

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM
SISTEMAS PRODUTIVOS

DANIEL FERNANDES DA SILVA

OTIMIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO AUTOMATIZADO DE PROCESSOS
PRODUTIVOS PELO USO DE SIMULAÇÃO DISCRETA

São Paulo
Fevereiro 2024

DANIEL FERNANDES DA SILVA

OTIMIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO AUTOMATIZADO DE PROCESSOS
PRODUTIVOS PELO USO DE SIMULAÇÃO DISCRETA

Dissertação apresentada como exigência parcial para o Exame de Qualificação no Programa de Mestrado Profissional em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos, sob a orientação do Prof. Dr. António César Galhardi

Linha de pesquisa: Gestão da Produção e Operações

São Paulo
Fevereiro 2024

FICHA ELABORADA PELA BIBLIOTECA NELSON ALVES VIANA
FATEC-SP / CPS
GRETHA ARAUJO FARIA CRB8-10879

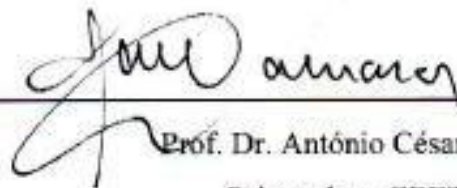
Silva, Daniel Fernandes da
A586o Otimização do abastecimento automatizado de processos produtivos pelo uso de simulação discreta / Daniel Fernandes da Silva. – São Paulo: CPS, 2024.
101 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Antonio César Galhardi
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2024.

1. Logística de produção. 2. Simulação. 3. Flexsim. 4. AGV. I. Galhardi, Antonio César. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

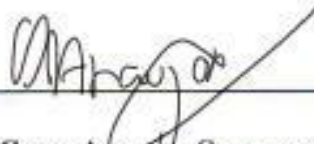
DANIEL FERNANDES DA SILVA

OTIMIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO AUTOMATIZADO DE PROCESSOS
PRODUTIVOS PELO USO DE SIMULAÇÃO DISCRETA



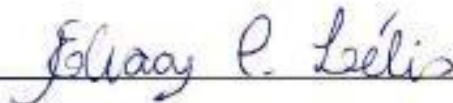
Prof. Dr. Antônio César Galhardi

Orientador - CEETEPS



Prof. Dr. Cesar Augusto Campos de Araujo

Examinador Externo - USP Esalq



Prof. Dra. Eliacy Cavalcanti Lélis

Examinadora Interna - CEETEPS

São Paulo, 27 de fevereiro de 2024

RESUMO

SILVA, D. F. **Otimização do abastecimento automatizado de processos produtivos pelo uso de simulação discreta**. 101 f. Dissertação Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2024.

Tecnologias recentes agrupadas sob o conceito de Indústria 4.0 têm despertado a atenção de empresas e governos pelo potencial de aumento da flexibilidade e eficiência de sistemas produtivos. Dentre essas tecnologias, destacam-se o uso de Simulação e de *Automated Guided Vehicles* (AGVs). A evolução dos softwares de simulação de processos traz funcionalidades adicionais a custos competitivos, ao mesmo tempo em que os torna mais intuitivos, o que favorece sua aplicação para avaliar alternativas operacionais para fluxos produtivos sem os riscos e custos decorrentes de testes em ambiente real. Por outro lado, a movimentação automatizada de materiais, já reconhecida por suas vantagens na execução de atividades repetitivas com maior confiabilidade e segurança, apresenta funcionalidades adicionais na gestão de fluxos viabilizada pela interconectividade com os processos que atende e com sistemas de controle e execução. Todavia, como aplicar simulação para desenvolver e melhorar o abastecimento automatizado de materiais para processos produtivos? O presente trabalho tem por objetivo apresentar um modelo para aplicação de simulação no desenvolvimento e melhoria do abastecimento automatizado de processos produtivos. A metodologia utilizada foi o *Design Science Research*, ao produzir conhecimento prescritivo na melhoria de um artefato já existente que soluciona um problema real. Os resultados da aplicação do modelo revelam a aplicabilidade do modelo proposto para introdução de AGVs apoiado por simulação de eventos discretos para melhoria do abastecimento de sistemas produtivos. A seleção de indicadores relevantes, a coleta de dados precisa e a escolha do software de simulação adequado são passos fundamentais no processo de modelagem. O estudo apresenta um exemplo prático de aplicação, no qual foram explorados quatro cenários alternativos de abastecimento utilizando AGVs.

Linha de pesquisa: Gestão da Produção e Operações.

Especialidade de pesquisa: Simulação de Eventos Discretos.

Palavras-chave: Logística de Produção. Simulação. Flexsim. AGV.

ABSTRACT

SILVA, D. F. **Optimization of automated production processes feeding using discrete simulation**. 101 p. Professional Master's Thesis in Management and Technology in Production Systems. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2024.

Recent technologies grouped under the concept of Industry 4.0 have attracted the attention of companies and governments due to their potential to increase the flexibility and efficiency of production systems. Among these technologies, the use of Simulation and Automated Guided Vehicles (AGVs) stand out. The evolution of process simulation software brings additional functionalities at competitive costs while making them more intuitive, which favors their application to evaluate operational alternatives for production flows without the risks and costs arising from testing in a real environment. On the other hand, automated material movement, already renowned for its advantages in carrying out repetitive activities with greater reliability and safety, presents additional functionalities in flow management made possible by interconnectivity with the processes it serves and with control and execution systems. But how can we apply simulation to develop and improve the automated supply of materials for production processes? The present work aims to present a model for applying simulation in the development and improvement of automated supply of production processes. The methodology used was Design Science Research, producing prescriptive knowledge to improve an existing artifact that solves a real problem. The results of applying the model reveal the applicability of the proposed model for introducing AGVs supported by discrete event simulation to improve the supply of production systems. Selecting relevant indicators, collecting accurate data, and choosing the appropriate simulation software are fundamental steps in the modeling process. The study presents a practical application example, in which four alternative supply scenarios using AGVs were explored.

Research stream: Production and Operations Management.

Research subject: Discrete Event Simulation.

Keywords: Production Logistics. Simulation. Flexsim. AGV.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características de posicionamento de materiais	19
Quadro 2 - Regras de priorização	26
Quadro 3 - Paradigmas de Simulação.....	29
Quadro 4 - Dados a serem coletados para simulação de movimentação de materiais.....	45
Quadro 5 - Comparativo de softwares de simulação	51
Quadro 6 - Relação de indicadores do Flexsim para avaliação de cenários	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuições dos tempos de processamento aplicadas no modelo de simulação ...	49
Tabela 2 - Parâmetros de movimentação	49
Tabela 3 - Comparativo dos resultados dos cenários.....	69
Tabela 4 - Retorno do investimento de implementação de movimentação automatizada	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização do trabalho	17
Figura 2 - Roteiro manual para escolha de opções de rota	23
Figura 3 - Agendamento de múltiplos AGVs baseado em sistemas <i>cyber</i> -físicos	27
Figura 4 - Estrutura de implementação de Sistemas <i>Cyber</i> -físicos para logística interna.....	27
Figura 5 - Impacto do uso de simulação no desenvolvimento de sistemas produtivos.....	30
Figura 6 - Etapas para execução de um projeto de Simulação.....	31
Figura 7 - AMR Automni	38
Figura 8 - Selettrack LS1000 da Selettra	38
Figura 9 - Método aplicado nesta pesquisa.....	39
Figura 10 - Itens relatados preferidos para revisões sistemáticas e meta-análises.....	40
Figura 11 - Aderência da distribuição Lognormal para os tempos de processo da Linha D....	42
Figura 12 - <i>Layout</i> do caso em estudo	45
Figura 13 - Distribuição dos tempos de processamento da Linha A	46
Figura 14 - Distribuição dos tempos de processamento da Linha B	47
Figura 15 - Distribuição dos tempos de processamento da Linha C	47
Figura 16 - Distribuição dos tempos de processamento da Linha D	48
Figura 17 - Distribuição dos tempos de processamento da Linha E.....	48
Figura 18 - <i>Softwares</i> de simulação utilizados em movimentação de materiais.....	50
Figura 19 - Lógica nativa do Flexsim para determinação de próximo trabalho de um AGV. 52	52
Figura 20 - Exemplo de <i>layout</i> 3D com ponte rolante e esteiras transportadores.....	52
Figura 21 - Exemplos de recursos de movimentação interna pré-parametrizados.....	55
Figura 22 - Introdução de variação estatística no tempo de processamento	56
Figura 23 - Janela de parametrização de AGV	59
Figura 24 - <i>Layout</i> da operação	61
Figura 25 - Resultados da simulação do cenário inicial	63
Figura 26 - <i>Layout</i> dos cenários alternativos	64
Figura 27 - Resultados do cenário 1	65
Figura 28 - Resultados do cenário 2	66
Figura 29 - Resultados do cenário 3	67
Figura 30 - Resultados do cenário 4	68

LISTA DE SIGLAS

AGV	<i>Autonomous Guided Vehicle</i>
AMR	<i>Autonomous Mobile Robots</i>
BOM	<i>Bill Of Materials</i>
CPS	<i>Cyber Physical System</i>
CR	<i>Critical Ratio</i>
DT	<i>Delivery Time</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
FIFO	<i>First In First Out</i>
HPT	<i>Highest Processing Time</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
LPT	<i>Lowest Processing Time</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
RPT	<i>Remaining Process Time</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RP	<i>Relative Priority</i>
SED	<i>Simulação de Eventos Discretos</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
Objetivo geral	14
Objetivos específicos	14
Justificativa	14
Resultados esperados	15
Método de pesquisa	16
Organização do trabalho	16
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
1.1 Movimentação interna	18
1.2 Simulação	28
1.3 AGVs	33
2 METODOLOGIA	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
3.1 Seleção de indicadores	43
3.2 Coleta de dados	44
3.3 Seleção do <i>software</i> de simulação	50
3.4 Representação do cenário inicial	53
3.5 Construção e seleção de cenários alternativos	57
3.6 Exemplo de aplicação	60
3.7 Análise de viabilidade financeira	69
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	73
ANEXOS	77

INTRODUÇÃO

No cenário contemporâneo dos sistemas produtivos, a eficiência operacional é um fator crucial para o sucesso das organizações. Dentro desse contexto, a movimentação interna de materiais desempenha um papel fundamental, com influência direta na produtividade, custos e sustentabilidade dos processos produtivos. A otimização de sistemas de movimentação de materiais não apenas resulta em ganhos tangíveis, como a redução de tempos de espera, minimização de desperdícios e aumento da capacidade produtiva, mas também contribui para a diminuição do impacto ambiental, ao reduzir consumo de recursos e emissões associadas.

Um sistema de movimentação interna com suas rotas de entrega pode ser comparado a um sistema cardiovascular (Kluska; Pawlewski, 2018). Conforme esta analogia, as rotas de abastecimento (artérias) entregam as peças (nutrientes), retiram os contêineres vazios e resíduos (veias), para manter os processos (células do corpo) saudáveis e abastecidos com o que precisam. Essas rotas captam as informações dos processos (células) para o departamento de planejamento e controle da produção (sistema nervoso) que orienta a distribuição de mais peças (nutrientes).

Atualmente, as indústrias enfrentam crescente complexidade, variações de demanda e diversidade de produtos como principais desafios para o fluxo de materiais. Para lidar com tais desafios, o sistema de movimentação interna é frequentemente superdimensionado para absorver variações (Bohács; Györváry; Gáspár, 2021).

O descompasso entre produção e logística interna leva a longas esperas, tempos ociosos e caos no fluxo de trabalho, conseqüentemente, reduz a produtividade e atrasa os pedidos. A imprevisibilidade de eventos como chegadas de novos pedidos urgentes, variação estocástica de tempos operacionais e quebras de equipamentos tornam a sincronia entre produção e logística interna ainda mais complexa (Li; Huang, 2021).

Falta de material ou entrega de materiais errados são problemas comuns observados na movimentação de materiais realizada por pessoas, pois estas podem facilmente se distrair ou se entediar em decorrência de altas frequências de repetição (Grijalva; Chávez; Camacho, 2018). Como a disponibilidade do material correto, na hora certa e no local certo é imprescindível para a manutenção de fluxo contínuo em um sistema produtivo, garantir a estabilidade da movimentação de materiais é importante.

A indústria 4.0, caracterizada por uma internet ubíqua e móvel, sensores mais poderosos, baratos e menores, inteligência artificial e aprendizado de máquina, é uma revolução industrial que se difere das demais pela interação entre as dimensões física e digital obtida pela fusão de diversas tecnologias recentemente disponibilizadas (Schwab; Miranda, 2018). Diferentes categorias de trabalho, particularmente aquelas que envolvem o trabalho mecânico repetitivo e o trabalho manual de precisão, já estão sendo automatizadas (Schwab; Miranda, 2018).

Dentre as principais características da indústria 4.0, Kluska e Pawlewski (2018), destacam uma manufatura mais digital e flexível, com estações de trabalho integradas aos demais recursos produtivos e de transporte. Neste contexto, a troca contínua de informações por meio de redes interconectadas melhora o equacionamento entre as necessidades e as disponibilidades imediatas, resultando em melhor aproveitamento de recursos. Ferramentas de simulação vêm sendo cada vez mais usadas para analisar dados de sistemas produtivos, possibilitando maior compreensão da interação entre as etapas.

Simulação é o processo de criar e experimentar um modelo matemático computadorizado de um sistema físico. Um sistema é definido como um conjunto de componentes interagentes que recebem entrada e fornecem saídas para algum propósito. Tradicionalmente, a simulação é usada para analisar sistemas e tomar decisões de gestão operacional (Chung, 2003).

Simular sistemas oferece as vantagens de replicar seu comportamento em um ambiente flexível e livre de riscos, com a possibilidade de realizar testes e avaliar seu impacto por meio de análises que suportam a tomada de decisão com previsibilidade de resultados. Sua aplicação é indicada para sistemas complexos, de modificação custosa ou que não admitam falhas.

Outra inovação tecnológica relacionada à Indústria 4.0 com aplicação direta na movimentação interna de materiais em sistemas produtivos são os veículos guiados autonomamente (AGVs, na sigla em inglês). Os AGVs podem ser projetados para diferentes finalidades, como transportar cargas pesadas, realizar movimentações em processos produtivos e coletar produtos em estoques ou filas. Eles podem seguir rotas pré-programadas, detectar obstáculos, otimizar trajetórias para economizar tempo e energia e se comunicar com sistemas de controle centralizados.

Os AGVs vem sendo cada vez mais utilizados em ambientes como fábricas, armazéns, centros de distribuição e outros locais onde é necessário o transporte de materiais de maneira eficiente e automatizada. Eles são equipados com sensores, sistemas de navegação, sistemas de controle e, em alguns casos, tecnologias como visão computacional, laser ou identificação por rádio frequência para identificar e interagir com o ambiente ao seu redor.

Esses veículos autônomos podem aumentar a eficiência operacional, reduzir erros humanos e evitar acidentes, tornando-os uma importante alternativa para movimentação de materiais.

Objetivo geral

Apresentar um modelo para aplicação de simulação na introdução de AGVs para abastecimento automatizado de processos produtivos em uma indústria alimentícia.

Objetivos específicos

- Selecionar indicadores de desempenho a partir da identificação da oportunidade a ser tratada;
- Coletar dados consistentes que permitam a construção de modelos simulados representativos;
- Selecionar um software de simulação adequado a logística interna;
- Sugerir a sequência de execução para construção de modelo representativo do estado inicial e de modelos alternativos;
- Testar o método a partir de sua aplicação em um processo existente;
- Avaliar a viabilidade econômica de se implementar a solução.

Justificativa

Movimentar materiais é essencial para a garantia da eficiência de processos e fluxos produtivos apesar de, na maioria dos casos, não agregar valor ao produto ou serviço. Ainda

assim, a movimentação e o tempo de espera compõem cerca de 85% do tempo de travessia por um fluxo produtivo (Krä; Hörbrand; Schilp, 2019).

Empresas precisam inovar para se manterem competitivas. Estratégias focadas apenas na redução de custos tendem a serem menos eficazes do que aquelas que se baseiam na oferta de produtos e serviços inovadores (Schwab; Miranda, 2018).

O uso de simulação vem sendo discutido no contexto da indústria 4.0 como uma das principais oportunidades para melhoria da competitividade manufatureira (Kaiblinger; Woschank, 2022). A interação rápida e precisa entre homem, ambiente, software e máquinas caracteriza a indústria 4.0 (Assis; Lage Jr., 2022).

Tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), os sistemas AGV e a simulação de processos tem merecido destaque no âmbito da indústria 4.0 (Mayr *et al.*, 2018).

A coordenação da rotina dos processos e roteamento de AGVs tem merecido destaque, dado o aumento da quantidade de artigos publicados entre 2017 e 2020. relacionadas a AGVs e simulação. Em uma revisão sistemática da literatura conduzida por Assis e Lage Jr. (2022) nas bases Scopus e Web of Science foi observado um aumento constante de publicações relacionadas a AGVs e simulação, o que caracteriza crescente interesse na sinergia dos temas, especialmente com relação a roteamento e coordenação entre AGVs e processos.

