos Padrões de cada atividade.

Atividade	Calculo do Tempo Normal		
	TN (S)	Fator de Tolerância	TP (S)
Montagem da Caixa	17,24	1,34	28,6
Seleção dos Cachos	71,36	1,34	101,7
Pesagem	34,76	1,44	50,4
Sacolagem	143,28	1,29	218,7
Preparação Inicial	60,24	1,29	81,8
Finalização e Paletização	25,2	1,44	36,5
Total	-	-	517,6

Fonte: Próprio Autor

Com a determinação dos Tempos Padrões, é possível identificar a atividade que possui o maior TP, sendo essa o gargalo do processo produtivo. Analisando a Tabela 2, é observado que o gargalo do embalagem da Uva Itália é a atividade de Sacolagem, que possui um TP de 218,7 segundos. É possível identificar também que

existe um desbalanceamento da linha produção, pois os tempos padrões não estão sincronizados, o que ocasiona altos estoques em processos nos postos que possuem o mais tempo de ciclo e ociosidade nos postos com menores tempos de ciclo.

4.3.3. Determinação da Capacidade Produtiva

Com a determinação dos Tempos Padrões do processo de embalagem, foi possível verificar capacidade produtiva da unidade de embalagem, tanto por hora, quanto por processo, sendo possível a identificação do gargalo produtivo e, conseqüentemente a capacidade produtiva total, sendo essa a do gargalo.

Para a determinação da capacidade produtiva por hora, foi utilizada uma adaptação da Equação 8. O funcionamento da unidade de embalagem acontece sempre no horário da tarde, iniciando às 11h, tendo uma hora de pausa para o almoço (12h às 13h) sendo sua hora limite às 16h. Totalizando 4 horas de trabalho. Assim, a capacidade diária de embalagem também foi determinada, através da Equação 9:

$$\frac{CP}{Dia} = \left[\left(\frac{3600}{TP} \right) \times Quantidade\ de\ Operadores \right] \times 4\ horas \quad (9)$$

A Tabela 10 mostra a capacidade produtiva por hora (caixas embaladas por hora) bem como a capacidade diária (caixas embaladas por dia) de cada atividade do processo de embalagem.

Tabela 10: Determinação da Capacidade Produtiva

Atividade	Calculo da Capacidade Produtiva			
	TP (s)	Qty. Funcionários	CP/Hora	CP/Dia
Montagem da Caixa	28,6	1	126	504
Seleção	101,7	9	319	1275
Pesagem	50,4	2	143	572
Sacolagem	218,7	6	98	395
Preparação	81,8	3	132	528
Finalização	36,5	3	296	1183

Fonte: Próprio Autor.

Como foi determinado anteriormente, o gargalo do processo produtivo é o processo de Sacolagem, conseqüentemente a capacidade produtiva da unidade de embalagem é a capacidade produtiva do gargalo. Analisando a Tabela 10: Determinação da Capacidade Produtiva o processo de Sacolagem com a capacidade de embalar 98 caixas/hora, sendo sua capacidade diária de 395 caixas/dia. Considerando que a caixa da Uva Itália tem peso padrão de 8 kg, a unidade de embalagem tem a capacidade de embalar 3.160 kg de Uva Itália.

4.4. Modelagem e Simulação do Processo de Embalamento

4.4.1. Análise de Dados através do *Input Analyzer*

Através da coleta de tempos realizada no *Packing House* foi possível a determinação das distribuições de probabilidades que regem as atividades necessárias ao embalamento da Uva Itália. Os dados foram analisados através da ferramenta *Input Analyze* do *Software Arena*[®], que gera as equações bem como os erros quadrados de cada análise. Na Tabela 11 são apresentadas as equações de distribuição estatística dos tempos de cada processo bem como seu erro quadrado.

Tabela 11: Distribuição Estatística e Erro Quadrado de cada Atividade.

Atividade	Distribuição de Probabilidade	Erro Quadrado
Montagem da Caixa	NORM(17.2, 1.9)	0.042586
Seleção dos Cachos	34.5 + 59 * BETA(1.14, 0.784)	0.052667
Pesagem	UNIF(12.5, 58.5)	0.034261
Sacolagem	NORM(143, 34.4)	0.008974
Preparação Inicial	NORM(60.2, 10.9)	0.023025
Finalização e Paletização	17.5 + GAMM(3.98, 1.94)	0.020886

Fonte: Próprio Autor

4.4.2. Formulação do Modelo

Para a realização da modelagem do sistema em estudo, foi realizado a elaboração de um fluxograma do embalamento da uva, desenvolvido no ambiente do *software ARENA*[®] versão 14. O fluxograma teve como base as etapas descritas na análise do fluxo do processo descrito na Figura 6, e na análise do layout do sistema produtivo apresentado na Figura 13.

Os módulos utilizados para a elaboração do fluxograma são descritos a seguir:

- *Módulo Create*: Módulo necessário para determinar a entrada das entidades no sistema, no caso desse estudo as entidades serão as

caixas de papelão, sendo esse módulo descrito como a atividade Montagem da caixa, e utiliza sua respectiva distribuição estaística;

- Módulo *Process*: Módulo onde existe o processo da entidade gerada pelo *Create*. No sistema analisado o modulo *process* foi utilizado nas respectivas atividades: Seleção, Pesagem, Sacolagem, Preparação da embalagem e Finalização e Paletização. Nesse módulo são incluídos a distribuição estatística que rege o tempo de processo e os recursos necessários para o processamento da atividade;
- Módulo *Dispose*: Módulo responsável pela saída das entidades do sistema, no processo esse módulo é equivalente ao estoque final.

É importante ressaltar que no modelo desenvolvido não foram considerados os tempos de espera entre uma atividade e outra, pois como foi observado, a entidade analisada (a caixa de papelão) sai de um processo e imediatamente entra na fila do próximo processo, já sendo contabilizada a espera pelo Arena. Além disso, a simulação usou como parâmetro o tempo de funcionamento da unidade de embalagem: 4 horas. Foram feitas 1000 replicações visando mater o nível de confiança estatística acima de 95% que o ARENA utiliza.

O fluxograma desenvolvido no ARENA apresenta a produção em linha conforme foi observado na unidade de embalagem, onde as caixas são montadas (*create*), passam pelos processos (*process*) de seleção, pesagem, sacolagem, preparação, finalização e paletização e seguem para o estoque (*dispose*). A Figura 14 mostra a disposição do fluxograma no Arena, com todos os seus módulos e conexões necessárias para a simulação do modelo.

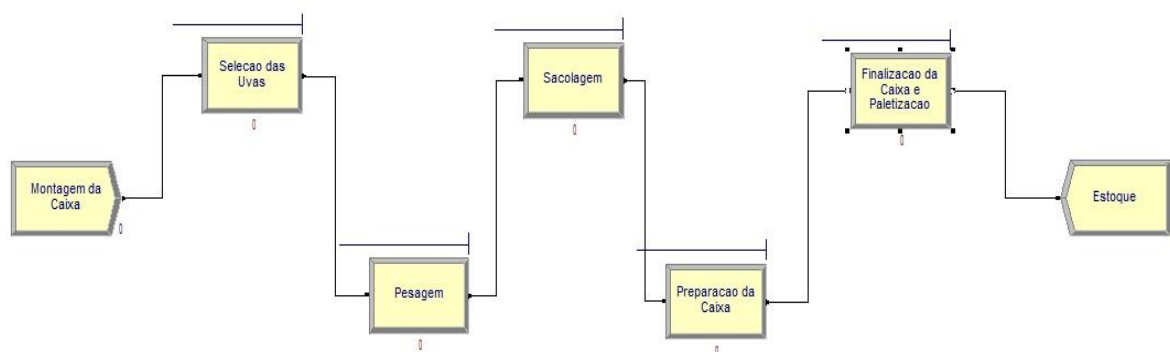


Figura 14: Fluxograma do sistema de embalagem de Uva Itália.

Fonte: Próprio Autor.

4.4.3. Validação do Modelo

Na validação do modelo elaborado, foram feitas comparações entre o sistema real, o estudo de tempos e o sistema simulado. A variável analisada para validar o sistema foi a quantidade de caixas embaladas. A Tabela 12 mostra a comparação entre o sistema real o sistema simulado, a Tabela 13 mostra a comparação entre o estudo de tempos e o sistema simulado e a Tabela 14 mostra a comparação entre o sistema real e o estudo de tempos.

Tabela 12: Validação do Modelo (Sistema Real x Simulação)

CAPACIDADE DE EMBALAMENTO DE CAIXAS 8Kg			
EMBALAGEM	REAL	SIMULADO	ERRO
Caixa de 8Kg	404	394	2,47%

Fonte: Próprio Autor.

Tabela 13: Validação do Modelo (Estudo de Tempos x Simulação)

CAPACIDADE DE EMBALAMENTO DE CAIXAS 8Kg			
EMBALAGEM	ESTUDO DE TEMPOS	SIMULADO	ERRO
Caixa de 8Kg	395	394	0,25%

Fonte: Próprio Autor.

Tabela 14: Validação do Moledo (Estudo de Tempos x Real)

CAPACIDADE DE EMBALAMENTO DE CAIXAS 8Kg			
EMBALAGEM	REAL	ESTUDO DE TEMPOS	ERRO
Caixa de 8Kg	404	395	2,22%

Fonte: Próprio Autor.

Na Tabela 12 pode-se ver que o erro entre o sistema real, o qual 404 caixas foram embaladas em 4 horas de funcionamento da unidade, e o sistema simulado no Arena, com as mesmas condições, foi de 2,47%, mostrando que o modelo simulado está em sintonia com a realidade da unidade de embalagem. Em comparação com o estudo de tempos realizado, o sistema simulado teve um erro de 0,25%, como mostra a Tabela 13. Na Tabela 14 tem-se comparação entre o sistema real e o estudo de tempos, onde houve uma diferença de 2,22% entre ambos, o que pode ser explicado por erros de arredondamento na aplicação do cálculo dos Tempos Normal e Padrão, bem como também a definição das habilidades e velocidade do sistema produtivo, os quais são escolhidas pelo cronometrista de forma única e individual, sendo que cada cronometrista pode ter uma visão diferente para tais variáveis.

Assim, as diferenças encontradas entre as medidas são baixas e são passíveis de aceitação para a continuação do estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise do Estudo de Tempos

O estudo de tempos teve como finalidade verificar os tempos necessários para cada processo do embalamento da Uva Itália, possibilitar a modelagem de um sistema para simulação virtual do processo de embalamento no *software* ARENA® e verificar qual a capacidade produtiva do *Packing House*. Através dessa análise foi possível verificar e calcular os tempos padrões de cada atividade, identificando a capacidade real do *Packing House* e apresentando o gargalo do processo produtivo de embalamento, que no caso é o processo de Sacolagem. A Tabela 15 apresenta os resultados mais relevantes do estudo de tempos desse trabalho.

Tabela 15: Resultados do Estudo de Tempos.

Atividade	Tempo Normal	Tempo Padrão	Capac./ Hora	Capac./ Dia
Montagem da Caixa	17,24	28,6	126	504
Seleção dos Cachos	71,36	101,7	319	1275
Pesagem	34,76	50,4	143	572
Sacolagem	143,28	218,7	98	395
Preparação	60,24	81,8	132	528
Finalização	25,2	36,5	296	1183
Total	352,08	517,6	-	-

Fonte: Próprio Autor.

Através do estudo, foi possível elaborar cenários que propusessem menores custos para o embalamento da fruta. Esses cenários serão analisados nos próximos tópicos desse estudo.

5.1.1. Determinação do Número Mínimo de Postos de Trabalho

Com o cálculo do tempo padrão de cada processo e com a capacidade diária, foi possível definir o número de postos mínimo necessários para que o embalamento seja feito.

Inicialmente foi determinado o tempo disponível para se produzir uma caixa através da Equação 2:

$$TD = \frac{240 \text{ min/dia}}{395 \text{ unid/dia}}$$

Com isso temos o tempo disponível de 0,61 minutos (36 segundos) por unidade. Em seguida para determinar o número mínimo de postos foi utilizada a Equação 3:

$$N = \frac{8,63 \text{ minutos}}{0,61 \text{ minutos}}$$

Assim, o número mínimo de postos de trabalho na linha de embalamento da Uva Itália é de 15 postos.

5.2. Análise do Modelo Simulado

5.2.1. Custo de Mão de Obra no Embalamento

O modelo desenvolvido e validado levou em conta o cenário encontrado no *Packing House* durante as visitas. A Figura 15 mostra o relatório do ARENA[®] com a quantidade de entidades processadas em média (*Number Out*) durante a simulação.

Replications: 1.000 Time Units: Seconds

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	394

Figura 15: Número de Entidades Processadas em Média no Modelo.

Fonte: Próprio Autor.

Para determinar o custo de operação da mão de obra do *Packing House*, foi levado em consideração a remuneração de cada funcionário rural, com os encargos previstos na lei embutidos, que gira em torno de R\$1376,00 mensais, sendo em uma jornada de 220 horas mensais, assim a hora de cada funcionário custa para a empresa aproximadamente R\$6,25. Na Tabela 16 através da quantidade de funcionários de cada processo conseguimos calcular o custo de operação do *Packing House* e o custo unitário de embalagem de cada caixa.

Tabela 16: Custo de Embalamento do Modelo Simulado.

QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS	
PROCESSO	QUANTIDADE
Montagem da Caixa	1
Seleção	9
Pesagem	2
Sacolagem	6
Preparação	3
Finalização	3
Total de Funcionários	24
Custo Total da Mão de Obra	R\$600,00
Quantidade de Caixas Embaladas	394
Custo Unitário da Caixa	R\$1,52

Fonte: Próprio Autor.

O custo total da mão de obra empregado no *Packing House* foi de R\$600,00 com cerca de 3.152 kg de uva embalados, sendo portanto R\$0,19 por Kg ou R\$1,52 por caixa.

5.2.2. Análise de Filas

Através dos relatórios obtidos com o ARENA® foi possível analisar os tempos de espera para o processamento e as filas geradas em cada processo do *Packing House*. A Figura 16 mostra o relatório dos tempos de espera (*Waiting Time*) e das filas (*Number Waiting*) de cada atividade.