Usar simulação para solucionar problemas de movimentação interna traz maior segurança para antever e corrigir eventuais problemas antes da implementação de sistemas automatizados, que tendem a ser mais custosos. Diferentemente de alterações mais simples, que possam ser prontamente testadas no ambiente real, a implementação de AGVs requer maior assertividade já que mudanças realizadas após a implementação como, por exemplo, a necessidade imprevista de mais veículos, podem inviabilizar o projeto.

Resultados esperados

Estabelecer um *Road Map* para aplicar simulação na solução de problemas de movimentação de materiais para abastecimento de sistemas produtivos, a partir da busca de fluxos contínuos com o menor nível de interrupções por falta de material nos processos.

Método de pesquisa

A presente pesquisa está baseada nos seguintes princípios:

Quanto a finalidade, trata-se de uma pesquisa aplicada pois seus resultados são aplicados para solução de um problema real.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória que busca alternativas adequadas para abastecimento de processos produtivos com uso de simulação.

As hipóteses levantadas nessa pesquisa podem ser corroboradas conforme o método hipotético-dedutivo proposto por Popper (2013) ao perceber problemas no conhecimento existente que permitem a formulação de hipóteses a serem testadas pela técnica do falseamento.

Nesta pesquisa são apresentadas tanto avaliações subjetivas quanto ferramentas e técnicas para análise de dados, o que caracteriza a abordagem qualiquantitativa.

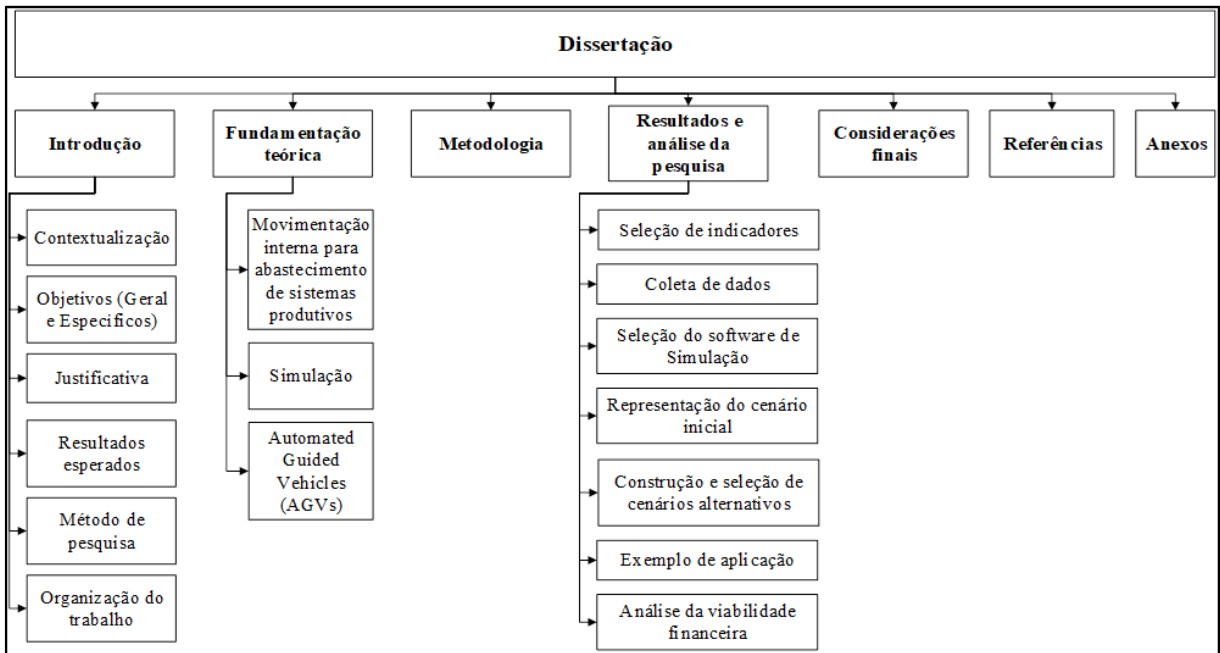
Os procedimentos aplicados partiram da identificação de oportunidades introduzidas pelo conceito de Indústria 4.0 proposto por Schwab e Miranda (2018) aplicados na solução de problemas de movimentação de materiais em sistemas produtivos.

A busca de uma solução com aplicação prática encontrou no método *Design Science Research* (DSR) a possibilidade de desenvolvimento de artefatos testáveis e generalizáveis.

Organização do trabalho

A estrutura da dissertação, ilustrada pela Figura 1, divide-se em quatro seções. Na seção subsequente, é apresentado um levantamento da literatura atual, que aborda os principais desafios enfrentados na movimentação interna de materiais, no uso de simulação para melhoria de logística interna e da aplicação de AGVs em sistemas produtivos. A seção 2 aborda o método *Design Science Research* aplicado neste estudo, o método para filtragem de publicações, a indústria alimentícia onde esta pesquisa foi conduzida e o método para classificação das distribuições estatísticas dos tempos de processo. Na seção 3, o modelo é descrito, destacando as etapas de implementação bem como a aplicação prática realizada em um ambiente real de uma indústria alimentícia, bem como os ganhos obtidos. Por fim, na quarta seção são considerados os resultados encontrados, com destaque para as vantagens do modelo e sugestão para pesquisas futuras.

Figura 1 - Organização do trabalho



Fonte: o autor (2024)

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados os principais referenciais teóricos sobre Movimentação Interna para Abastecimento de Sistemas Produtivos, Simulação e AGVs.

1.1 Movimentação interna

A função da logística interna é garantir a disponibilidade de mercadorias, na quantidade certa, no lugar certo, na hora certa, para o cliente certo e com o custo certo. No entanto, a mudança de paradigma causada pela Indústria 4.0 traz mudanças fundamentais no fluxo de informação que rege a logística interna. Como resultado, a logística se torna mais intimamente integrada na cadeia de valor (Schuh *et al.*, 2020).

Antes de melhorar a movimentação de materiais, que normalmente não agrega valor ao produto, é importante esgotar as possibilidades de eliminação da necessidade da movimentação por meio de melhorias no layout, que aproximem os processos consecutivos e priorize os fluxos de maior intensidade, em busca de um fluxo contínuo.

Atualmente, diversos tipos de transporte estão disponíveis para movimentação de materiais na manufatura. Tecnologias de transporte contínuo já em operação, como transportadores de correia dupla, transportadores de rolos, sistemas aéreos de monotrilha e no nível do solo, têm sido aplicados principalmente no setor automotivo, em empresas de produtos eletrônicos e de serviços de logística. A principal desvantagem desses sistemas é sua inflexibilidade no roteamento. No caso de transportadores com trilhos suspensos, uma mudança de rota pode ser extremamente custosa. Já os transportadores no nível do chão geralmente são realizados sem trilhos, permitindo maior flexibilidade em relação a rotas e pontos de entrega. Os sistemas de transporte em campo aberto compreendem grande variedade de veículos manuais e automatizados (Scholz *et al.*, 2018).

O conceito de abastecimento de linhas de produção automotivas contemporâneas baseia-se no princípio de local de armazenamento fixo, o que significa que uma posição exclusiva na área de armazenagem é definida para cada item. Desta forma, a quantidade de material e o número de diferentes variantes que podem ser fornecidas na linha é limitado por restrições de espaço. A crescente variedade de materiais e escassez de espaço reforça uma

tendência de fornecimento de lotes cada vez menores, abastecidos conforme a sequência de produção programada, principalmente para componentes maiores (Fries; Wiendahl; Assadi, 2020).

O tamanho do lote de produção e o tamanho do lote de transferência impactam diretamente no *lead time* de produção e, por consequência, no atendimento ao cliente. No entanto, com frequência a movimentação de materiais ao longo do fluxo de valor tem seu tamanho de lote de transferência equivocadamente igualado ao tamanho do lote de produção. O tamanho do lote de produção tem como fator determinante a flexibilidade do processo, enquanto o lote de transferência precisa considerar as restrições dos recursos de movimentação. (Ghinato, 2018).

Quanto menor o tamanho do lote de transferência, maior será a frequência necessária para transportá-lo. Em contrapartida, o tempo de percurso diminui, uma vez que o tempo para composição do lote de transferência é inversamente proporcional ao seu tamanho.

Dividir o lote de produção em pequenos lotes de transferência, no limite, unitários, promove a redução do tempo de espera e a necessidade de espaço entre processos, mesmo com lotes de produção maiores. Essa redução do tempo de espera para composição do lote de transferência acarreta a redução do tempo total de atravessamento. Com menos materiais aguardando a formação do lote de transferência, a quantidade total de material em processo também diminui.

A localização dos materiais tem grande influência na movimentação interna. Fries; Wiendahl; Assadi (2020) apontaram suas principais vantagens e desvantagens (Quadro 1).

Quadro 1 - Características de posicionamento de materiais

Local do estoque	Vantagem	Desvantagem
Descentralizado, no ponto de uso.	Proximidade do ponto de uso. Separação facilitada por transição de responsabilidade.	Flexibilidade limitada.
Descentralizado, em estoque próximo ao ponto de uso.	Abastecimento simultâneo de diversos processos. Poucas mudanças no ponto de uso.	Maior esforço de movimentação. Ocupação de espaço próximo ao ponto de uso.
Estoque central.	Controle do fluxo de material simplificado. Baixa ocupação de espaço próximo ao ponto de uso.	Maiores distâncias entre estoque e ponto de uso. Alto esforço de movimentação.
Descentralizado e dinâmico	Flexibilidade de abastecimento entre pontos de uso.	Necessidade de mais recursos de movimentação.

Fonte: Adaptado de Fries, Wiendahl e Assadi (2020)

A alternativa de posicionamento descentralizado nos pontos de uso é conveniente quando se deseja diminuir o esforço de movimentação, com a possibilidade de manter uma baixa frequência de reposição. Posicionar estoques descentralizados próximos ao ponto de uso pode ser útil para estações de trabalho que precisam lidar com ampla variedade de componentes, mas é uma alternativa limitada para componentes maiores. O conceito de estoque central só é possível se os materiais forem para a linha de produção já sequenciados. Já no conceito descentralizado e dinâmico, o material se move em conjunto com o produto em transformação. Esta alternativa é viável se o conjunto de materiais abastecidos atende aos diversos processos que o produto passa (Fries, Wiendahl, Assadi, 2020).

Indicadores para sistemas de movimentação podem ser classificados por área de interesse, como, por exemplo, produção, logística e qualidade. Podem ainda serem divididos por níveis, onde métricas de baixo nível, como quantidade de estoque, permitem o cálculo de métricas de nível médio, como por exemplo quantidade produzida e assim por diante. Entretanto é comum que as empresas adaptem estes conceitos para sua própria necessidade (Siedler; Langlotz; Aurich, 2020).

Por meio de uma *survey* conduzida em 24 empresas de propriedade estrangeira instaladas nas três principais regiões industriais da China, Yang *et al.* (2019) identificaram sete indicadores para avaliar sua importância relativa na seleção de automação inteligente: Eficiência Global de Equipamento (OEE), Produtividade, Custo de Qualidade, Satisfação do Cliente, Custo de Gestão de Inventário, Estoque e Eficiência de Tomada de Decisão.

Em uma proposta para gestão descentralizada de transporte interno automatizado, Draganjac, *et al.* (2020) propuseram a avaliação da logística interna a partir dos seguintes indicadores: Taxa de transferência, Tempo total de movimentação, Tempo útil de movimentação, Tempo de espera dos recursos de movimentação, Distância percorrida total, Distância percorrida na rota e Distância percorrida para evitar obstáculos.

Ao propor um modelo de pistas para evitar conflitos em roteamento de veículos livres, Reith, Rank e Schmidt (2021) propuseram os indicadores de rendimento, Distâncias de viagem, Tempos de transporte, Tempos de congestionamento e Número de conflitos para avaliar o planejamento da rota.

A partir de uma pesquisa da literatura, Wior, Jerez e Fay (2018) sugeriram as seguintes dimensões para avaliação e comparação de diferentes sistemas de movimentação de materiais:

- Taxa de saída do sistema;
- Taxa de saída do sistema de transporte;
- Utilização de recursos produtivos;
- Utilização de recursos de transporte;
- Quantidade necessária de material em processo;
- Tempos de espera (A);
- Tempos de transporte (B);
- Tempo de entrega (A + B);
- Tempo de percurso (A + B + tempos de processo);
- Previsibilidade do tempo de entrega;
- Flexibilidade (adaptabilidade a mudanças de rota e de *layout*);
- Robustez (adaptabilidade a interrupções);
- Capacidade de transporte;
- Capacidade de armazenamento;
- Velocidade de transporte;
- Distância de rota;
- Complexidade de controle;
- Facilidade de ampliação;
- Ocupação de espaço físico;
- Problemas de congestionamento;
- Custos de investimento;
- Custos operacionais.

Já Fries; Wiendahl e Assadi (2020) propuseram a medição de: Velocidade, Variabilidade, Qualidade e Eficiência econômica para avaliar o desempenho de fornecimento flexível de materiais para produções matriciais. Ao avaliar seu modelo de sincronia entre produção e movimentação interna, Li e Huang (2021) propuseram o uso de Indicadores de ordens atrasadas, Atraso total, Tempo de percurso médio e Tempo total de espera.

Rotas são caminhos ou percursos estabelecidos, padronizados e facilmente identificáveis, ao longo dos quais devem fluir materiais. Essas rotas padronizadas visam as menores distâncias entre etapas de processos, as menores incidências de cruzamentos e contrafluxos em busca do menor tempo de travessia possível, o que favorece o aproveitamento dos recursos (Ghinato, 2018).

Ainda segundo Ghinato (2018), as rotas podem ser de dois tipos: táxi ou ônibus. Nas rotas do tipo táxi o transporte é efetuado mediante solicitação a partir de uma necessidade imediata. Essa modalidade é caracterizada por sua flexibilidade e agilidade ainda que os custos relacionados tendam a ser maiores devido à baixa eficiência uma vez que o recurso de transporte fica ocioso até que seja solicitado. Já nas rotas do tipo ônibus o transporte ocorre a partir de um roteiro com pontos de parada pré-definidos que se repetem em um ciclo contínuo. A gestão desse tipo de rota é simplificada e tende a ser mais eficiente e menos custosa, desde que haja regularidade nos processos atendidos.

Algoritmos de planejamento de rotas que seguem critérios objetivos como o caminho mais curto geralmente obtém resultados satisfatórios, entretanto outros algoritmos mais rápidos como o *AStar* tem sido amplamente utilizados para planejamento de rotas (Grijalva; Chávez; Camacho, 2018).

Grijalva, Chávez e Camacho (2018) propuseram e testaram um sistema que seleciona rotas mais rápidas para abastecimento de uma linha de produção de veículos comerciais. Seu sistema é capaz de construir todas as rotas possíveis, evitando obstáculos físicos e colisões com outros robôs, além de selecionar a rota mais rápida e definir o momento de iniciar uma nova entrega enquanto coordena todos os robôs. Segundo os autores, pré-definir as rotas principais reduz o tempo de processamento do cálculo da rota, tornando possível a execução de simulações preditivas, o que por sua vez viabiliza a atribuição da rota mais rápida para o robô de entrega.

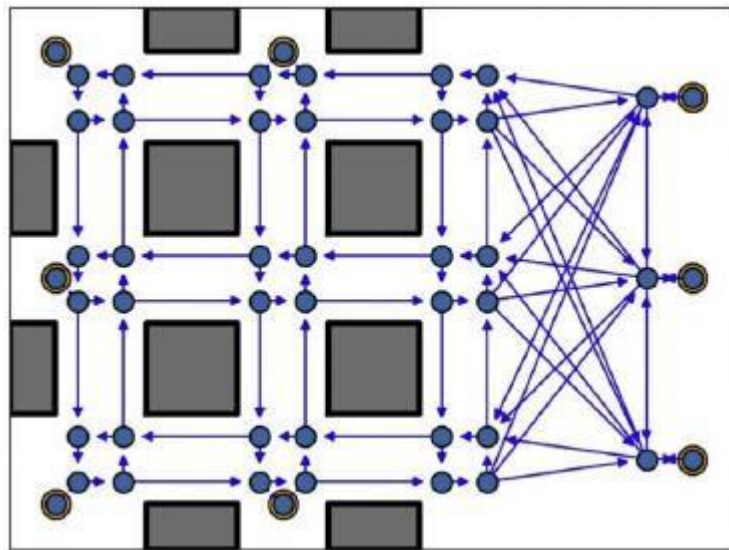
Quando a movimentação de materiais é realizada por diversos veículos que compartilham o mesmo espaço, um planejamento de rotas baseado apenas na rota mais curta pode levar a conflitos de rota, uma vez que os veículos são mais propensos a se encontrarem em gargalos: regiões centrais de *layout* ou atalhos. Assim, os conflitos precisam ser resolvidos por uma coordenação de movimento dinâmico (Reith; Rank; Schmidt, 2021).