Time						
Waiting Time						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Embalamento 1.Queue	12.4634	< 0,10	7.5218	18.4722	0.00	143.29
Embalamento 2.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pesagem.Queue	261.54	< 5,74	53.7165	583.01	0.00	1040.43
Sacolagem.Queue	3535.70	< 5,44	3198.63	3789.26	0.00	7629.30
Selecao.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other						
Number Waiting						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Embalamento 1.Queue	0.3441	< 0,00	0.2049	0.5153	0.00	5.0000
Embalamento 2.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pesagem.Queue	15.1183	< 0,33	3.1128	33.4203	0.00	62.0000
Sacolagem.Queue	198.35	< 0,35	179.07	215.48	0.00	436.00
Selecao.Queue	0.00	< 0,00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 16: Tempos de Espera e Filas de cada atividade.

Fonte: Próprio Autor.

Analisando o relatório foi verificado que a sacolagem possui o maior tempo médio de espera entre todas as atividades, com 3.535 segundos (59 minutos) em média, o que já era esperado, pois o estudo de tempos apontou essa atividade como sendo o gargalo, e a fila atingiu, em média, cerca de 198 caixas em espera, tendo atingido um pico máximo (*Maximum Value*) de 436 caixas em certo momento.

5.2.3. Utilização dos Recursos Disponíveis

O relatório de utilização dos recursos (*Schedule Utilization*) é disponibilizado pelo ARENA para verificar a taxa média de utilização dos recursos empregados em cada processo. A Figura 17 mostra o relatório de recursos do modelo simulado.

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Balanceiro	0.9912	0,00	0.9687	0.9957
Embalador 1	0.8275	0,00	0.7899	0.8645
Embalador 2	0.2304	0,00	0.2163	0.2440
Sacoleiro	0.9907	0,00	0.9880	0.9929
Selecionador	0.4460	0,00	0.4331	0.4591

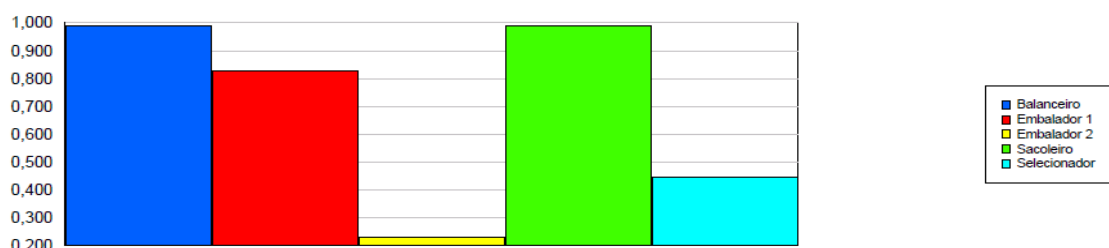


Figura 17: Taxa de Utilização dos Recursos

Fonte: Próprio Autor.

Analisando esse relatório a partir da coluna da média (*Average*), foi observado que os Balanceiros, que realizam o processo de pesagem, e os Sacoleiros, que realizam o processo de Sacolagem estão com uma taxa média de utilização de 99%, ou seja, estão sendo utilizados ao máximo. Os Embaladores 1 (responsável pelo processo de Preparação) tem uma taxa média de utilização de 82%, os Selecionadores tem uma taxa média de 44% e os Embaladores 2 (responsáveis pela Finalização) tem taxa média de 23%.

As diferenças de utilização dos recursos são explicadas pelo desbalanceamento da linha, onde em alguns processos há uma alta utilização de recursos, enquanto em outros existe ociosidade, o que faz o custo de mão de obra empregada no embalamento da uva Itália aumentar.

5.3. Análise do Cenário 1

A primeira proposta de melhoria para o processo de embalamento da Uva Itália estuda a realocação de funcionários para os processos que estão gerando maior fila e maior tempo de espera, com isso espera-se melhorar o balanceamento da linha de produção. Essa opção de melhoria foi mantida nos cenários seguintes, pois o custo para mudanças no *layout* do *Packing* são superiores e os funcionários da unidade tem polivalência, podendo realizar as atividades de todos os processos. Neste cenário o

número de funcionários empregados no processo foi mantido em relação ao modelo (24 funcionários). Foram analisados: os custos com a mão de obra envolvida, as filas e a utilização de recursos.

5.3.1. Custos de Mão de Obra no Embalamento (Cenário 1)

No cenário 1, o número de entidades processadas em média (*Number Out*) foi de 779 caixas, como mostra o relatório do ARENA® na Figura 18.

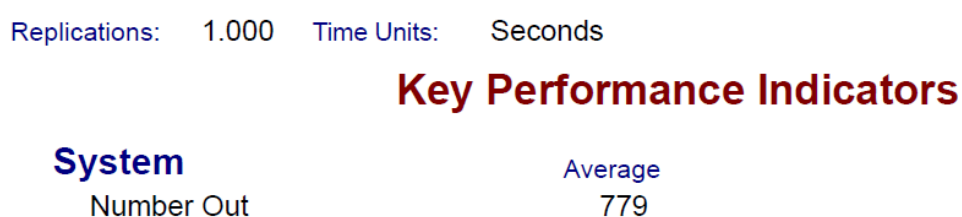


Figura 18: Número de Entidades Processadas em Média no Sistema (Cenário 1).

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 17 mostra a quantidade de funcionários e o custo de mão de obra empregada no embalamento, bem como o custo unitário por caixa do cenário 1.

Tabela 17: Custo de Embalamento no Cenário 1.

QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS	
PROCESSO	QUANTIDADE
Montagem da Caixa	1
Seleção	5
Pesagem	2
Sacolagem	8
Preparação	5
Finalização	3
Total de Funcionários	24
Custo Total da Mão de Obra	R\$600,00
Quantidade de Caixas Embaladas	779
Custo Unitário da Caixa	R\$0,80

Fonte: Próprio Autor.

O custo total da mão de obra empregado no *Packing House* foi de R\$600 com cerca de 6.232 kg de uva embalados, sendo portanto o custo de R\$0,10 por Kg ou R\$0,80 por caixa.

5.3.2. Análise de Filas (Cenário 1)

A Figura 19 mostra o relatório de tempos (*Time*) que mostra os tempos de espera (*Waiting Time*) e a quantidade de entidades em espera (*Number Waiting*) cenário 1.

Time						
Waiting Time						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Embalamento 1.Queue	1.3451	< 0,01	0.6786	2.1145	0.00	61.3750
Embalamento 2.Queue	0.5454	< 0,01	0.2709	0.9037	0.00	32.9405
Pesagem.Queue	262.73	< 5,71	60.0073	578.25	0.00	1016.53
Sacolagem.Queue	121.63	< 4,01	19.8332	345.71	0.00	753.34
Selecao.Queue	0.4821	< 0,01	0.2315	0.8391	0.00	33.1960
Other						
Number Waiting						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Embalamento 1.Queue	0.07325971	< 0,00	0.03694666	0.1173	0.00	4.0000
Embalamento 2.Queue	0.02956900	< 0,00	0.01476907	0.04951528	0.00	3.0000
Pesagem.Queue	15.1874	< 0,33	3.5145	33.2860	0.00	61.0000
Sacolagem.Queue	6.8087	< 0,23	1.0810	19.4671	0.00	43.0000
Selecao.Queue	0.02806443	< 0,00	0.01335660	0.04906177	0.00	3.0000

Figura 19: Tempos de Espera e Filas Cenário 1.

Fonte: Próprio Autor.

Analisando os resultados da Figura 19, foi verificado que os tempos de espera foram reduzidos. Os tempos médios de espera (*Average*) de cada processo foram: O Embalamento 1 (Preparação) teve 1,34 segundos, o Embalamento 2 (Finalização) teve 54 segundos, a Pesagem teve 262 segundos (4 minutos), a Sacolagem teve 121 segundos (2 minutos) e a Seleção teve 48 segundos em média de tempo de espera.

Quanto ao tamanho das filas os resultados, em média, foram os seguintes: Embalamento 1: 0,07 (não houve fila). Embalamento 2: 0,02 (não houve fila). Pesagem: 15 caixas. Sacolagem: 7 caixas. Seleção: 0,02 (não houve fila).

5.3.3. Utilização de Recursos Disponíveis (Cenário 1)

O relatório de utilização de recursos disponíveis (*Scheduled Utilization*) para o Cenário 1 é apresentado na Figura 20.

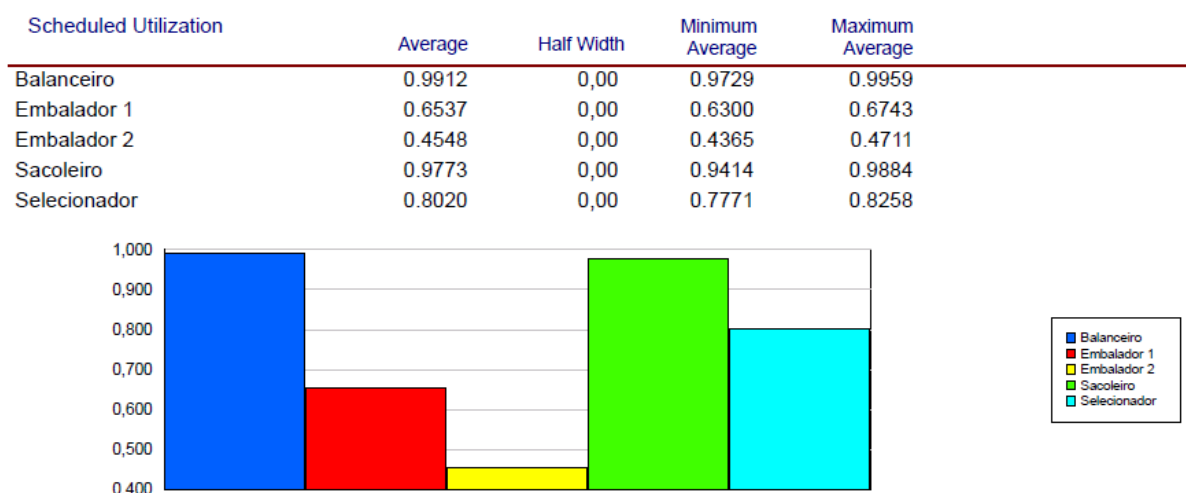


Figura 20: Taxa de Utilização dos Recursos Cenário 1.

Fonte: Próprio Autor.

A análise da Figura 20 mostra que houve um aumento da utilização de recursos com a realocação dos mesmos. No processo de Pesagem, a coluna *Average*, mostra que os balanceiros mantiveram sua taxa de ocupação média de 99%, no processo de Embalamento 1 (Preparação) a taxa média foi de 65%, no processo de Embalamento 2 (Finalização) a taxa média foi de 45%, no processo de Sacolagem a taxa média de utilização foi de 97% e no processo de Seleção a taxa média de utilização foi 80%.

5.4. Análise do Cenário 2

Na segunda proposta de melhoria também houve a realocação de funcionários de posto, porém, com a sugestão de redução do número de funcionários, de 24 para 20.

5.4.1. Custos de Mão de Obra no Embalamento (Cenário 2)

No cenário 2, o número de entidades processadas (*Number Out*) foi de 589 caixas, como mostra o relatório do ARENA® na Figura 21

Replications: 1.000 Time Units: Seconds

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	589

Figura 21: Número de Entidades Processadas em Média no Sistema (Cenário 2).

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 18 apresenta o custo de mão de obra empregada no embalamento, bem como o custo unitário por caixa do cenário 2.

Tabela 18: Custo de Embalamento no Cenário 2.

QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS	
PROCESSO	QUANTIDADE
Montagem da Caixa	1
Seleção	3
Pesagem	2
Sacolagem	6
Preparação	4
Finalização	4
Total de Funcionários	20
Custo Total da Mão de Obra	R\$500,00
Quantidade de Caixas Embaladas	589
Custo Unitário da Caixa	R\$0,85

Fonte: Próprio Autor.

O custo total da mão de obra no cenário 2 foi de R\$500 reais, com cerca de 4.712 kg de uva embalados, sendo portanto o custo de R\$0,11 por Kg ou R\$0,85 por caixa.

5.4.2. Análise de Filas (Cenário 2)

A Figura 22 mostra o relatório de tempos (*Time*) que mostra os tempos de espera (*Waiting Time*) e a quantidade de entidades em espera (*Number Waiting*) cenário 2.

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Embalamento 1.Queue	1.3809	< 0,02	0.6657	2.5254	0.00	63.4855
Embalamento 2.Queue	0.00023661	< 0,00	0.00	0.01775501	0.00	10.6353
Pesagem.Queue	5.4826	< 0,04	3.6592	8.0764	0.00	102.96
Sacolagem.Queue	269.10	< 5,75	41.4721	536.12	0.00	1216.81
Selecao.Queue	1817.47	< 4,37	1574.32	2049.90	0.00	4026.67

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Embalamento 1.Queue	0.05691534	< 0,00	0.02713659	0.1040	0.00	4.0000
Embalamento 2.Queue	0.00000972	< 0,00	0.00	0.00073856	0.00	1.0000
Pesagem.Queue	0.2374	< 0,00	0.1581	0.3517	0.00	5.0000
Sacolagem.Queue	11.6202	< 0,25	1.7461	23.3788	0.00	52.0000
Selecao.Queue	105.79	< 0,24	92.4190	118.24	0.00	236.00

Figura 22: Tempos de Espera e Filas Cenário 2

Fonte: Próprio Autor

No cenário 2, as médias de tempo de espera (*Waiting time*) foram respectivamente: Embalamento 1 (Preparação): 1,38 segundos, Embalamento 2 (Finalização): 0 segundos (não houve espera), Pesagem: 5,48 segundos, Sacolagem: 269 segundos (4,48 minutos) e Seleção: 1817,47 segundos.(30,29 minutos).

Na análise de filas (*Number Waiting*) os resultados foram: Embalamento 1 (Preparação): 0 caixas (não houve fila), Embalamento 2 (Finalização): 0 caixas (não houve fila), Pesagem: 0 caixas (não houve fila), Sacolagem 11 caixas e na Seleção: 105 caixas.

5.4.3. Utilização de Recursos Disponíveis (Cenário 2)

O relatório de utilização de recursos disponíveis (*Scheduled Utilization*) para o cenário 2 é apresentado na Figura 23.