A maior parte das abordagens de roteamento para veículos livres passa pelas etapas de planejamento de rota e coordenação de movimento. O planejamento de rota consiste na identificação de uma rota viável, normalmente a mais curta possível, para um determinado destino, levando em consideração apenas informações do *layout*. A coordenação do movimento trata do ajuste da rota planejada devido a conflitos com outros veículos, congestionamento ou

impasses, e, portanto, concentra-se em aspectos dinâmicos. Esta combinação está presente tanto em abordagens descentralizadas, onde os veículos percorrem o caminho mais curto para posteriormente executarem uma coordenação de movimento que evita conflitos ou com abordagens centralizadas onde o caminho mais curto para o destino serve como uma solução inicial para cálculos adicionais posteriores. (Reith; Rank; Schmidt, 2021).

Para minimizar conflitos em ambientes com diversos recursos de movimentação compartilhando o mesmo espaço, Reith, Rank e Schmidt (2021) propuseram caminhos com mão única em áreas mais estreitas e caminhos de duas mãos unidirecionais quando a largura do corredor permite duas pistas paralelas. Em pontos de conflito, como cruzamentos, os autores aplicaram círculos unidirecionais para simplificar a negociação de rotas entre os veículos. As demais áreas permaneceram com sentido e direção livres para facilitar a obtenção do caminho mais curto. Os autores ilustraram esta abordagem na Figura 2.

Figura 2 - Roteiro manual para escolha de opções de rota



Fonte: Reith, Rank e Schimdt, (2021, p.106)

Essa solução, que serve de ponto de partida para outras abordagens propostas pelos autores, é a mais simples e apresenta resultados muito próximos às demais abordagens propostas quando houver até quinze veículos operando simultaneamente no mesmo ambiente.

Rotinas são as sequências de atividades de manipulação do ente que flui, executadas ciclicamente, de forma a garantir o fluxo pelas rotas, no ritmo necessário. As Rotinas de Movimentação padronizadas são executadas por agentes de fluxo, que podem ser operadores ou outros recursos capazes de cumprir a rotina, pelas rotas e de acordo com o ritmo, como os AGVs (Ghinato, 2018).

Segundo Urru, Bonini e Echelmeyer (2018) rotinas de movimentação podem ser acopladas ou desacopladas:

- Acoplada: quando o carregamento do meio de transporte e entrega são executados por um agente de fluxo (operador de rota, alimentador ou movimentador).
- Desacoplada: quando um recurso transporta e entrega as peças, enquanto outro recurso executa o trabalho de carregamento do meio de transporte para o próximo ciclo de abastecimento do processo.

No caso de sistemas mais complexos, com vários processos sendo abastecidos, a rota desacoplada tende a oferecer maior produtividade do contingente logístico envolvido no circuito caso um único separador possa atender diversos destinos de rota (Urru, Boninni, Echelmeyer, 2018). Exemplo de divisão do abastecimento para desacoplamento:

- Carregamento do meio de transporte, ou kit de abastecimento, de acordo com a solicitação: carregar e retornar caixas vazias, obter autorização de abastecimento, tais como as ordens de produção ou cartões *kanban*, montar o *kit* de abastecimento.
- Transporte e entrega: deslocar o meio de transporte, abastecer os pontos de uso tais como prateleiras ou *flow-racks*, recolher caixas vazias, recolher instruções de movimentação e/ou de produção tais como cartões *kanban*.

Rotinas de abastecimento podem ser acionadas por um intervalo de tempo fixo ou por uma quantidade consumida fixa (Ghinato, 2018). No primeiro caso, a rotina é disparada independentemente da quantidade consumida. A cada ciclo o movimentador percorre a rota com toda gama de materiais necessários para abastecê-la, deixando contêineres cheios nos pontos de entrega onde houve consumo e coletando os contêineres vazios. No segundo caso, mediante sinalização, o processo consumidor solicita a reposição de uma quantidade fixa de material consumido. Esta solicitação pode ser atendida imediatamente ou entra em uma fila que agrupa, prioriza e roteiriza outras solicitações para atendimento oportuno.

Rotinas de Tempo-Fixo e Quantidade-Variável favorecem a eficiência dos processos em detrimento da eficiência dos recursos de movimentação, dado que ciclos de abastecimento são disparados independentemente da necessidade. Essa rotina tende a aumentar a necessidade de recursos de movimentação para compensar essa ineficiência. Já as rotinas de Quantidade- Fixa e Tempo-Variável tendem a ser mais eficientes sob o ponto de vista do movimentador uma vez que a lista de tarefas pode ser otimizada segundo critérios pré-estabelecidos para determinação da melhor rota e momento de entrega. Entretanto, em momentos de pico, quando vários processos realizam solicitações em curto intervalo de tempo, pode haver sobrecarga do recurso de movimentação. Essa rotina tende a aumentar a quantidade de material em fila para compensar restrições do movimentador (Monden, *et al.*, 2014).

Segundo Yan, Zhang e Fu (2019) a programação das rotinas de um AGV requer informações de entrada para obtenção de informações de saída conforme a seguir:

Informações de entrada:

- Material: tipo, quantidade e prazo de entrega;
- Meio Ambiente: rota, obstáculo, local de origem e destino;
- Status dos AGVs: tensão, velocidade, carga e localização.

Informações de saída:

- Esquema de Agendamento: rota otimizada e atribuição de tarefas;
- Eficiência de Tratamento: distância e tempo de ciclo.

O sequenciamento envolve a determinação da ordem em que as tarefas devem ser executadas para otimizar o fluxo de trabalho, minimizar os tempos de espera e maximizar a eficiência do fluxo. Existem várias regras de priorização que podem ser aplicadas, dependendo do contexto. Regras de priorização mais aplicadas podem ser visualizadas no Quadro 2.

A escolha da regra de priorização depende de metas específicas da produção, das restrições do sistema e dos objetivos estratégicos da empresa. Muitas vezes, uma abordagem combinada que leva em consideração várias regras ou critérios pode resultar em um sequenciamento mais equilibrado e eficiente.

Quadro 2 - Regras de priorização

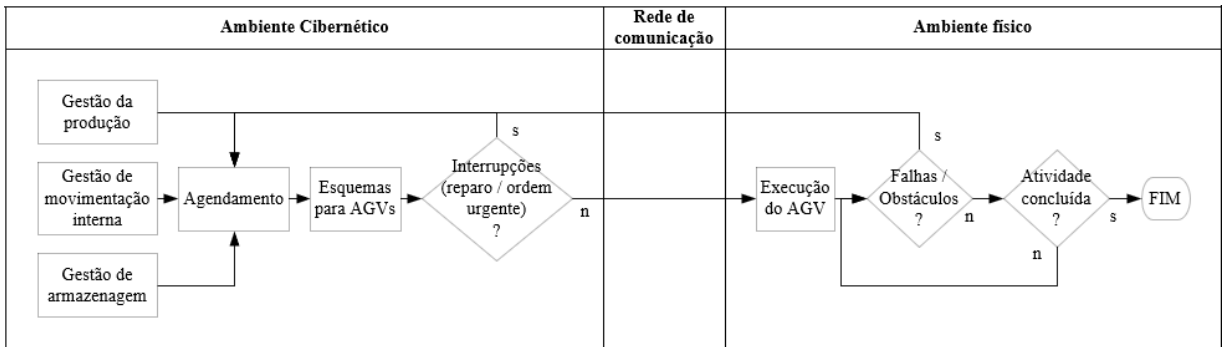
Regra de priorização	Descrição	Vantagens	Desvantagens	Aplicações
Primeiro que entra, primeiro que sai (FIFO)	É a regra mais simples. Como o próprio nome diz, prioriza por ordem de chegada.	Simplicidade de interpretação, execução e controle. Tende a resultar no menor tempo de espera médio do ente que flui.	Desconsidera urgências, prazos distintos e tempos de processamento e transporte a jusante no fluxo.	Aplicada em sistemas de fila de atendimento ao cliente, gestão de estoques de produtos perecíveis e produção.
Menor Tempo de Processamento (LPT)	Prioriza as tarefas ou itens que têm o menor tempo de processamento. É útil quando o objetivo é minimizar o tempo total ou maximizar a taxa de conclusão (Johnson, 1954).	Minimiza o tempo total de produção, proporciona um fluxo de trabalho mais rápido e pode ajudar a evitar gargalos.	Pode resultar em atrasos para tarefas mais longas, o que pode afetar prazos de entrega. Tarefas maiores podem ficar esperando tarefas menores serem concluídas.	Manufatura, processamento de pedidos, linhas de produção.
Maior Tempo de Processamento (HPT)	Prioriza as tarefas ou itens com o maior tempo de processamento. Pode ser usada para equilibrar o carregamento de recursos e evitar gargalos (Baker; Kanet, 1981).	Ajuda a equilibrar o carregamento de recursos, reduzindo o risco de gargalos em tarefas mais longas.	Pode aumentar os tempos de espera para tarefas menores, causando atrasos globais.	Linhas de produção, processamento de lotes, alocação de recursos em projetos.
Tempo de Processamento Restante (RPT)	Prioriza as tarefas ou itens com o menor tempo restante de processamento. Ajuda a minimizar o tempo de conclusão das tarefas em andamento (Baker; Bertrand; Kanet, 1983).	Reduz o tempo de conclusão das tarefas em andamento, ajuda a evitar a acumulação de atrasos e melhora a previsibilidade.	Pode causar interrupções frequentes nas tarefas, levando a maior consumo de recursos com a troca de contexto.	Processos de produção em que as tarefas podem ser interrompidas e retomadas com maior facilidade.
Tempo para a Entrega (DT)	Prioriza as tarefas ou itens com os prazos de entrega mais próximos. É útil quando a pontualidade na entrega é crucial (Hall, Sriskandarajah, 1991).	Garante o cumprimento dos prazos de entrega, o que é crucial para a satisfação do cliente e a gestão da reputação.	Pode resultar em subutilização de recursos se tarefas com prazos mais longos forem constantemente postergadas em favor das urgentes	Processos de produção com prazos estritos, como processamento de pedidos urgentes.
Prioridade Relativa (RP)	Atribui prioridades com base em critérios definidos, como valor do pedido, lucratividade ou complexidade. Pode ser adaptada para atender a requisitos específicos do negócio (Nahmias 1997).	Permite a adaptação às necessidades específicas do negócio, considerando critérios personalizados.	Requer uma definição clara e precisa de critérios de priorização, o que pode ser subjetivo ou complicado de avaliar.	Processos de produção personalizados, fabricação sob encomenda.
Razão crítica (CR)	Prioriza as tarefas com base na relação entre o tempo restante para a entrega prometida e o tempo necessário para concluir a tarefa (Herroelen, Leus, Demeulemeester, 2002).	Leva em consideração tanto o tempo restante quanto a complexidade das tarefas, proporcionando um equilíbrio entre os dois fatores.	Requer informações precisas sobre os tempos de processamento e os prazos de entrega, o que pode ser difícil de obter em algumas situações.	Projetos com várias tarefas, onde a priorização leva em consideração tanto o tempo restante quanto a complexidade das tarefas.

Fonte: o autor (2024)

Gestores geralmente tomam decisões de sequenciamento em um intervalo de tempo maior. Já os operadores frequentemente precisam decidir qual ente processar em tempo real. Portanto, para obter sincronia, é necessário projetar um mecanismo de priorização e sequenciamento que possa acomodar diferentes janelas de tempo. Para o nível de planejamento, a programação matemática agrupada pode ser aplicada. Já para o nível de execução e controle, que ocorre basicamente em tempo real, a tomada de decisão apoiada por algoritmos computacionais tende a ser mais adequada (Li; Huang, 2021).

Yan; Zhang e Fu (2019) desenvolveram algoritmos para atribuir tarefas e gerar os esquemas de rotas dos AGVs a partir de três módulos: gestão da produção, gestão da movimentação interna e gestão de armazenamento, conforme ilustrado pela Figura 3.

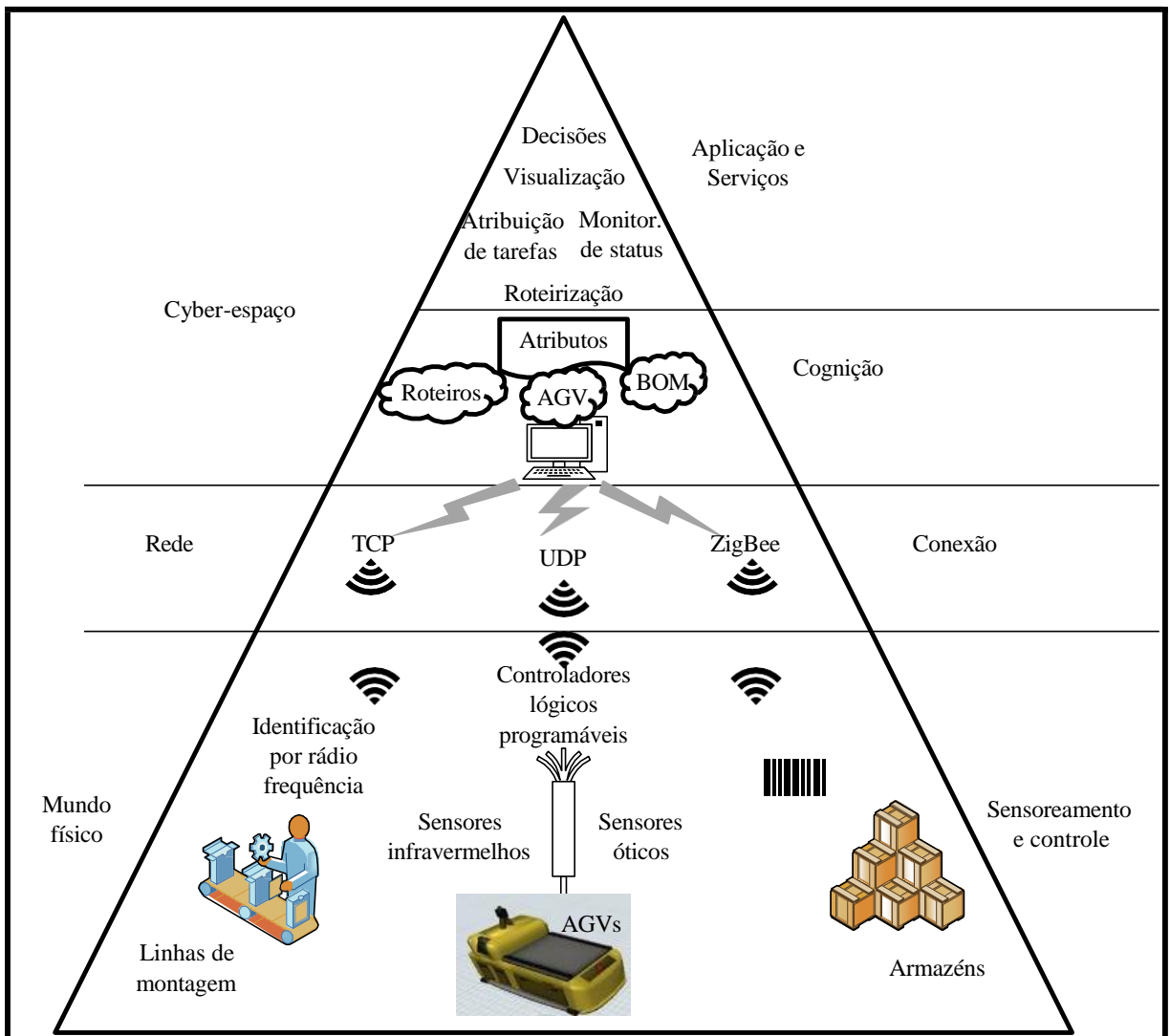
Figura 3 – Modelo de roteamento de AGVs baseado em sistemas *cyber*-físicos



Fonte: Adaptado de Yan; Zhang e Fu (2019)

Para lidar com a implementação de sistemas *cyber*-físicos voltados para logística interna, Yan; Zhang e Fu, (2019) propuseram uma estrutura dividida em 4 níveis que é apresentada na Figura 4.

Figura 4 - Estrutura de implementação de Sistemas *Cyber*-físicos para logística interna



Fonte: Adaptado de Yan; Zhang e Fu (2019)

O primeiro nível coleta os dados de matérias-primas e produtos por meio de sensores como, por exemplo, identificação por rádio frequência (RFID, na sigla em inglês) ou códigos de barras. Informações sobre recursos de produção são capturados por controladores lógicos programáveis e câmeras leem a posição dos AGVs. O segundo nível é composto pela rede que conecta o mundo físico ao espaço cibernético de forma interativa por meio de protocolos de transferência como TCP, UDP e Zigbee. Enquanto isso, os dados são armazenados no terceiro nível, de cognição, onde são conduzidas análises e verificações que suportam as aplicações e serviços autônomos, fechando o circuito no quarto e último nível. Essas aplicações apoiam a logística interna com algoritmos inteligentes e aprendizado de máquina ao distribuir as tarefas para os recursos de movimentação e de produção.

1.2 Simulação

A reprodução do comportamento de um sistema usando um modelo que descreva seus processos é chamada de simulação (Krajewski *et al.*, 2018).

Desenvolvida há mais de 70 anos, a simulação de eventos discretos ainda é o principal método para compreender e simular sistemas complexos (Gunal, 2019).