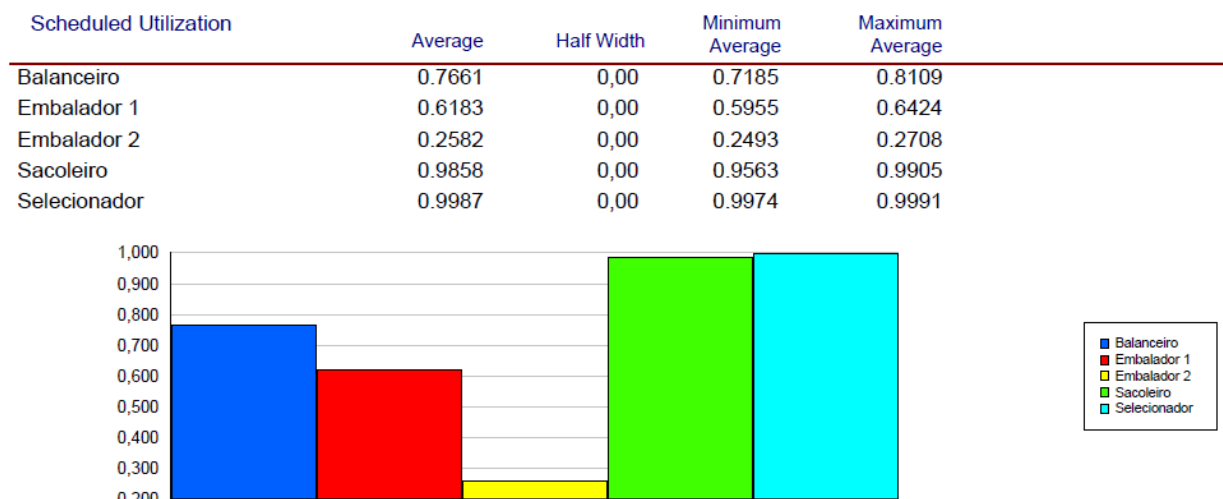


Figura 23: Taxa Média de Utilização dos Recursos Cenário 2.

Fonte: Próprio Autor.

Analisando as taxas médias de utilização dos recursos na Figura 23 temos os seguintes resultados: Balanceiros: Taxa média de utilização de 76%. Embaladores 1: Taxa Média de 61%. Embaladores 2: Taxa média de 25%. Sacoleiros: Taxa média de 98%. Selecionadores: Taxa Média 99%.

5.5. Análise do Cenário 3

Para a proposta de cenário 3 novamente foi alterado a quantidade e a reacolação de funcionários, sendo escolhido um número médio de colaboradores entre os dois cenários anteriores, ou seja, 22 funcionários.

5.5.3. Custos de Mão de Obra no Embalamento (Cenário 3)

No cenário 3, o número de caixas processadas em média no sistema (*Number Out*) foi de 686. A Figura 24 apresenta o relatório do ARENA para esse cenário.

Replications: 1.000 Time Units: Seconds

Key Performance Indicators

System	<i>Average</i>
Number Out	686

Figura 24: Número de Entidades Processadas em Média no Sistema (Cenário 3).

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 19 mostra o custo de mão de obra empregada no embalagem e o custo unitário por caixa do cenário 3.

Tabela 19: Custo de Embalamento no Cenário 3.

QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS	
PROCESSO	QUANTIDADE
Montagem da Caixa	1
Seleção	6
Pesagem	2
Sacolagem	7
Preparação	3
Finalização	3
Total de Funcionários	22
Custo Total da Mão de Obra	R\$550,00
Quantidade de Caixas Embaladas	686
Custo Unitário da Caixa	R\$0,80

Fonte: Próprio Autor.

O custo total da mão de obra no cenário 3 foi de R\$550,00, com cerca de 5.488 kg de uva embalados, sendo portanto o custo de R\$0,10 por Kg ou R\$0,80 por caixa

5.5.4. Análise de Filas (Cenário 3)

A Figura 25 mostra o relatório de tempos (*Time*) que mostra os tempos de espera (*Waiting Time*) e a quantidade de entidades em espera (*Number Waiting*) cenário 3.

Time

Waiting Time						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Embalamento 1.Queue	47.7672	< 1,28	19.4182	172.42	0.00	352.57
Embalamento 2.Queue	0.00300463	< 0,00	0.00	0.03273836	0.00	21.5951
Pesagem.Queue	261.80	< 6,05	49.4602	579.13	0.00	1093.41
Sacolagem.Queue	903.85	< 6,95	535.69	1258.22	0.00	2436.29
Selecao.Queue	0.00045311	< 0,00	0.00	0.01188215	0.00	6.6348
Other						
Number Waiting						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Embalamento 1.Queue	2.3013	< 0,06	0.9183	8.3856	0.00	18.0000
Embalamento 2.Queue	0.00014353	< 0,00	0.00	0.00156189	0.00	1.0000
Pesagem.Queue	15.1352	< 0,35	2.8478	33.3097	0.00	65.0000
Sacolagem.Queue	50.6399	< 0,41	30.4058	70.1896	0.00	143.00
Selecao.Queue	0.00002640	< 0,00	0.00	0.00069313	0.00	1.0000

Figura 25: Tempos de Espera e Filas (Cenário 3).

Fonte: Próprio Autor.

Analisando a Figura 25, as médias de tempo de espera (*Waiting Time*) foram respectivamente: Embalamento 1 (Preparação): 47 segundos, Embalamento 2 (Finalização): 0 segundos (não houve tempo de espera), Pesagem: 261 segundos (4,35 minutos), Sacolagem: 903 segundos (15 minutos), Seleção 0 segundos (não houve fila).

Na análise das filas (*Number Waiting*) foram respectivamente: Embalato 1: 2 caixas, Embalamento 2: 0 caixas (não houve fila), Pesagem: 15 caixas, Sacolagem: 50 caixas e Seleção 0 caixas (não houve fila).

5.5.5. Utilização dos Recursos Disponíveis (Cenário 3)

A Figura 26 apresenta a taxa (*Schedule Utilization*) média de utilização dos recursos no cenário 3.

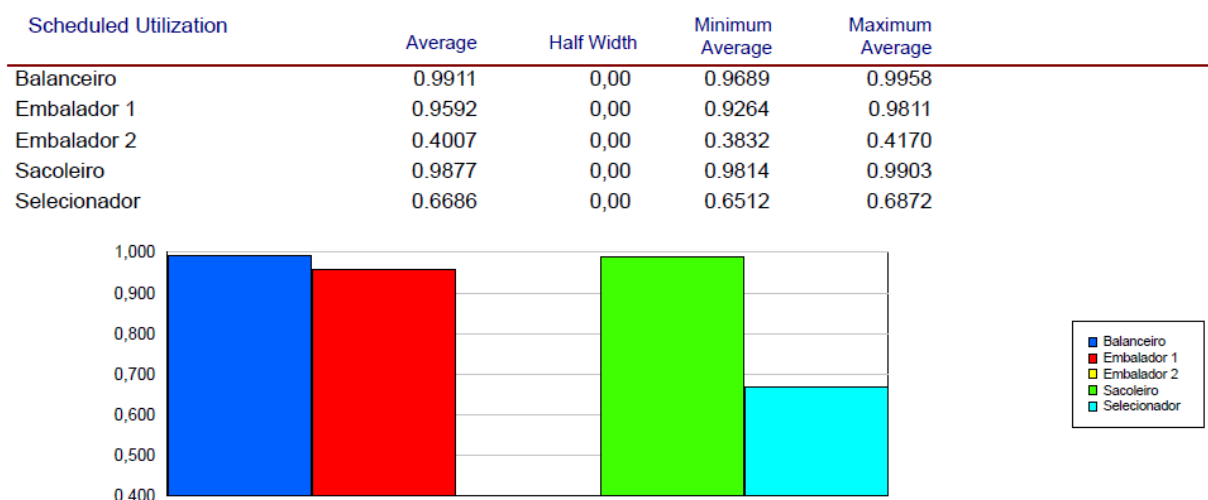


Figura 26: Taxa Média de Utilização dos Recursos Cenário 3.

Fonte: Próprio Autor.

Analisando as taxas médias de utilização dos recursos na Figura 26 tem-se os seguintes resultados: Balanceiros: Taxa média de utilização de 99%. Embaladores 1: Taxa Média de 91%. Embaladores 2: Taxa média de 40%. Sacoleiros: Taxa média de 98%. Selecionadores: Taxa Média 66%.

5.6. Comparação Entre os Cenários de Melhoria

A partir das análises dos cenários propostos, é possível realizar a comparação entre eles para verificar qual o ideal para o embalamento da Uva Itália.

5.6.1. Comparação Entre os Custos de Mão de Obra.

Na Tabela 20 é apresentada a comparação entre o modelo simulado e os cenários propostos.

Tabela 20: Comparação dos Custos de Embalamento.

	Modelo	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Caixas Embaladas	394	779	589	686
Qnt. De Uva Embalada	3.152	6.232	4712	5488
Número de Funcionários	24	24	20	22
Custo de Mão de Obra	R\$600	R\$600	R\$500	R\$550
Custo do Kg Embalado	R\$0,19	R\$0,10	R\$0,11	R\$0,10
Custo Unitário da Caixa	R\$1,52	R\$0,80	R\$0,85	R\$0,80

Fonte: Próprio Autor

A análise dos custos envolvendo o modelo e os três cenários mostrou que as propostas foram melhores que o modelo real, onde o custo foi de R\$1,52 por caixa. O cenário 1 mantendo a mesma quantidade de funcionários, apenas realocando os mesmos visando a diminuição do gargalo, teve um custo de R\$0,80 por caixa embalada. O cenário 3, com dois funcionários a menos, também apresentou um custo de R\$0,80 por caixa. O cenário 2, mesmo com uma quantidade menor de funcionários teve um custo de R\$0,85 por caixa, portanto maior que os outros 2 cenários propostos. Assim o cenário 1 apresenta-se como melhor opção, pois embalou cerca de 51% mais caixas que o modelo real com um custo unitário da caicxa menor mesmo tendo um custo operacional maior que os cenários 2 e 3.

5.6.2. Comparação Entre as Filas

Na Tabela 21 são comparados os resultados, do modelo e dos três cenários propostos, dos tempos médios de espera e o tamanho das filas em cada processo do *Packing House* para o embalamento da Uva Itália.

Tabela 21: Comparação do Tempo Médio de Espera e do Tamanho das Filas.

Atividade	Tempo Médio de Espera (s)				Tamanho Médio da Fila (Caixas)			
	Modelo	Cen. 1	Cen. 2	Cen. 3	Modelo	Cen.1	Cen. 2	Cen. 3
Seleção	0	0	1817	0	0	0	105	0
Pesagem	261	262	5	261	15	15	0	15
Sacolagem	3535	121	269	903	198	6	11	50
Preparação	12	1,35	1,38	47	0	0	0	2
Finalização	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Próprio Autor.

Comparando os tempos médios de espera em cada processo, é possível verificar que os cenários 1 e 3 possuem duas atividades com tempo de espera zero, porém o cenário 1 apresenta tempos menores nas outras atividades, como a sacolagem com 121 segundos, e a preparação com 1,38 segundo, sendo nessa comparação o melhor cenário. O cenário 2 possui apenas um processo com o tempo de espera zerado e um processo com alto tempo de espera, 1.187 segundos, sendo o pior cenário em comparação com os demais.

Na análise do tamanho médio da fila, os cenários que apresentam melhoria em relação ao modelo também são o 1 e o 3, sendo que o Cenário 1 tem sua maior fila no processo de Pesagem com 15 caixas. O cenário 3 apresenta filas em três processos, sendo a maior no proceso de Sacolagem com 50 caixas. O cenário 2 teve três processos com filas zeradas, porém o processo de seleção teve uma fila de 105 caixas, uma piora em relação ao cenário atual. Assim, novamente o cenário 1 se mostrou a opção com melhor produtividade e melhoria em relação ao atual modelo.

5.6.3. Comparação Entre a Utilização de Recursos

Na Tabela 22 são comparadas as taxas médias de utilização dos recursos empregados em cada atividade do *Packing House*. Recursos com baixa taxa de utilização são considerados ociosos, gerando custos maiores do embalamento da Uva Itália.

Tabela 22: Comparação Entre a Taxa Média de Utilização

Taxa Média de Utilização de Recursos				
Atividade	Modelo	Cen. 1	Cen. 2	Cen. 3
Seleção	44%	80%	99%	66%
Pesagem	99%	99%	76%	99%
Sacolagem	99%	97%	98%	98%
Preparação	82%	65%	61%	95%
Finalização	23%	45%	25%	40%

Fonte: Próprio Autor.

Na comparação, os cenários 1 e 3 apresentam as taxas mais altas de utilização dos recursos de mão de obra, com vantagem para o cenário 3 que possui três processos com taxa superior a 90%. O cenário 1 apresenta apenas duas taxas com aproveitamento acima de 90%, assim como o cenário 2. Nos processos com baixa utilização, o cenário 1 tem o processo de Finalização com taxa de 45%, contra apenas 40% do mesmo processo no cenário 3. O cenário 2 possui apenas 25% de taxa de utilização no processo de Finalização, mostrando alta ociosidade nessa atividade.

5.6.4. Resultado do Comparativo

Após a comparação dos cenários, a Tabela 23 apresenta o melhor em cada quesito, onde melhor cenário é o que ganha.

Tabela 23: Comparativo dos Cenários

Cenário	Custo	Tempos e Fila	Uso de Recursos
Cenário 1	X	X	-
Cenário 2	-	-	-
Cenário 3	-	-	X

Fonte: Próprio Autor.

O cenário 1 se mostrou melhor em 2 quesitos, seguido pelo cenário 3 com apenas 1 quesito e pelo cenário 2 sem nenhum quesito. Assim o cenário 1 é a melhor opção entre as três propostas.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo serão apresentadas as principais conclusões com relação aos resultados do presente estudo. Também serão apresentadas sugestões e recomendações para trabalhos futuros visando aprimorar e complementar os resultados alcançados.

6.1. Conclusões

Este trabalho de monografia teve como propósito o estudo do processo de embalagem da Uva Itália em um *Packing House*, com o intuito de identificar a capacidade produtiva e os gargalos do processo, propondo melhorias para a redução ou eliminação desses gargalos e para reduzir os custos de embalagem.

Inicialmente houve a análise do *layout* e do fluxograma do processo de embalagem do *Packing* verificando sua atual condição, identificando quais eram as principais atividades que o processo tem. Após a análise do atual processo, foi realizado um estudo de tempos como ferramenta para se verificar o tempo de realização de cada atividade no processo de embalagem, e através desse estudo foi possível a determinação da capacidade produtiva, que foi utilizada como parâmetro para a validação de um modelo computacional desenvolvido posteriormente. Também com o estudo de tempos foi possível a realização do balanceamento da linha, onde a quantidade mínima de postos de trabalho necessários para o embalagem foi encontrada.

A atual situação do processo produtivo de embalagem foi analisada e seu custo foi levantado, assim sendo possível a elaboração dos cenários de melhoria visando reduzir o custo estimado.