Simulações podem ser utilizadas para avaliar sistemas de forma objetiva, fornecendo informações sobre configurações ideais em diversas aplicações como logística, transporte, dimensionamento de mão de obra, produtividade e investimentos de capital (Sturrock, 2019).

Por um lado, a simulação trata da modelagem, do entendimento do comportamento, da identificação e das possíveis consequências de mudanças em um sistema. Por outro lado, ela também serve para testar alternativas antes de tomar decisões sobre alocação de recursos (Kluska; Pawlewski, 2018).

Quando modelos de simulação representam um ponto específico no tempo, são denominados modelos estáticos. Já os modelos dinâmicos referem-se a modelos que representam o comportamento de um sistema ao longo de um determinado período (Machado, 2021).

Simulações podem ser discretas, quando as variáveis de interesse se alteram em instantes identificáveis no tempo, mas também podem ser contínuas, quando as variáveis de interesse se alteram continuamente ao longo do tempo. As variáveis de interesse podem ser determinísticas, ou seja, não se alteram ao longo do tempo ou estocásticas, quando variam conforme uma distribuição estatística (Machado, 2021).

Simulações possibilitam a seleção de uma configuração otimizada para uma dada situação, como o número de veículos de transporte, a melhor direção de deslocamento entre estações de trabalho que requeiram movimentação em circuito fechado e a quantidade ideal de material em processo nas filas entre processos (Klosowski; Gola; Amila, 2018). A implementação de um modelo previamente testado em ambiente de simulação permite maior segurança pois antecipa a identificação e a correção de falhas, importantes vantagens do método, que se apresenta como técnica consistente na pesquisa e desenvolvimento de sistemas de controle modernos.

Conforme a situação, diferentes paradigmas de simulação podem ser empregados. Os principais paradigmas de simulação são a Simulação de Eventos Discretos (SED), Modelagem Baseada em Agentes e Dinâmicas de Sistema. O Quadro 3 indica as relações entre as classes e os paradigmas de simulação.

Quadro 3 - Paradigmas de Simulação

Classe	Simulação de Eventos Discretos	Modelagem Baseada em Agentes	Dinâmicas de Sistema
Continuidade	Discreta	Discreta	Contínua
Foco	Processo	Agente	Variáveis
Natureza	Prescritiva (e se?)	Descritiva (lógica do agente)	Descritiva (Racionalidade limitada)
Objetivos	Encontrar gargalos	Identificar comportamentos	Identificar tendências
Variável	Estocástica	Estocástica / Determinística	Determinística
Exemplo	Gestão de processos	Ciências Sociais, Economia, Combate	Estratégia, Psicologia

Fonte: Adaptado de Machado (2021)

Para atingir o objetivo da presente pesquisa o paradigma de simulação mais indicado é a SED, portanto esse estudo não aborda conceitos relativos aos demais paradigmas.

A SED percebe o efeito de cada elemento individual no sistema como um todo. Geralmente, a simulação é usada para modelar processos produtivos em um nível operacional ou tático (Yang *et al.*, 2019). Métodos baseados em eventos discretos e modelagem de agentes são de interesse por sua aplicação no nível tático, mas sobretudo no nível operacional (Kluska; Pawlewski, 2018).

A SED parte de uma abordagem baseada em processos, em que o fluxo de entes entre processos resulta da demanda por recursos. O ente que flui solicita o recurso que, se estiver indisponível, sujeita o ente a espera, acarretando o surgimento de uma fila. Se estiver disponível, o recurso recebe o ente e o submete ao tempo de processamento ou transporte previamente definido até liberá-lo para a próxima etapa (Kluska; Pawlewski, 2018).

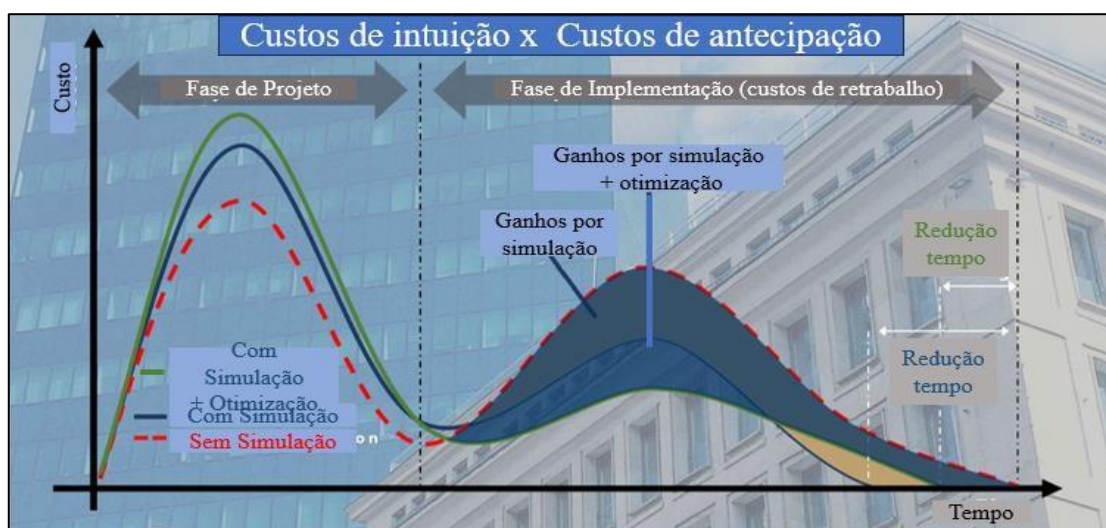
Krajewski *et al.* (2018) recomendam o uso de simulação quando a relação entre as variáveis não é linear ou quando abordagens de otimização envolvem muitas variáveis e/ou restrições para equacionar. Sua aplicação permite a condução de experimentos sem comprometer operações em andamento, além de requerer tempo consideravelmente menor para obter dados em relação testes sucessivos conduzidos em um sistema real.

A abordagem sugerida por Siedler, Langlotz e Aurich, (2020) avalia o impacto da implementação de tecnologias digitais ao reproduzi-las em um modelo de simulação para identificar sua influência nos indicadores de interesse. Como resultado, os efeitos potenciais são conhecidos antes da implementação da tecnologia em ambiente real.

O uso de simulação para analisar e avaliar sistemas logísticos tem se tornado uma prática comum, pois permite o entendimento da dinâmica inerente aos sistemas ao identificar as variações de comportamento ao longo do tempo (Kluska; Pawlewski, 2018).

Ainda que sua aplicação implique em maiores custos na fase de projeto, o uso de simulação no desenvolvimento de sistemas produtivos tende a compensar não só financeiramente, mas também em termos de redução de tempo para a implementação, por antecipar problemas e evitar retrabalhos como pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 - Impacto do uso de simulação no desenvolvimento de sistemas produtivos

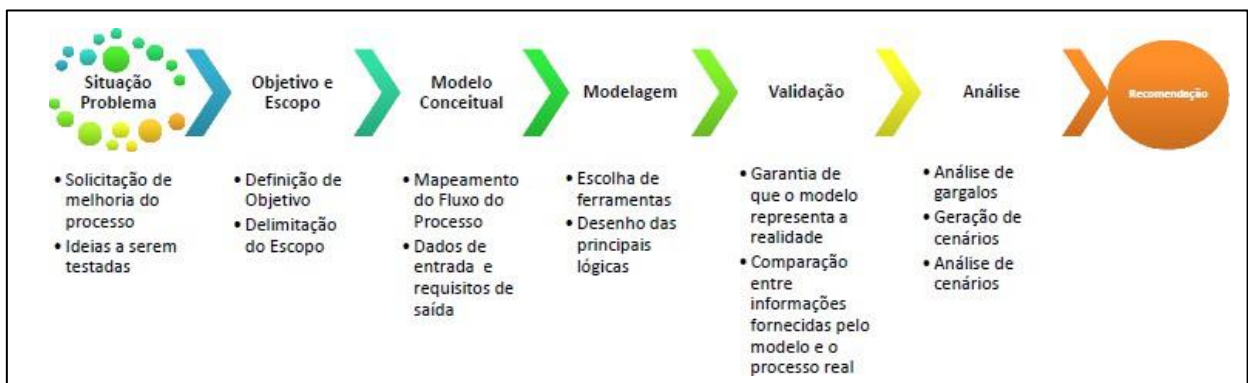


Fonte: Machado (2021, p.5)

A seleção do software de simulação e a lógica de construção são essenciais para garantir modularidade e capacidade de expansão futura do modelo. Para usar modelos de simulação em tempo real para logística, as empresas precisam investir fortemente na melhoria de suas infraestruturas e sistemas, especialmente na instalação de sensores para coleta de dados em tempo real. Só assim, a comunicação entre o mundo real e o modelo viabilizam sistemas genuinamente autônomos e confiáveis (Coelho; Relvas; Barbosa-Póvoa, 2021).

A sequência para desenvolvimento de um projeto de simulação recomendada pela Flexsim em seu treinamento de Simulação 1 considera sete passos (Figura 6).

Figura 6 - Etapas para execução de um projeto de Simulação.



Fonte: Machado (2021, p. 65)

Um projeto de simulação se inicia com a definição do problema, que pode ter sua origem em uma necessidade de melhoria de um processo existente ou de disponibilizar um novo sistema produtivo. O escopo do projeto deve então ser delimitado a partir da definição dos objetivos. A etapa seguinte trata da construção de um modelo conceitual, detalhando a correlação entre os processos, os dados de entrada, lógicas de decisão a serem definidas e indicadores a serem extraídos de cada etapa do processo (Machado, 2021).

Na etapa de modelagem são selecionadas as ferramentas e construídas as lógicas que representarão o fluxo produtivo real. Essa representatividade precisa ser validada por comparações entre os resultados do modelo e do ambiente real. Em seguida, analisa-se o modelo em busca de restrições que direcionem a geração de cenários alternativos. Esses cenários podem então ser comparados entre si e com o modelo inicial em busca dos melhores resultados nos indicadores de interesse para finalmente recomendar a melhor alternativa (Machado, 2021).

A simulação, como ferramenta flexível, confiável e reutilizável para suporte à decisão, surge como uma possível resposta para a análise de diversas configurações possíveis de sistemas complexos. Ela permite testar diferentes soluções sem interferir no sistema real, evidenciando como mudanças individuais em cada recurso se refletem em todo o sistema (Coelho; Relvas; Barbosa-Póvoa, 2021).

Li *et al* (2020) propuseram um método geral de alocação de recursos para Sistemas Logísticos de Produção baseados em simulações de eventos discretos orientados a objetos para obter a máxima capacidade produtiva com a menor necessidade de recursos. Para tanto, os autores propuseram heurísticas diferenciadas de alocação de recursos para recursos gargalo e não gargalo através de um experimento fatorial que simula combinações alternativas das variáveis: número de AGVs, velocidade dos AGVs, capacidade de carga dos AGVs, capacidade do buffer de produção e capacidade do buffer de logística. Os autores concluem que o uso de software de simulação de eventos discretos pode reduzir o tempo de planejamento e de testes de produção enquanto ainda alcança resultados de alocação satisfatórios.

Melnychuk *et al.* (2022) utilizaram um modelo de SED construído, no *software Tecnomatix PlantSimulation*, para avaliar o impacto da flexibilidade de operação e de roteamento para compensar o efeito da falta de materiais em um fluxo de montagem. A flexibilidade de operação é relativa à possibilidade de processar o produto em uma sequência alternativa à original enquanto a flexibilidade de roteamento se refere à capacidade de realizar a operação em um processador diferente do original. Os sistemas considerados para comparação foram, do menos flexível para o mais flexível: em fluxo, em fluxo com paralelização, funcional e funcional flexível, sendo apenas este último dotado de flexibilidade operacional. O estudo comprovou que apenas a flexibilidade operacional surte efeito de redução no tempo de percurso o que sugere que o desenho de processos de montagem considere a flexibilidade de realizar operações em sequências diversas para maior resiliência do sistema em situações de falta de materiais.

Bohács, Györfvály e Gáspár (2021) construíram um modelo no *software Simul8* para avaliar o efeito do uso combinado de AGVs do tipo *milk run* com AGVs diretos no atendimento da programação e no consumo de energia. Para tanto utilizaram o software Excel para distribuição das tarefas de transporte. Foram caracterizadas as estações de trabalho, os AGVs e estações de recarga apenas para os AGVs diretos, já que o AGV *milk run* rodava continuamente por uma rota energizada. Um gerenciador de tarefas calculava o tempo de transporte de cada tarefa e avaliava se havia necessidade de auxílio do AGV *milk run* pelos AGVs diretos desde que houvesse bateria suficiente. Após diversos ciclos de otimização dos parâmetros de disparo

do AGV direto, foi encontrada uma configuração com um AGV *milk run* em combinação com dois AGVs diretos que eliminou os atrasos e consumiu menos energia quando comparados a uma configuração com apenas três AGVs *milk run*. O principal conceito explorado foi o de separar tarefas urgentes para os AGVs diretos, deixando as tarefas com mais prazo para o AGV *milk run*.

Um modelo paramétrico desenvolvido por Klosowski, Gola e Amila (2018) para otimizar o controle do transporte dentro da fábrica em diversas configurações do processo de produção foi simulado com auxílio dos softwares Simulink, MatLab e Stateflow para avaliar a eficácia do emprego de controladores de lógica difusa associados a algoritmos genéticos. Os resultados atestaram a eficácia do modelo, inclusive para sistemas maiores, como o testado pelos autores, com 40 estações de trabalho e um AGV, superou os resultados obtidos por algoritmos baseados unicamente em programação linear.

A vantagem do dimensionamento dinâmico viabilizado pela disponibilidade de dados induzida pela digitalização em ambientes de produção e logística foram mostrados por meio de experimentos de simulação conduzidos por Birkmaier, *et al.* (2021). Os autores evidenciaram que o cálculo mais frequente do tamanho de lote de transferência ideal pode reduzir significativamente a quantidade de estoque em processo. Já a variação das regras de priorização (FIFO, HPT e LPT), que não mostrou impacto significativo na redução de estoque em processo, apresentou impacto no tempo médio de processamento, que foi consideravelmente menor ao se utilizar a regra LPT. Nesse experimento também foi possível evidenciar que lotes menores resultam em utilização mais equilibrada dos recursos e níveis de estoque em processo mais baixos, ainda que o aumento do número de *set-ups* tenha provocado aumento do tempo total.

1.3 AGVs

AGV significa *Automated Guided Vehicle*, que em português pode ser traduzido como Veículo Guiado Automaticamente. Trata-se de um veículo capaz de se mover de forma autônoma, controlado por sistemas computacionais, sem necessidade de intervenção humana direta para sua operação.

Com a evolução da automação, AGVs foram introduzidos no chão de fábrica. Esses veículos podem seguir um caminho pré-determinado ou fazer o planejamento da rota de sua posição real até um ponto de destino por conta própria. O deslocamento é processado por um sistema sem condutor integrado a um sistema de controle e movimentação (Scholz *et al.*, 2018).

Apesar das vantagens de aplicação de um AGV, nem todas as atividades de movimentação interna são elegíveis para sua implementação. Apenas movimentações com alto volume, repetitivas, com risco ergonômico e/ou suscetíveis a erro humano devem ser considerados para automação (Costa *et al.*, 2022).

Os sistemas multi-AGV tornaram-se uma parte essencial de muitos sistemas automatizados de movimentação de materiais por terem a capacidade de movimentar continuamente, de forma segura e eficiente, diversos tipos de cargas sem a necessidade de intervenção humana (Draganjac *et al.*, 2020).

Um AGV em si é uma tecnologia digital que consiste em componentes físicos, sensores e atuadores, bem como uma conexão com a internet. Em combinação com outra tecnologia digital, como um computador, o AGV troca dados e informações de forma bidirecional, tais como dados logísticos e de localização. Isso resulta em um Sistema *Cyber-Físico* (CPS) pois duas tecnologias estão interagindo entre si (Siedler; Langlotz; Aurich, 2020).

Um AGV pode realizar atividades estratégicas, táticas ou operacionais (Fragapane *et al.*, 2021). Atividades estratégicas incluem o desenho de rotas a partir do *layout* de fornecimento e o tipo de fornecimento que pode ser sob demanda (ponto a ponto) ou por demandas agrupadas na mesma viagem (*milk run*). Atividades táticas abrangem a determinação do número de veículos, gerenciamento de bateria, agendamento de tarefas, despacho e posicionamento de veículos. No campo operacional as atividades incluem a determinação da rota por tarefa e solução de impasses (*deadlocks*). O uso de algoritmos pode otimizar a execução de tarefas desde a previsão de sua ocorrência e seleção, passando por agendamento e alocação de recursos bem como na roteirização dos veículos (Bitsch; Schweitzer, 2022).