Como o *Packing house* não funciona todos os dias, existia uma dificuldade para a elaboração de cenários, assim utilizou-se da simulação computacional como ferramenta de análise para avaliar e propor melhorias para o processo de

embalamento. O *software* utilizado foi o ARENA[®] em sua versão 14, onde o modelo computacional foi elaborado e executado.

Assim, seguiu-se a metodologia de elaboração de cenários que visavam reduzir as filas e tempos de espera encontrados no modelo computacional desenvolvido. Os objetivos principais eram sempre reduzir o custo unitário de embalagem de uma caixa, reduzir os tempos de espera e as filas, e a aumentar a taxa de utilização dos recursos empregados em cada atividade, no caso, a mão de obra empregada. Foram elaborados 3 cenários com quantidades de funcionários diferentes, e sempre realocando os mesmos em outros postos de trabalho, opção esse que se mostrou mais vantajosa e com menores custos de implementação, pois não visava nenhuma alteração no layout do *Packing*.

Na análise dos custos de embalagem, os cenários que apresetaram melhor desempenho foram o cenário 1 e o cenário 3, ambos com custo de R\$0,80 por caixa. Porém o cenário 1 apresentou uma maior produtividade com um custo de operação igual ao do cenário atual: R\$600.

Na análise dos tempos de espera em fila o cenário 1 apresentou os menores tempos de espera em fila, seguido pelo cenário 3. Na análise das filas o cenário 1 também teve a vantagem com relação aos outros 2, apresentando menores filas.

Com relação ao aproveitamento de mão de obra, o cenário 3 se mostrou a melhor alternativa com três processos com taxa média de aproveitamento de recursos acima de 90%, contra apenas 2 processos com taxa média alta dos cenários 1 e 2.

Portanto o cenário 1 se mostra a melhor opção para o embalagem da uva italia em sacolas e em caixas de 8 kg, reduzindo o custo unitário de embalagem e uma produtividade superior ao cenário atual.

6.2. Recomendações de Trabalhos Futuros

O presente estudo foi realizado com o embalagem da Uva Itália vendida no mercado interno, uma fruta com semente e com embalagem feito em sacolas, pois era única disponível na fazenda no momento da coleta de dados. Todavia os custos e a quantidade de pessoas empregadas no embalagem de uvas sem semente e em cumbuca são mais elevados e mais representativos em uma fazenda de produção de

uvas de mesa. Assim, um estudo com o embalamento de cumbucas seria mais proveitoso e complementar o presente estudo visando a redução de custos com o embalamento da uva.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Evander D. M.; FEIJÓ, Jefferson L.; ROCHA, Carlos I. L.; SANTOS JUNIOR, Elcio C. dos S. Estudo de Tempos aplicado na industrialização de guaraná em pó: Uma abordagem voltada à análise da capacidade produtiva. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010, São Carlos. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_745_14752.pdf>. Acesso em: 26 de fev. de 2016.

ARAÚJO, Massilon J. **Fundamentos do agronegócio**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

AMARAL, Geisa V.; CONCEIÇÃO, Ronisson L. C.; MACEDO, Renato D.; PIRES, Mônica de M. O desempenho das exportações brasileiras de uva: uma análise da competitividade da região do Vale do São Francisco. In: V Semana do Economista & V Encontro de Egressos, 2015, Ilhéus. Disponível em <<http://www.uesc.br/eventos/vsemeconomista/anais/gt1-8.pdf>>. Acesso em: 24 de fev. de 2016.

BARNES, Ralph M. **Estudos de movimentos e tempos: projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blüncher, 1977.

BORGES, João P. V.; SOBRINHO, Josenildo de O.; BARBOSA, Robson F.; LIMA, Thales G. L. Planejamento e controle da produção de uma indústria de cataventos apoiado pelo gráfico de gantt: um estudo de caso. In: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_008_22665.pdf>. Acesso em: 25 de jan. de 2016.

BRASIL. Governo do Estado da Bahia. Secretaria de Ciência Tecnologia e Inovação. **Plano de desenvolvimento do APL de fruticultura do Vale do São Francisco – Bahia**. – Salvador - BA, mai. de 2008.

BRASIL. Governo do Estado do Paraná. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Fruticultura – Análise da Conjuntura Agropecuária**. Curitiba – PR, dez. de 2012.

CALADO, Robisom D.; LIMA, Paulo C.; CALARGE, Felipe A.; MULLER, Reiber A. **Metodologia de estudo de tempos para balanceamento de linha de montagem: utilizando a técnica de filmagem**. 3º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Joinville. Disponível em: <http://www.abcm.org.br/app/webroot/anais/cobef/2005/COF_163002067.pdf>. Acesso em: 18 de fev. de 2016.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; SILVA, Roberto da. **Metodologia científica**. 6.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

COSTA, Ingrid P. **Gestão de Projetos Aplicada à Gestão de Safra Vinícola Utilizando o Software MS Project**: Estudo de Caso em uma Empresa de Médio Porte. Trabalho de Conclusão de Curso – Colegiado de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2016.

DELEO, João P.; BOTEON, Margarete. **Gestão Sustentável da Viticultura no Vale do São Francisco**: De olho no consumidor brasileiro. Hortifruti Brasil, ano 11, nº118, São Paulo, Novembro de 2012.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**: MRPII/ERP: conceitos, uso e implementação. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

DUARTE NETO, Jorge de S.; **Análise do planejamento da capacidade utilizando a simulação : estudo de caso em uma indústria metalúrgica de Petrolina-PE**. Trabalho de Conclusão de Curso – Colegiado de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2010.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 24 de fev. de 2016.

FREITAS FILHO, Paulo J. **Introdução a Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações em Arena**. 2. ed. Florianópolis: visual Books, 2008.

GANGA, Gilberto M. D. **Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção**: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 25 de fev. de 2016a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE SIDRA**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201601.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201601.pdf)>. Acesso em: 25 de fev. de 2016b.

LEÃO, Éder L. de S. **Fluxo comercial do APL de fruticultura irrigada do Vale do Submédio do São Francisco – Pernambuco/Bahia**: Uma análise de aspectos socioeconômicos e das políticas. p. 159. Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011

LINHAR, Adriano; LUZZATTO, Elquier S. **Um protótipo de um sistema para a determinação da capacidade produtiva instalada com base em estudos de cronoanálise industrial para pequenas empresas**. p. 34 – 35. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011.

LIMA, Patrícia C. L.; **Uma análise da relação da certificação EUREPGAP/GLOBALGAP e o sistema de medição de desempenho**: Um estudo multicaso nas empresas exportadoras de frutas do Vale do São Francisco. Trabalho de Conclusão de Curso – Colegiado de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2012.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MARTINS, Roberto A.; MELLO, Carlos H.; TURRIONI, João B. **Guia para Elaboração de Monografia e TCC em Engenharia de Produção**. São Paulo: Atlas, 2014.

FERRAZ, Meriele R. **Simulação computacional para o controle semaforico**: Análise de uma interseção semaforizada na cidade de Petrolina-PE. Trabalho de Conclusão de Curso – Colegiado de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2012.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

OLIVEIRA, Charles M. G.; FONTENELLE, Maria A. M.; BEZERRA, Weverton, L. A. **Projeto de engenharia de métodos numa indústria de sorvetes: um estudo de caso.** VII Simpósio de Engenharia de Produção do Nordeste. 26 a 29 de junho de 2012. Mossoró-RN.