Sistemas de transporte podem ser classificados como contínuos, tais como tubulações para gases e líquidos, ou descontínuos. Os sistemas descontínuos podem ser subdivididos em sistemas baseados em transportadores, onde toda rede de transporte é movida para transportar as unidades de carga não acionadas, ou sistemas baseados em veículos, onde cada unidade de carga possui sua própria fonte de energia. Os sistemas baseados em veículos são divididos em sistemas com navegação por pista fixa, onde o deslocamento ocorre sobre trilhos pré-instalados no *layout*, ou sistemas com navegação por pista livre, onde o deslocamento ocorre a partir de um sistema de localização em tempo real (Gudehus; Kotzab, 2012). Segundo essa classificação, AGVs são sistemas baseados em veículos que podem utilizar navegação por pista fixa ou livre.

Já Wior, Jerez e Fay (2018) propõe uma categorização dos sistemas de transporte considerando sua capacidade de lidar com as seguintes interrupções: bloqueio de pista, bloqueio de rota, fechamento de intersecção e fechamento de derivação de rede. Os autores definem as

capacidades de adaptação às estas interrupções como: reversão de direção, ultrapassagem e habilidade de movimento livre. A partir destas definições, os autores propõem a seguinte classificação para sistemas de transporte baseados em veículos:

- Sistemas veículo-trilho: utilizam veículos que seguem trilhos guia pré-desenhados. Normalmente os trilhos guias estão fisicamente ligados ao ambiente, como trilhos, arames, trilhas magnéticas ou fitas refletoras. Os veículos não podem sair das pistas de orientação e não têm capacidade de ultrapassagem nem movimento livre. Portanto, contornar um obstáculo não é possível. Os sistemas veículo-trilho são geralmente inflexíveis, mas são confiáveis e fáceis de controlar;
- Sistemas de veículos guiados: também seguem trilhos predefinidos. No entanto, não uma, mas várias faixas são predefinidas para uma rota e os veículos podem mudar entre essas pistas. Este tipo de flexibilidade pode ser alcançado pelo uso de giroscópios para orientação e lasers, balizas ou imãs no solo para localização. Embora sua capacidade de ultrapassagem permita contornar obstáculos em uma faixa, os veículos não podem passar se todas as faixas pré-definidas estiverem bloqueadas (bloqueio de rota). Portanto, esses sistemas de transporte não têm a capacidade de movimento livre. Os veículos guiados são mais flexíveis que os de trilho e podem lidar com bloqueios de faixas;
- Sistemas de veículos livres: utilizam o espaço livre disponível e não necessitam de uma guia física, podendo recalcular seus caminhos durante o transporte ao levar em conta o caminho mais curto disponível, bem como obstáculos dinâmicos. Esses veículos geralmente têm sensores a bordo para leitura do ambiente e navegação, bem como algoritmos de planejamento de caminho autônomo com prevenção de obstáculos. Podem ultrapassar outros veículos, bem como desviar de obstáculos, seja ao contornar o obstáculo ou ao alternar sua direção para tomar outra rota (capacidade de movimento livre). Veículos livres são mais flexíveis e podem lidar com bloqueios de pista e rota, mas muitas vezes precisam de recursos computacionais complexos e algoritmos de controle caros para fazê-lo.

A escolha do tipo de AGV deve levar em conta o peso das cargas, as dimensões do contêiner a ser transportado, a velocidade recomendada para viajar dentro das instalações e o estilo de navegação (Costa *et al.*, 2022). Os AGVs são capazes de transportar uma única ou

várias cargas por vez. O tamanho e peso de cargas depende de vários fatores e é decidida pelos supervisores do sistema de transporte (Kłosowski; Gola; Amila, 2018). Na maioria das aplicações, a tendência dominante aponta para sistemas de transporte mais flexíveis e robustos, como os de veículos livres, que lidam melhor com eventos inesperados, apesar de geralmente serem mais complexos de controlar e exigirem maiores investimentos (Wior, Jerenz, Fay, 2018). Organização descentralizada, alocação e cumprimento autônomo de tarefas, detecção de obstáculos, prevenção de colisões e capacidade de operar em conjunto são recursos possíveis para alavancar a flexibilidade em sistemas de transporte interno (Scholz *et al.*, 2018).

AGVs do tipo *milk run* são rebocadores que transportam diversos materiais, de forma contínua, por uma rota fixa, dotados de capacidade para carregar materiais na fonte e descarregá-los no ponto de uso. Sua aplicação é indicada para tarefas regulares com menor frequência. Podem ser carregados por trilhos energizados ou carregamento indutivo. Tem como principal desvantagem a falta de flexibilidade, entretanto podem transportar maior quantidade e diversidade de materiais graças a sua maior capacidade de carga. Em contrapartida, os AGVs diretos são veículos capazes de deslocar-se diretamente para a fonte e daí para o ponto de uso. São indicados para materiais menores que requerem alta urgência de abastecimento. Tendem a ser mais rápidos devido à sua flexibilidade de roteamento, contudo, aumentam o tráfego de movimentação interna além de consumir mais energia por unidade de carga (Bohács; Györváry; Gáspár, 2021).

O uso combinado de AGVs *milk run* para tarefas rotineiras com AGVs diretos para tarefas urgentes é uma alternativa eficiente segundo Bohács, Györváry e Gáspár (2021). Segundo os autores, além de consumir menos energia, esse arranjo tem a vantagem de responder rapidamente caso a necessidade de movimentação aumente, desde que o sistema de controle possa antecipar o desabastecimento. Nessa situação, os AGVs diretos podem ser ativados para auxiliar as tarefas do AGV *milk run* até que o gargalo seja eliminado, retornando em seguida para sua rotina original.

Costa, *et al* (2022) propuseram a implementação de sistemas autônomos de transporte em quatro etapas: Seleção do veículo autônomo; Definição dos pontos de carga e descarga; Cálculo do número de veículos necessários e avaliação da viabilidade econômica.

A implementação de AGVs em ambientes industriais sugerida por Costa, *et al* (2022) passa pelas etapas a seguir:

- Diagnóstico: mapear todas as movimentações necessárias, coletar dados, identificar pontos de coleta e entrega, tipos de carga e gatilhos para movimentação;
- Identificação dos processos automatizáveis;
- Definição de objetivos e requisitos;
- Desenvolver o conceito de automação;
- Pesquisa de mercado;
- Teste de soluções possíveis: o uso de simulação é recomendado nesta etapa para avaliar o impacto de diferentes configurações e parâmetros tais como posicionamento dos pontos de coleta e entrega ou número de veículos;
- Teste em ambiente real.

A velocidade típica de um AGV para logística interna pode variar dependendo do tipo de ambiente em que ele é utilizado. Geralmente, por questões de segurança, a maioria dos AGVs utilizados em logística interna possui velocidades que variam de 1 a 2 metros por segundo (m/s) ou cerca de 3,6 a 7,2 quilômetros por hora (km/h) podendo chegar a até 12 km/h em caso de operação em ambiente isento de circulação de pessoas (Fazekas, 2023).

Reith, Rank e Schmidt (2021) definem como “*free range*” os veículos capazes de se localizar em um mapa conhecido sem vínculo estrito a um caminho físico. Adicionalmente, definem que um veículo autônomo pode seguir o caminho planejado, mas também possuem a capacidade de detectar e evitar eventuais obstáculos que venham a encontrar.

Autonomous Mobile Robots (AMRs) são AGVs do tipo veículo livre, dotados de comunicação via *Wi-Fi*, câmeras e sensores que percebem a situação corrente do ambiente em que trafegam, podendo detectar e desviar de obstáculos ao longo de sua rota. No Brasil, a empresa Automni oferece serviços de logística robotizada com uso de *software* e *hardware* próprios. O AMR da Automni, exibido na Figura 7, também pode ser controlado manualmente em caso de necessidade.

Outra empresa que desenvolve e comercializa AGVs no Brasil é a Selettra Automação que oferece rebocadores automatizados, AMRs e veículos híbridos que podem atuar tanto de forma autônoma como manual. O modelo LS1000 (Figura 8) opera com navegação a laser, utilizando triangulação cartesiana e aprendizado de percurso que dispensa cortes no piso ou instalação de fitas no solo para se orientar. Sua similaridade com paleteiras elétricas manuais convencionais dispensa a necessidade de estações automatizadas para carga e descarga, simplificando sua implementação (Oliveira, 2023).

Figura 7 - AMR Automni



Fonte: Fazekas (2023)

Figura 8 - Selettrack LS1000 da Selettra



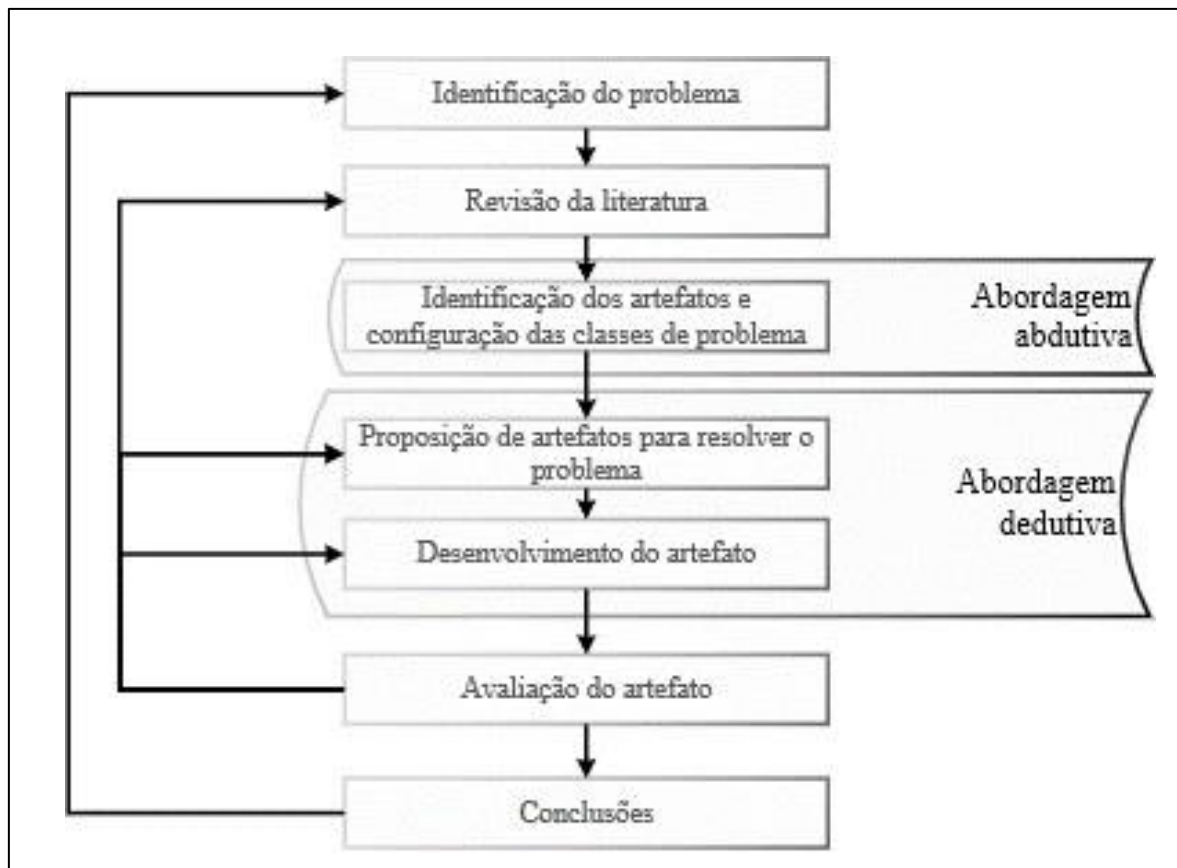
Fonte: Oliveira (2023)

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa teve como método de referência a *Design Science Research (DSR)*, um método de pesquisa que busca produzir conhecimento prescritivo, ao construir um novo artefato ou melhorar um artefato já existente que solucione um problema real (Dresch, Lacerda, Antunes, 2020).

Agrupando contribuições de diversos autores, Dresch, Lacerda e Antunes (2020) propuseram um método que combina as abordagens científicas abduativas, dedutivas e indutivas. A partir desse modelo adaptado, a presente pesquisa segue as etapas descritas na Figura 9.

Figura 9 - Método aplicado nesta pesquisa

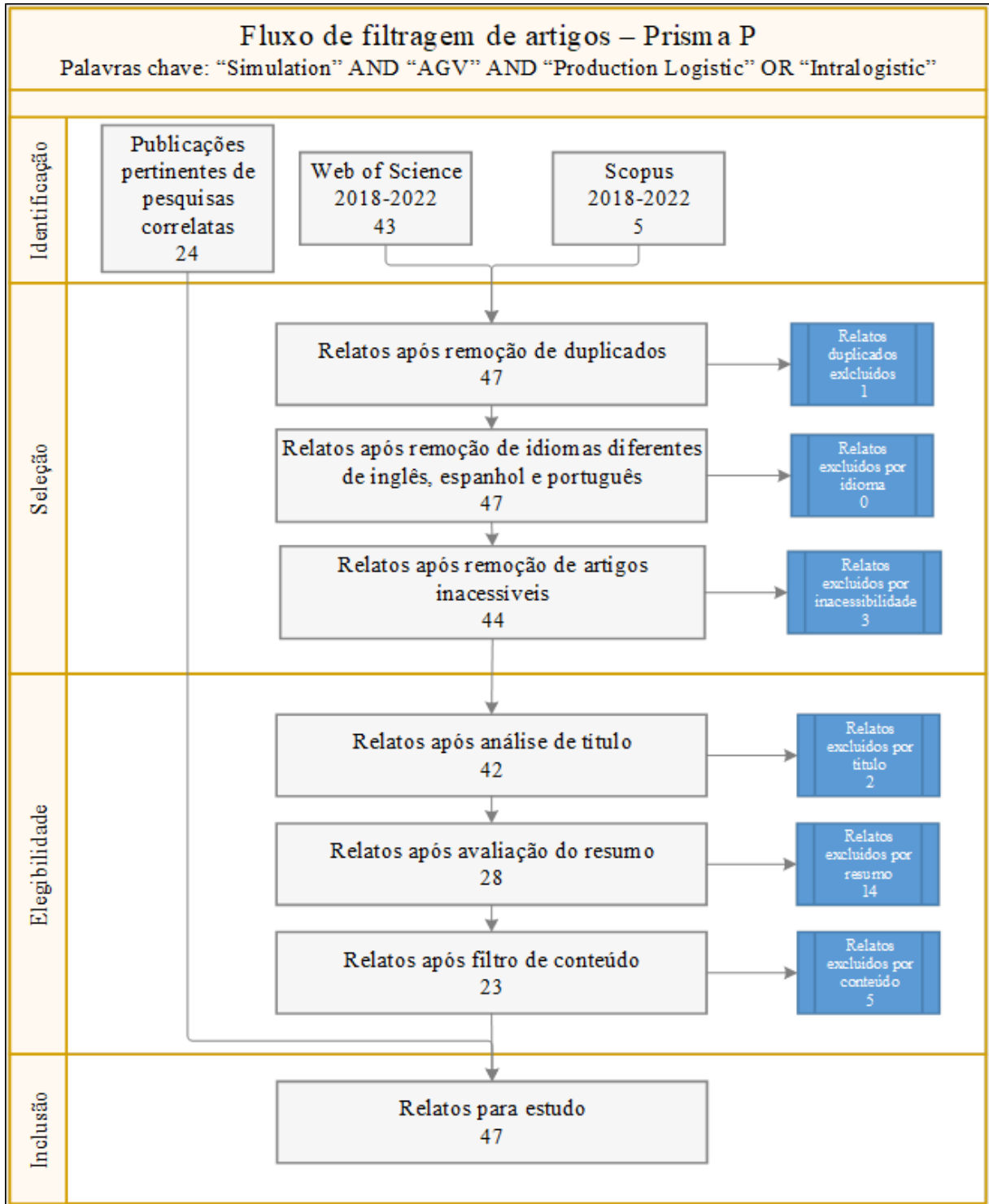


Fonte: o autor (2024)

A revisão da literatura teve origem a partir da pesquisa das palavras-chave *Production Logistics OR Intralogistics AND Simulation AND AGV* nas bases *Web of Science* e *Scopus* publicadas entre 2018 e 2022.

O filtro de publicações foi realizado pelo método Prisma-P que é uma abreviação de *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*. Os resultados do filtro estão ilustrados na Figura 10.

Figura 10 - Itens relatados preferidos para revisões sistemáticas e meta-análises



Fonte: o autor (2024)

Um total de 48 publicações foram identificadas e agrupadas com auxílio do software Publish or Perish, sendo que uma delas estava em ambas as bases pesquisadas. Todas as publicações foram redigidas na língua inglesa. Três publicações foram desconsideradas por inacessibilidade. Duas publicações foram descartadas por incompatibilidade do título com o tema pesquisado. A partir da leitura do resumo das obras restantes identificou-se que 14 publicações tratavam de temas não aderentes a presente pesquisa. A análise das 28 publicações restantes permitiu a seleção de 23 pertinentes ao tema, que somadas a mais 22 obtidas de pesquisas correlatas, indicações e outras pesquisas relacionadas totalizou 47 publicações que foram consideradas nesta pesquisa.

Artefatos podem ser considerados como um ponto de encontro entre um ambiente interno, a substância e organização do próprio artefato e um ambiente externo, ou seja, as condições em que o artefato funciona (Dresch, Lacerda, Antunes, 2020).

Ainda que não haja uma definição conceitual para classe de problemas, esta refere-se a um conjunto de problemas práticos ou teóricos que contenha artefatos úteis para ação nas organizações (Dresch, Lacerda, Antunes, 2020).

Neste trabalho, as etapas e o método para uso de simulação de eventos discretos são considerados como artefatos para a solução de uma classe de problemas que contempla a movimentação interna de materiais para abastecimento de processos produtivos, sejam esses organizados em linhas, células ou agrupados por função.

A avaliação do artefato foi realizada através de sua aplicação em um problema de movimentação interna de uma indústria alimentícia instalada em Minas Gerais, Brasil, que fabrica sobremesas e chocolates. A empresa, que faturou R\$ 1,4 bilhões em 2022 e possui 1100 lojas fraqueadas no Brasil, pretende triplicar sua rede de distribuição até 2026, o que requer aumento de capacidade a ser sustentado, principalmente, pelo aumento de produtividade.

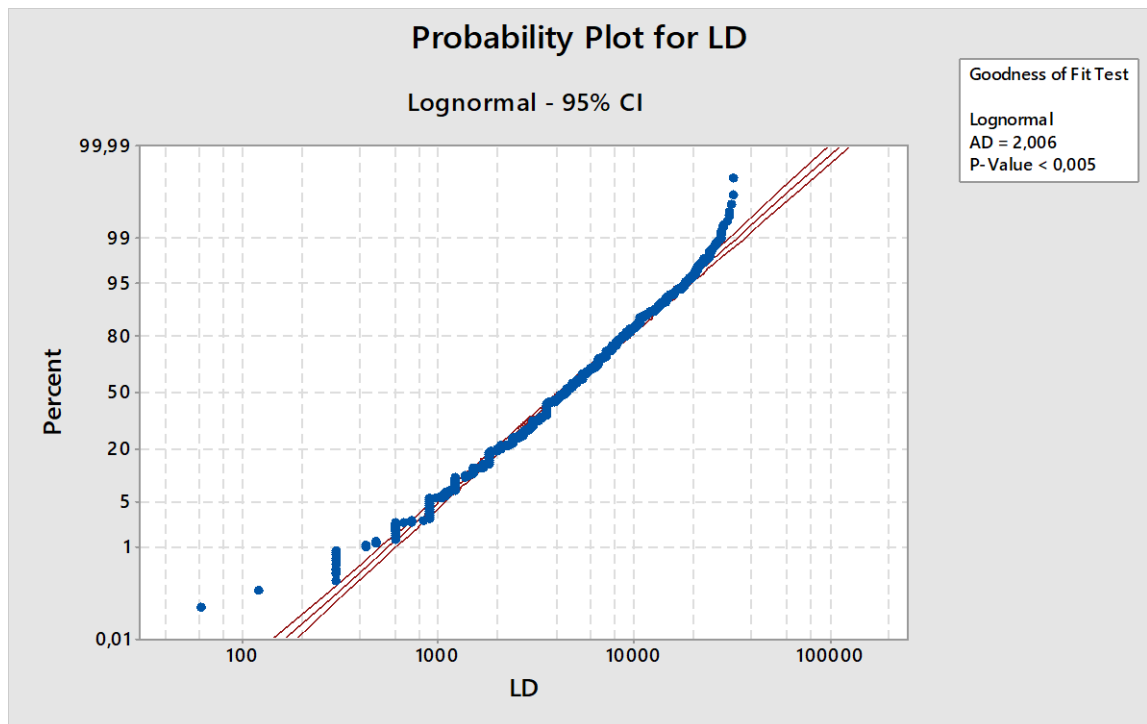
Essa indústria opera diversas linhas de produção, sendo que as 5 principais linhas em termos de volume e margem de contribuição foram selecionadas para implementação de ferramentas que aumentassem sua produtividade. Foi contratada uma consultoria em gestão de operações para auxiliar no desenvolvimento e implementação dessas ferramentas. Como consultor líder desse projeto, o autor da presente pesquisa teve acesso a operação dessas linhas e pôde identificar a oportunidade de melhoria no abastecimento de materiais de embalagem para essas cinco linhas e na expedição de lotes prontos delas para o armazém.

Os tempos de processo nas linhas de produção definem a frequência de movimentação, tanto dos lotes de material de embalagem que nelas são alimentados, quanto dos lotes de produto acabado para serem expedidos. Essa variação entre lotes ocorre por diversos motivos tais como tamanhos de lote diferentes, complexidade específica de cada tipo de produto, variação da quantidade e eficiência da mão de obra, quebra de máquina, problemas de qualidade dentre outros. A determinação da frequência e intensidade individual de cada um desses motivos pode ser muito complexa e inconclusiva, já que a maioria deles ocorre de maneira combinada e imprevisível.

Por outro lado, a representação da distribuição destes tempos é crucial para uma modelagem representativa. Para resolver este problema, a presente pesquisa utilizou dados históricos de tempos de processamento de cada lote produzido ao longo de 2021 (Anexo A) nas linhas simuladas para encontrar as distribuições estatísticas que melhor representassem a variabilidade desses tempos de processo.

Com auxílio do software Minitab, cada linha teve seu conjunto de dados submetido a testes de aderência para as distribuições normal, lognormal, exponencial, weibull, gamma e loglogistic. A Figura 11 exibe o teste que apresentou melhor aderência para a linha D.

Figura 11 – Exemplo da aderência da distribuição Lognormal para os tempos de processo



Fonte: Teste de aderência de distribuição do *software* Minitab

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção é apresentada proposta de como utilizar a simulação de eventos discretos para implementação de AGVs no abastecimento automatizado de sistemas produtivos.

3.1 Seleção de indicadores

Esta etapa consiste em selecionar quais indicadores se pretende garantir como requisitos mínimos e o que se pretende que seja otimizado desde que os requisitos mínimos sejam atendidos.

Antes de selecionar os indicadores, é fundamental entender quais são os objetivos da melhoria da movimentação interna de materiais. Esses objetivos podem incluir condições melhores de segurança ocupacional, maior confiabilidade de entrega, redução de danos ao produto associados ao transporte, menor quantidade de estoque em processo, menor tempo de percurso total, aumento de produtividade, redução do custo de transporte, maior eficiência dos recursos produtivos, dentre outros.

Identifique os principais processos envolvidos na movimentação interna de materiais, como recebimento, armazenamento, distribuição e transporte interno. Isso ajudará a determinar onde os indicadores são mais necessários.

Selecione indicadores que estejam diretamente ligados aos processos-chave. Alguns exemplos de indicadores relevantes incluem:

- Tempo médio de atravessamento do sistema (horas/produto);
- Quantidade de material em processo ao longo do sistema (peças em fila, peças em estoque, peças em processo);
- Taxa de saída por unidade de tempo (peças/minuto, lotes/turno etc.);
- Ocupação de recursos de movimentação (empilhadeiras, AGVs etc.);
- Eficiência dos recursos produtivos.

Os indicadores escolhidos devem estar alinhados com o objetivo que se deseja alcançar. Além disso, é importante manter um equilíbrio entre a quantidade de indicadores utilizados, para que não haja sobrecarga de informações e análises.

A melhoria pretendida para o caso estudado nessa pesquisa é o aumento de eficiência das linhas de produção por meio da redução de paradas por falta de materiais. A comparação entre os cenários inicial e propostos ocorre a partir dos seguintes indicadores:

- Eficiência das linhas de produção:

Tempo total operando / Tempo total da simulação, em % e medido para as linhas A, B, C, D e E, em todos os cenários.

- Ocupação dos recursos de movimentação:

$(\text{Tempo em movimento (vazio ou carregado)} + \text{Tempo de carga e descarga}) / \text{Tempo total da simulação}$, em % e medido para o operador do almoxarifado de embalagem, operadores das linhas e para o AGV.

- Quantidade de lotes entregues:

Número de lotes processados por todas as linhas ao longo do tempo total da simulação.

3.2 Coleta de dados

Modelos representativos requerem dados consistentes. Se concebidos sob premissas falsas, modelos tornam-se inúteis. Muitas informações podem ser obtidas por meio de sistemas automatizados, mas a confirmação, ainda que amostral, no local real é sempre recomendada.

O Quadro 4 ilustra dados a serem coletados para alimentação de modelos de simulação com foco em movimentação interna de materiais:

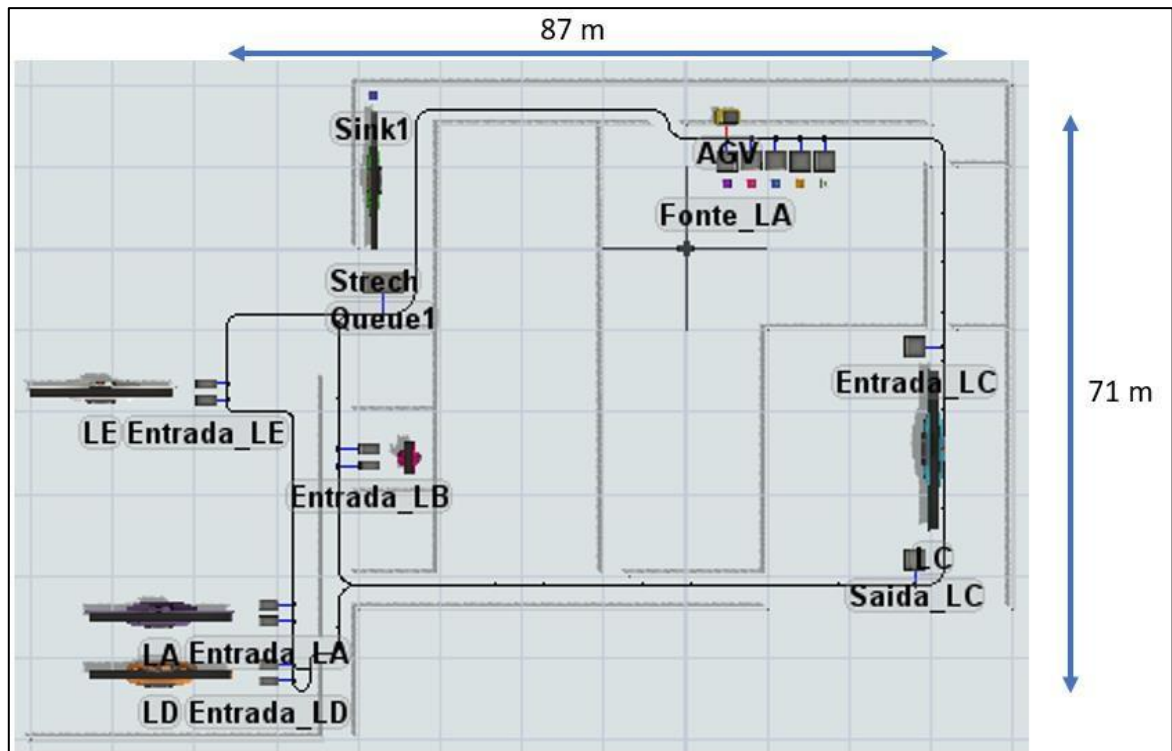
Para o caso estudado, foram coletadas as dimensões e posicionamento dos elementos do *layout* a partir de um desenho em CAD. As maiores distâncias foram conferidas in loco com auxílio de trena, corroborando as distâncias no desenho. A Figura 12 ilustra o macro *layout* da planta construído no ambiente de simulação com base nesse desenho.

Quadro 4 - Dados a serem coletados para simulação de movimentação de materiais

Elemento	Dimensões	Capacidade	Restrições	Fluxo
Filas	Tamanho Posição relativa a outros elementos	Peso Volume Unidades		Regras de priorização de consumo
Processos	Tamanho Posição relativa a outros elementos	Tempo de processamento % de refugo / retrabalho	Tempo de set- up MTBF MTTR	Quais produtos podem ou precisam passar pelo recurso?
Transportadores	Tamanho	Velocidade de deslocamento Aceleração / desaceleração Autonomia	Peso - Volume - Unidades / viagem MTBF MTTR Tempo de reabastecimento	Rotas Regras de priorização
Produtos (entes de fluxo)	Tamanho - Peso - Volume / unidade	Tipo	Necessidade de set-up/processo	Roteiro de processos

Fonte: o autor (2024)

Figura 12 - Layout do caso em estudo



Fonte: Software Flexsim

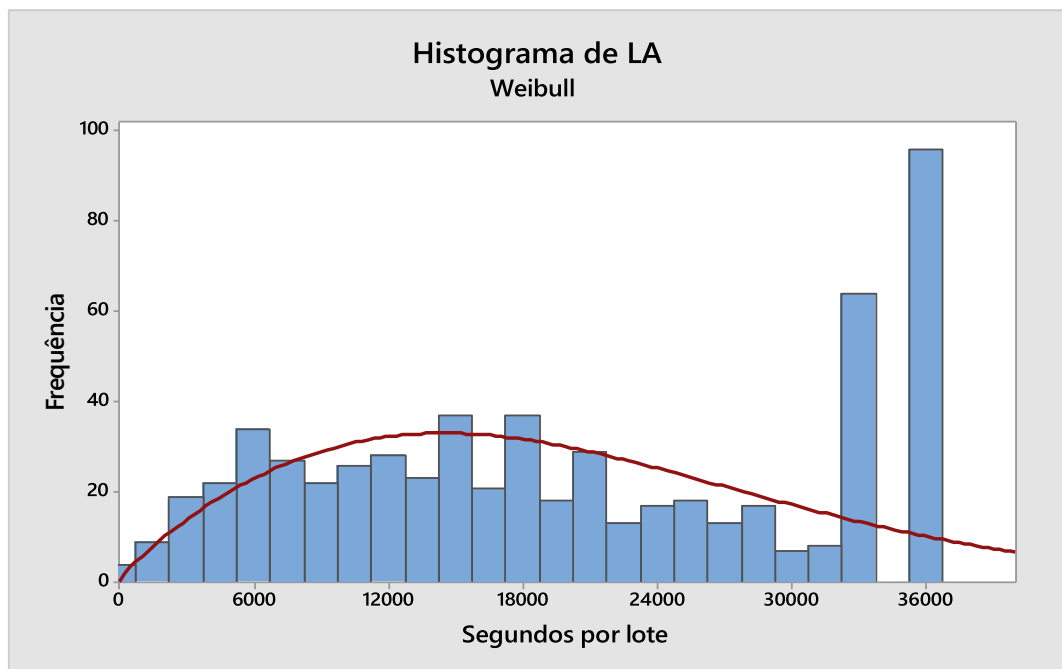
Uma das vantagens do uso de simulação é a possibilidade de representar a distribuição estatística de diversos fenômenos presentes em um sistema produtivo. A escolha da distribuição mais adequada depende do processo específico, do equipamento utilizado e de outras variáveis, portanto, é importante coletar dados reais e realizar análises estatísticas sobre o histórico para identificar a distribuição que melhor se ajusta para cada caso.

Para o caso estudado nesta pesquisa, os dados de tempo de processamento foram obtidos por meio de apontamentos de produção que indicavam a hora de início e término de cada lote produzido nas cinco linhas analisadas ao longo de 2021. A tabela com os tempos de processamento em segundos para cada lote pode ser consultada no Anexo A.

Com auxílio do software Minitab foi possível construir um histograma dos tempos de processamento de cada linha para avaliar sua aderência a distribuições estatísticas conhecidas.

Os tempos de processamento apresentados pela linha A se mostraram mais compatíveis com a distribuição Weibull (Figura 13).

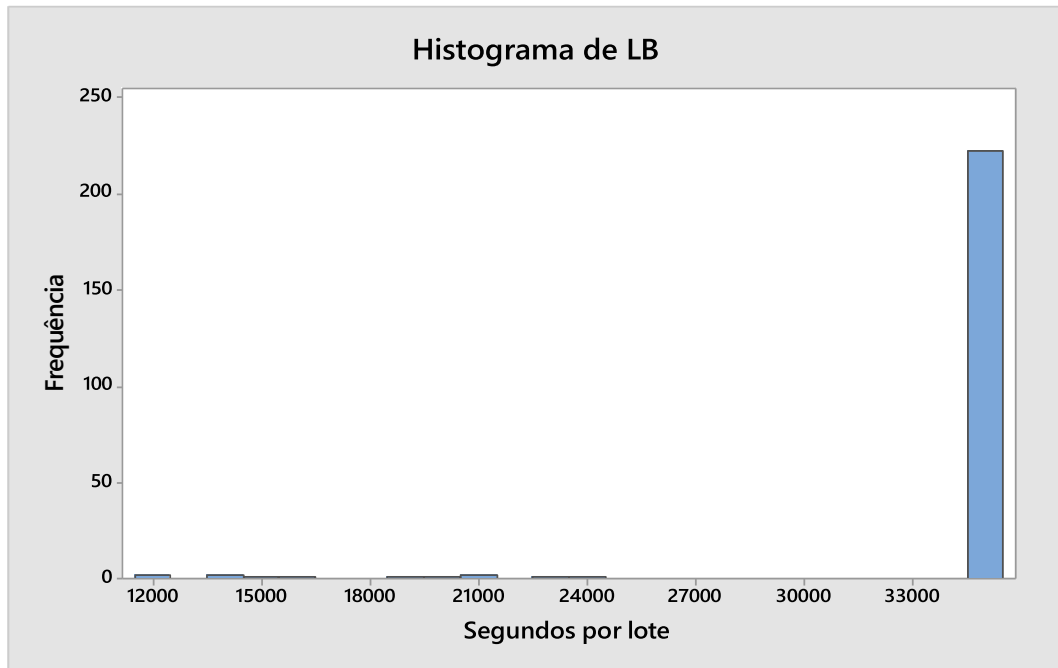
Figura 13 - Distribuição dos tempos de processamento da Linha A



Fonte: Software Minitab

Como a linha B produz apenas um tipo de produto, o lote só é trocado a cada novo turno, o que explica a alta concentração em 35.280 segundos (Figura 14). As exceções podem ser explicadas por raras situações em que a equipe da linha foi desviada para outra atividade.