Oribe, Y. C.; Oliveira Neto, G.; Moraes, M. L.; Magalhães, V. F. **Avaliação da Capacidade de Produção Cronoanálise Industrial.** Apostila Qualypro, 2008.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007.

PEREIRA, Artur S.; **Simulação computacional para controle semafórico: Análise de uma interseção semaforizada na cidade de Juazeiro-BA.** Trabalho de Conclusão de Curso – Colegiado de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2015.

PERGHER, Isaac; VACCARO, Guilherme L.; PRADELLA, Maricelse. **Aplicação da simulação computacional para determinar a capacidade produtiva do processo de produção de pães: um estudo de caso.** *Produto & Produção*, v. 14, n. 1, p. 22-39, 2013.

PRADO, Darci. **Usando o arena em simulação.** 3. ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2003.

SAKAI, Gustavo K. **Estudo de tempos e métodos em uma linha de montagem de bicicletas ergométricas.** Trabalho de conclusão de curso, Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário Eurípides de Marília, Marília, 2014.

SANTOS, Cleiton E. do;..[et. al.]. **Anuário brasileiro da fruticultura 2013.** Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Quem São os Pequenos Negócios? Estudo e Pesquisas.** Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/entenda-as-diferencas-entre-microempresa-pequena-empresa-e-mei,03f5438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em 09 de julho de 2016.

SILVA, Jurandi G. da. **A integração e coordenação dos agentes públicos e privados na fruticultura irrigada no Polo Petrolina-PE/Juazeiro-BA, visando o mercado global.** p. 70. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

SILVA, Ana P. de S.; RIBEIRO, Esmeralda R.; MONTEIRO, Thais C.; LIMA, Cinthya E. P. **Estudo de Tempos: Estimação da capacidade Produtiva de uma fábrica de blocos de concreto de pequeno porte.** In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_227_26920.pdf>. Acesso em: 26 de fev. de 2016.

SHIMOMAEBARA, Giovani T. X.; FERREIRA, Fernanda B.; RIBEIRO, Roberto V. R.; MOREIRA, Diego D. N.; NETTO, Narley W. C. **Estudo de tempos aplicado no processamento de açaí: Uma abordagem voltada à análise de capacidade produtiva.** XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 13 a 16 de outubro de 2015. São Fortaleza-CE. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_227_26920.pdf>. Acesso em: 26 de fev. de 2016.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

STAUNDT, Francielly H.; COELHO, Antonio S.; Golçalves, Mirian B. Determinação da capacidade real necessária de um processo produtivo utilizando cadeia de Markov. **Revista Produção**, v 21, n. 4, p. 634-644, 2011.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VASCONCELOS NETO, Clóvis B. **Proposta de melhoria no sistema de atendimento público de uma agência da previdência social a partir da utilização de simulação computacional.** Trabalho de Conclusão de Curso – Colegiado de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2013.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Tabela de Tempos Cronometrados.

Tabela de Tempos Cronometrados.

Atividade	Tempos Coletados (segundos)																								
	1	2	3	4	5	6	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Montagem da Caixa	17	16	17	17	17	17	17	16	18	19	18	12	13	17	17	16	17	19	20	20	21	18	16	18	18
Seleção dos Cachos	92	49	82	84	77	64	77	54	35	37	85	71	91	79	75	86	79	93	71	82	49	54	71	77	70
Pesagem	58	39	18	19	31	44	19	13	27	58	45	37	50	54	28	27	21	43	32	36	20	49	32	39	30
Sacolagem	180	169	167	131	190	156	168	177	218	183	126	90	56	113	142	148	147	130	151	96	135	139	130	127	113
Preparação Inicial	78	86	50	70	62	53	51	45	66	47	57	63	56	35	58	51	55	60	66	67	68	64	69	56	73
Finalização e Paletização	33	36	29	27	23	32	27	32	25	28	19	24	23	34	21	22	18	21	19	23	24	22	21	27	20

ANEXO A – Tabelas Utilizadas para Cálculo do Fator de Tolerância.

Tabela de Tolerância Devido a Natureza da Atividade (T1)

Posição	Posição	Esforço Físico em Kg – Porcentagem de Descanso													
		0,1 a 1,0	1,1 a 3,0	3,1 a 6,0	6,1 a 10,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0	20,1 a 25,0	25,1 a 30,0	30,1 a 35,0	35,1 a 40,0	40,1 a 45,0	45,1 a 50,0	50,1 a 55,0	55,1 a 60,0
		8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
		11	12	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
		13	14	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37
		15	16	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
		17	18	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
		19	20	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43
		24	25	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
		26	27	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
		28	29	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
		33	34	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57
		40	41	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64

	De pé		Sentado		Inclinado para frente		De joelhos corpo na horizontal
	De pé com braço levantado		Inclinado, braços quase no chão		Deitado com costas para cima		Deitado com as costas para baixo

Tabela de Tolerância Devido a Duração do Ciclo (T2)

Duração do Ciclo (em minutos)	Descanso (%)
00,01 a 00,05	10,0
00,06 a 00,10	7,8
00,11 a 00,25	5,4
00,26 a 00,50	3,6
00,51 a 01,00	2,1
01,01 a 04,00	1,5
04,01 a 08,00	1,0
08,01 a 12,00	0,6
12,01 a 16,00	0,3
16,01 a cima	0,1
Tabela B – Percentual (%) de descanso devido a monotonia	

Tabela de Tolerância Devido ao Ambiente (T3)

Ambiente	Descanso (%)
Ruído intermitente	2
Ruído constante	4
Ruído constante e muito alto	5
Poeira	9
Gases	5
Iluminação abaixo do recomendado	2
Ilumi. muito abaixo do recomendado	5
Poço ou vala	5
Andaimes (pôr andar)	2
Alta tensão	2
Percentual (%) de descanso devido a agentes do ambiente	

Tabela de Tolerância Devido a Temperatura e Umidade (T4)

Temperatura Umidade	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
0				1,00	1,04	1,10	1,22	1,33	1,45	1,55	1,65	1,75	1,83	1,95	2,05
10				1,04	1,07	1,19	1,30	1,45	1,60	1,70	1,83	1,98	2,15	2,30	2,32
20			1,00	1,07	1,15	1,30	1,45	1,60	1,75	1,90	2,10	2,30	2,62	2,94	3,28
30			1,04	1,10	1,25	1,41	1,60	1,75	1,90	2,15	2,39	2,75	3,12	3,50	3,90
40		1,00	1,07	1,19	1,37	1,55	1,75	1,98	2,20	2,55	2,90	3,35	3,73	4,12	4,50
50		1,04	1,10	1,25	1,50	1,70	1,90	2,20	2,55	2,94	3,40	3,90	4,20	4,60	5,30
60		1,07	1,17	1,37	1,65	1,83	2,10	2,47	2,90	3,35	3,80	4,20	4,90	5,40	
70	1,00	1,10	1,25	1,50	1,75	2,00	2,36	2,80	3,35	3,90	4,30	5,40			
80	1,04	1,17	1,37	1,65	1,90	2,20	2,62	3,12	3,66	4,20	4,70	5,40			
90	1,07	1,23	1,45	1,75	2,06	2,47	3,00	3,50	4,00	4,60	5,10				
100	1,10	1,30	1,60	1,90	2,30	2,80	3,35	3,90	4,50	5,30					