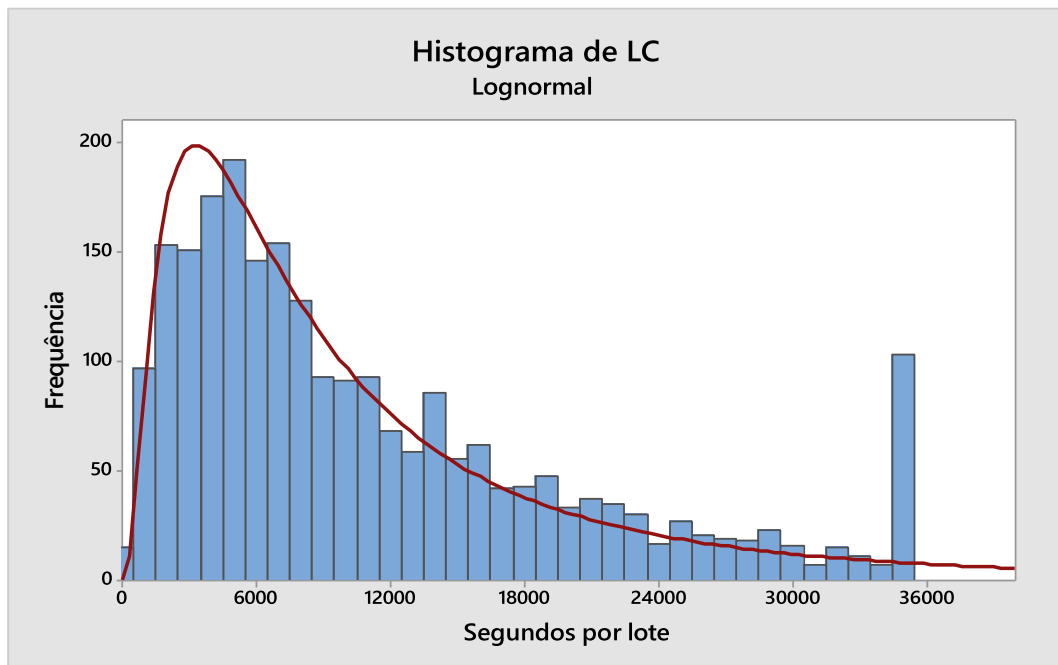
Figura 14 - Distribuição dos tempos de processamento da Linha B



Fonte: *Software Minitab*

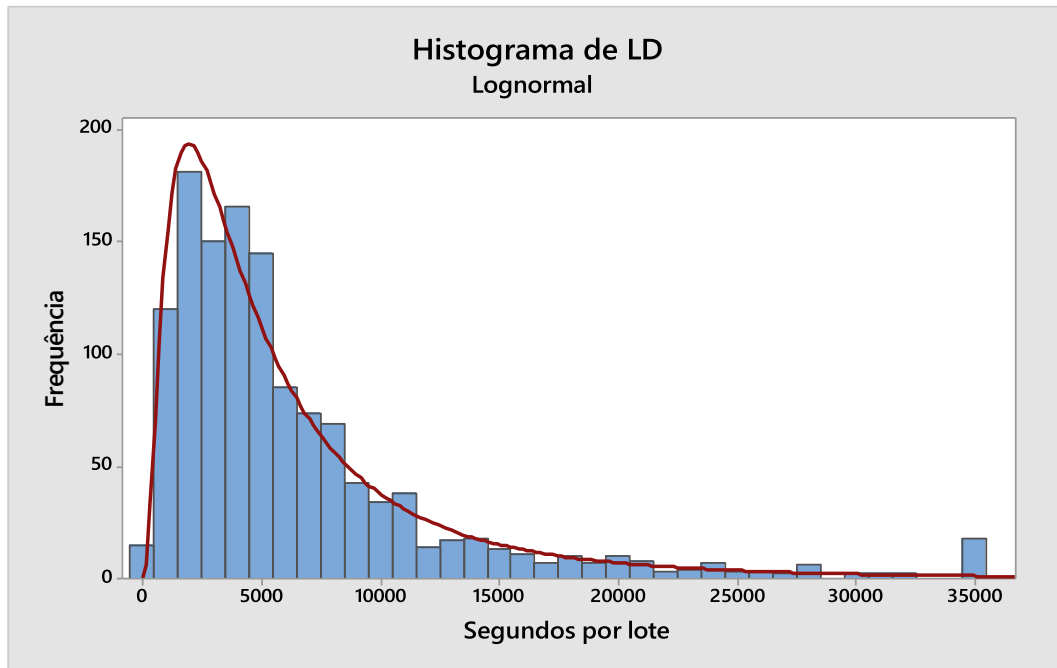
As linhas C, D e E apresentaram comportamento compatível com a distribuição Log-Normal (Figura 15,16 e 17).

Figura 15 - Distribuição dos tempos de processamento da Linha C



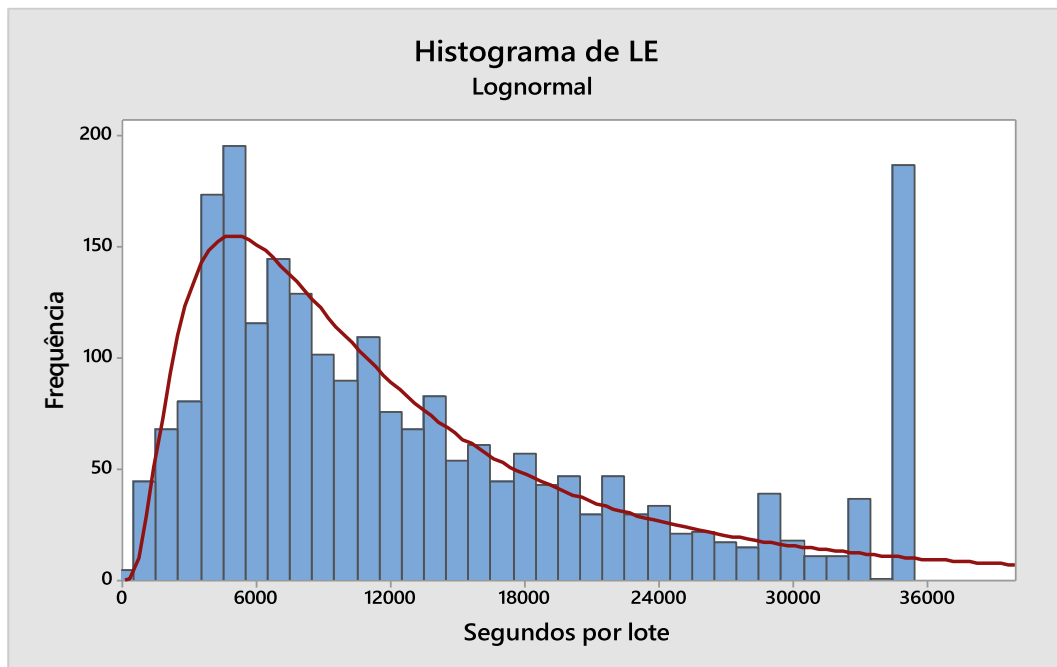
Fonte: *Software Minitab*

Figura 16 - Distribuição dos tempos de processamento da Linha D



Fonte: Software Minitab

Figura 17 - Distribuição dos tempos de processamento da Linha E



Fonte: Software Minitab

Para todas as linhas foi possível observar uma concentração atípica de lotes nas faixas de 35280 e 33120 segundos que se referem ao tempo total do primeiro e segundo turno respectivamente. Esta anomalia foi atribuída a imprecisão de apontamento que posteriormente foram desconsideradas nas distribuições inseridas na simulação. Para a linha B, que quase sempre produz um lote ao longo de todo turno, o tempo de processamento foi considerado constante.

A distribuição log-normal surge com frequência em processos de fabricação porque muitos fatores podem afetar o tempo de processamento, transporte, carga, descarga, dentre outros fenômenos presentes em um sistema produtivo. Esses fatores geralmente são multiplicativos, o que pode resultar em dados distribuídos de forma log-normal.

A distribuição log-normal é uma transformação logarítmica da distribuição normal, e é caracterizada por ter valores positivos assimétricos. Seus parâmetros principais são a média e o desvio padrão da distribuição após a transformação logarítmica. Portanto, quando os dados seguem uma distribuição log-normal, o logaritmo natural das observações segue uma distribuição normal.

As distribuições utilizadas na simulação de cada linha estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuições dos tempos de processamento aplicadas no modelo de simulação

Linha	Distribuição	Segundos/lote	
		Média	Desvio Padrão
A	Weibull	14.908	8.014
B	Constante	34.375	x
C	Log-normal	10.294	7.786
D	Log-normal	6.073	5.400
E	Log-normal	11.712	7.961

Fonte: o autor (2024)

As variáveis relacionadas ao abastecimento das linhas foram coletadas por meio de medições observadas diretamente na operação e estão disponíveis na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros de movimentação

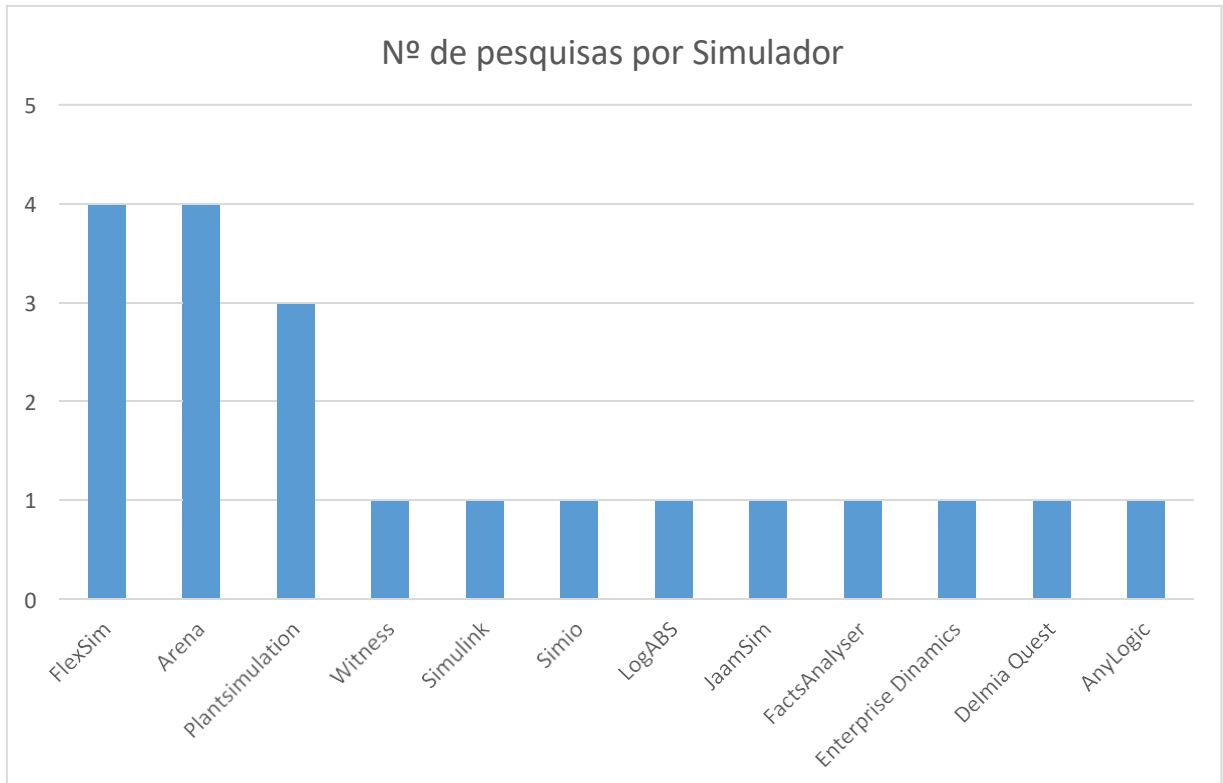
Velocidade	1 m/s
Aceleração/Desaceleração	1 m/s ²
Capacidade	1 palete/vez
Tempo de carga / descarga	60 segundos

Fonte: o autor (2024)

3.3 Seleção do *software* de simulação

A partir de uma revisão sistemática da literatura relacionando o uso de simulação para movimentação de materiais com AGVs, Assis e Lage Jr. (2022) identificaram o uso de doze diferentes *softwares* de simulação conforme ilustrado pela Figura 18.

Figura 18 - *Softwares* de simulação utilizados em movimentação de materiais



Fonte: Adaptado de Assis e Lage Jr. (2022)

Observa-se maior prevalência dos softwares Flexsim, Arena e PlantSimulation para aplicação em sistemas de movimentação de materiais.

Um comparativo de aplicações e mercados dos principais *softwares* de simulação conduzido pelo Instituto de Pesquisa Operacional e Ciência da Gestão (ORMS) pode ser visto no Quadro 5, onde o Flexsim se destaca por sua versatilidade e abrangência em áreas de movimentação de materiais.

Quadro 5 - Comparativo de softwares de simulação

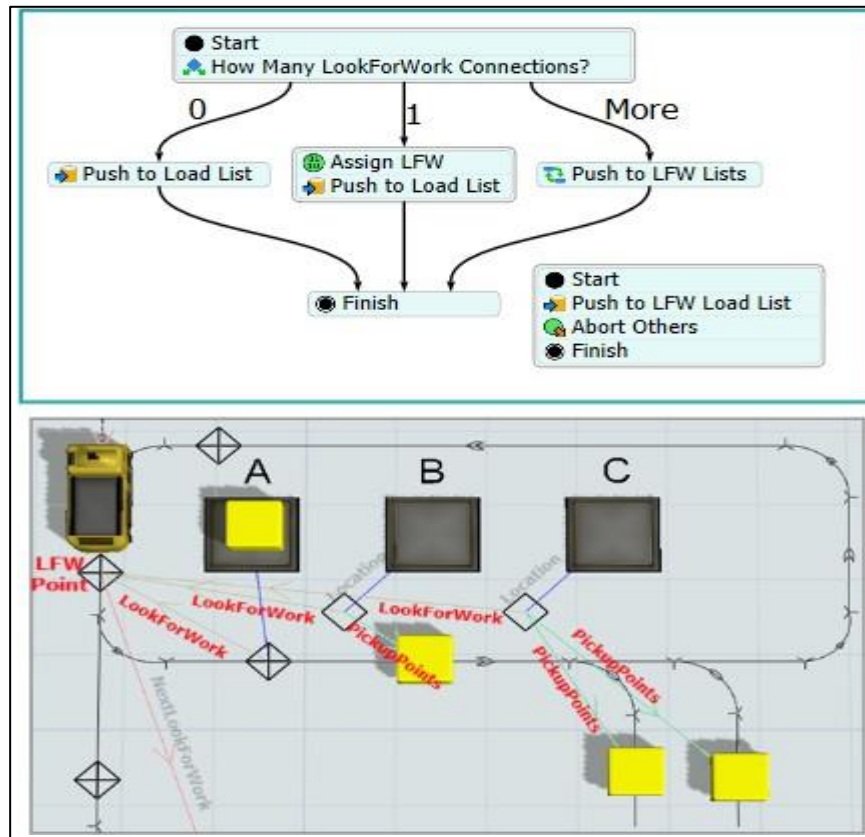
<i>Software</i>	<i>Fornecedor</i>	<i>Aplicações típicas</i>	<i>Principais mercados</i>
<i>Arena Professional/ Standard Edition</i>	Rockwell Automation	Arena é usado para simular e analisar os sistemas existentes e propostos, bem como análise operacional.	Manufatura, cadeia de suprimentos, governo, assistência médica, logística, alimentos e bebidas, embalagem, mineração, <i>call centers</i> .
<i>ProModel Optimization Suite</i>	ProModel Corporation	Otimização de processos e melhoria, utilização de recursos, capacidade do sistema e produção.	Fabricação, produção, cadeia de suprimentos e logística, assistência médica e ciências da vida.
<i>FlexSim</i>	FlexSim Software Products, Inc.	Simulação e modelagem de qualquer processo, com o objetivo de analisar, compreender e otimizar o processo.	Fabricação, embalagem, armazenagem, manuseio de materiais, cadeia de suprimentos, logística, saúde, fábrica, indústria aeroespacial, mineração.
<i>Simio Enterprise/Express Edition</i>	Simio LLC	Totalmente funcional baseado em modelagem integrada com animação 3D capaz de fornecer uma modelagem rápida. Produto ideal para modeladores e pesquisadores profissionais	Acadêmico, Aeroespacial e Defesa, Aeroportos, saúde, manufatura, mineração, militar, óleo e gás, Cadeia de Suprimentos, Transporte.

Fonte: adaptado de ORMS (2019)

Apesar de mais recente que Arena e PlantSimulation, o software Flexsim vem ganhando participação no mercado de softwares de simulação devido a vantagens como a visualização e animação em 3D, lógicas embutidas para movimentação de AGVs (Figura 19), trans elevadores, esteiras transportadoras, pontes rolantes (Figura 20) e outros meio de movimentação de materiais que facilitam a construção e compreensão de modelos, especialmente no que tange a logística interna de fábricas.

Uma ampla gama de indicadores (Quadro 6) pode ser associada aos elementos simulados no *software* Flexsim, tais como acompanhamento de quantidades de material em processo, quantidade de itens que passam por um segmento de fluxo ao longo do tempo, distribuição do tempo dos recursos por estado de uso, tempo de percurso de entes por tipo, dentre outros.

Figura 19 - Lógica nativa do Flexsim para determinação de próximo trabalho de um AGV.



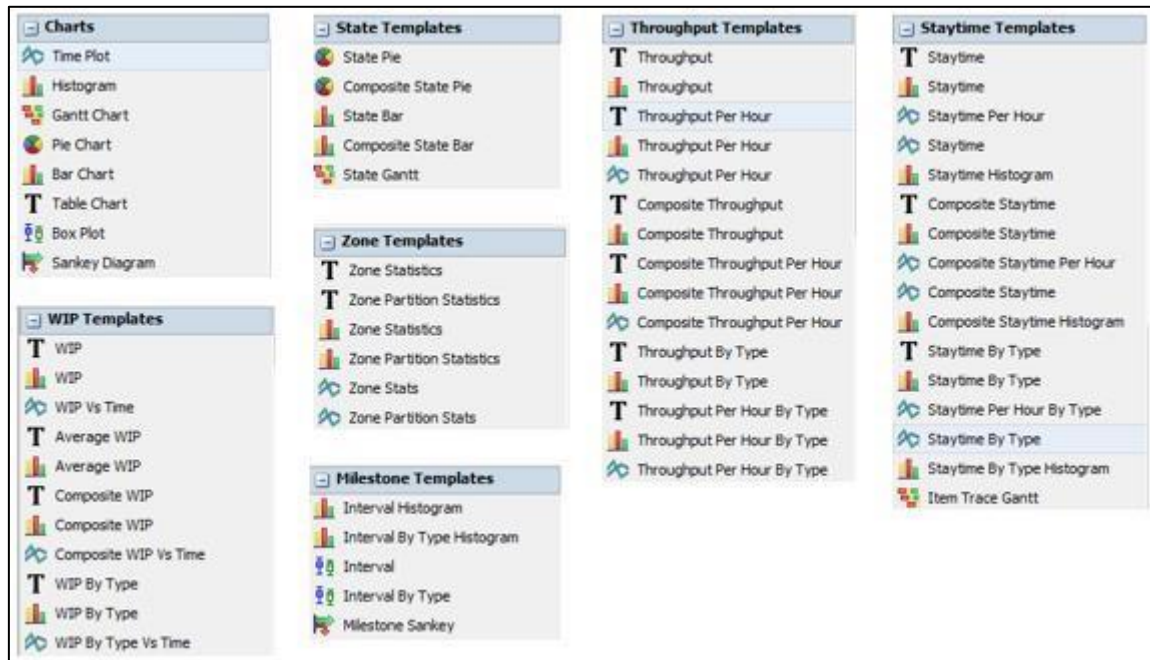
Fonte: Software Flexsim

Figura 20 - Exemplo de *layout* 3D com ponte rolante e esteiras transportadoras



Fonte: Software Flexsim

Quadro 6 - Relação de indicadores do Flexsim para avaliação de cenários



Fonte: *Software Flexsim*

Pelos motivos supracitados, o software Flexsim foi selecionado como preferencial para desenvolvimento e melhoria do abastecimento automatizado de processos produtivos.

3.4 Representação do cenário inicial

É importante construir um modelo do arranjo físico atual, para validar sua representatividade antes de construir cenários alternativos. O próprio cenário inicial serve como base para construção das alternativas e permite a comparação objetiva a partir da introdução de cada modificação.

Todo modelo de eventos discretos precisa de pelo menos uma fonte de entrada e outra de saída de entes. Matérias primas e componentes são representados por entes que entram no sistema a uma taxa pré-estabelecida por meio de fontes. Nelas são definidos o tipo e a frequência de entrada de cada ente. Pode-se associar etiquetas com informações utilizáveis pelos recursos do modelo para diferenciação, tais como tipo, ou para medição, tais como momento de entrada no sistema. Produtos processados deixam o modelo pelo elemento de saída, que marca o momento de saída de cada ente para contabilização de indicadores.

Fontes de entrada e saída delimitam a abrangência do modelo. Usar fontes de entrada para representar processos fornecedores fora de escopo, bem como usar fontes de saída para representar processos clientes fora de escopo são boas práticas para simplificar o modelo.

É importante representar devidamente as taxas de chegada quando houver intenção de avaliar o impacto de eventuais interrupções de fornecimento no sistema em estudo. Analogamente, as taxas de saída precisam de cuidado na sua representação principalmente quando filas que antecedem a saída dos entes forem limitadas, acarretando a parada de processos anteriores por falta de espaço. Caso a capacidade de fornecimento ou retirada seja superior a capacidade de processamento do sistema em estudo, as fontes de entrada e saída podem ter sua representação simplificada.

Em seguida é necessário representar os elementos que compõe o sistema produtivo no modelo. Os principais elementos a serem representados são processos, movimentadores, filas, estoques e obstáculos.

Alguns simuladores como FlexSim e Arena permitem a migração de desenhos em escala pré-existentes para dentro do modelo, o que facilita e aumenta a precisão de posicionamento de recursos sobre o *layout*. De qualquer forma, conferir dimensões e distâncias de elementos críticos no local real pode evitar surpresas indesejáveis.

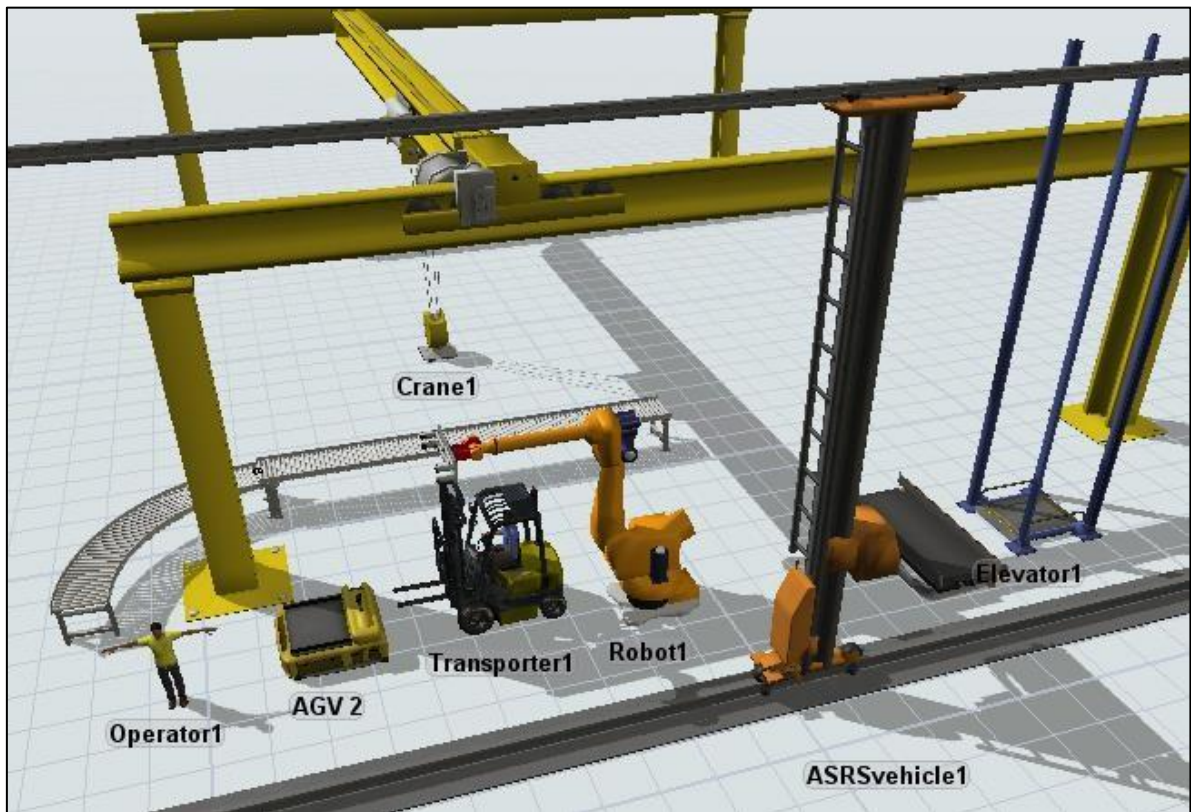
Ao desenhar filas de entrada e saída dos processos, considere suas capacidades máximas em número de entes de forma proporcional ao tamanho do ente em relação ao espaço disponível e possibilidades de arranjo, com o por exemplo, empilhamento.

A representação de recursos de processamento conta com uma biblioteca que contempla processadores, combinadores e separadores. Após adicioná-los ao modelo é necessário indicar dados de cada processo, com sua respectiva distribuição estatística, tais como tempo de processamento, tempo de *set-up*, entes processáveis por vez e tamanho de lote de produção. Informações sobre indisponibilidade de recurso como tempo médio entre falhas (MTBF) e tempo médio de reparo (MTTR) também podem ser simulados, trazendo maior fidelidade do modelo ao sistema produtivo real. Necessidade de recurso para operar processos e realizar *set-ups* também devem ser representadas nesta etapa.

No *software* Flexsim a representação da logística interna de um fluxo produtivo pode ser construída diretamente em um ambiente 3D. As distâncias entre os elementos do modelo podem ser editadas conforme as medidas reais ou ainda serem construídas diretamente sobre uma planta que pode ser carregada para o modelo através de arquivos do tipo .dxf ou .dwg. Imagens em .png, .jpg ou .bmp também são compatíveis.

O *software* conta com uma biblioteca para executores de tarefa, que podem ser operadores, empilhadeiras, AGVs, pontes rolantes, braços robóticos, elevadores e esteiras transportadoras (Figura 21). Estes são os principais recursos que podem movimentar os entes no modelo.

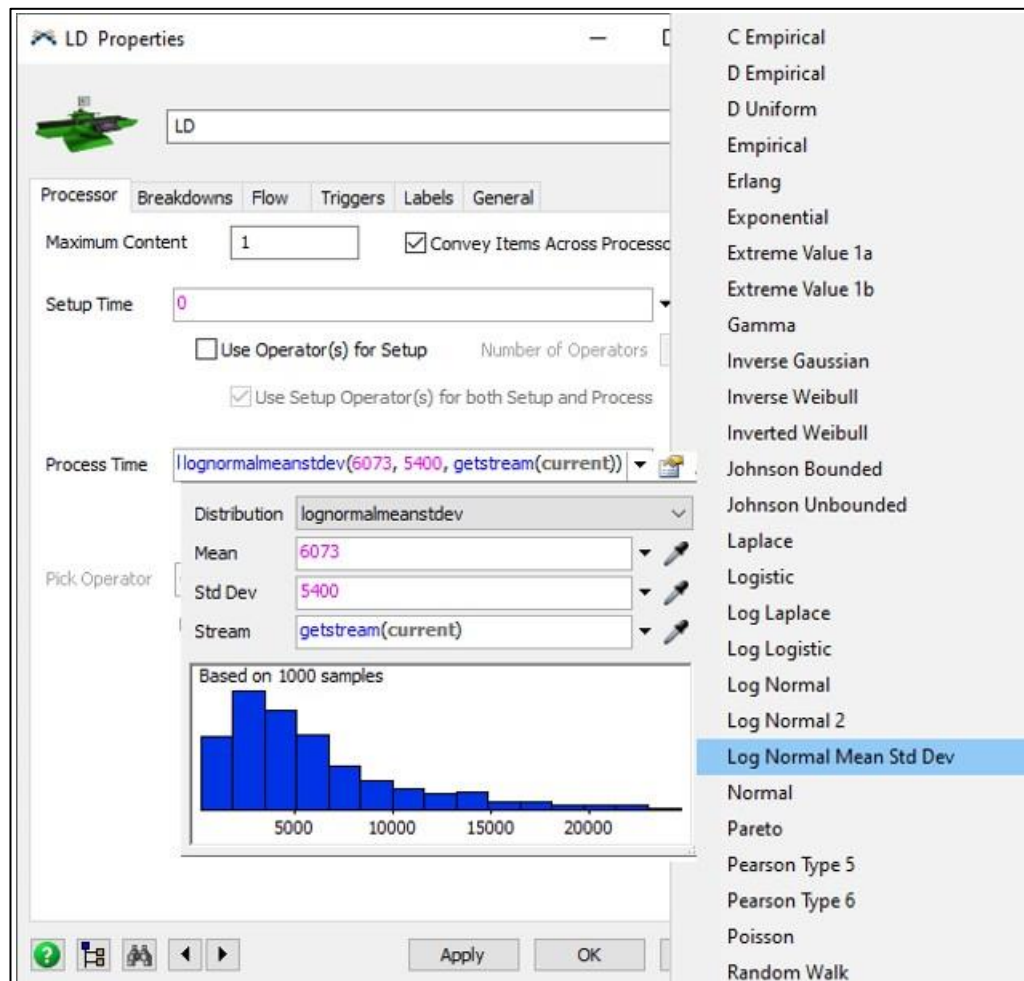
Figura 21 - Exemplos de recursos de movimentação interna pré-parametrizados



Fonte: *Software* Flexsim

Os processos representados no Flexsim contam com as seguintes variáveis para caracterização das atividades a serem modeladas: tempo de processamento, tempo de *set-up*, necessidade de operador para executar atividade, necessidade e tempo de recurso para carregar e descarregar o processo, tempo médio de reparo e tempo médio entre falhas, possibilidade de gravar características nos entes que passam pelo processo baseados em condições lógicas para uso posterior. A possibilidade de introduzir variação estatística (Figura 22) viabiliza a construção de modelos mais fiéis ao comportamento de um sistema real.

Figura 22 - Introdução de variação estatística no tempo de processamento



Fonte: Software Flexsim

O *software* Flexsim também permite a introdução de dados de movimentação tais como velocidades de deslocamento e tempos de carga e descarga com suas respectivas distribuições estatísticas bem como a capacidade de carga expressa pelo número de entes por viagem. Informações sobre indisponibilidade de recurso como tempo médio entre falhas e tempo médio de reparo também podem ser simulados, trazendo maior fidelidade do modelo ao sistema de movimentação real.

É comum que recursos de movimentação atendam a mais de um recurso produtivo, o que exige a explicitação de regras de priorização. Reproduzir a regra em vigor no comportamento real aumenta a aderência ao cenário inicial.

No caso de executores de tarefa, como transportadores, é necessário parametrizar a quantidade de entes carregáveis por viagem, velocidade, aceleração, desaceleração, tempo de carga e descarga, regras de priorização e, se aplicável, indisponibilidade por manutenção.

O desenho das rotas caracteriza as conexões possíveis entre recursos produtivos e de movimentação, indicando qual caminho cada ente que flui irá percorrer em cada situação. Diferentes famílias de produto podem exigir a passagem por processos distintos em sequências distintas.

É importante montar um painel com os indicadores selecionados para avaliar a representatividade do modelo em relação ao cenário inicial e posteriormente poder compará-lo com os cenários alternativos que serão gerados.

Uma vez concluído o modelo, simule o processo por um período suficiente para preencher todos os processos até a fonte de saída de entes e avalie sua estabilidade. Esse período de preenchimento é denominado “aquecimento”, já que os modelos se iniciam sem entes e isso interfere na eficiência quando comparado a um modelo preenchido.

Durante os testes é comum encontrar erros, entendê-los e saná-los por meio da comparação do comportamento da simulação com a situação real. É importante trazer pessoas envolvidas com o processo real para validar o comportamento do modelo que representa a situação atual.

Nesta etapa é comum o surgimento de diversas ideias para melhorias porque as restrições ao fluxo tornam-se visíveis. Anote-as para geração de cenários alternativos que só devem ser construídos após a validação do cenário inicial.

Existe a possibilidade de resultados atípicos devido a aleatoriedade estatística. Para sanar esta dúvida, simule o cenário com sementes aleatórias diferentes até perceber estabilização dos resultados. A identificação dos conflitos presentes nesses resultados atípicos também pode ser fonte de ideias para neutralizar variações.

3.5 Construção e seleção de cenários alternativos

A geração de cenários alternativos parte de adequações sobre uma cópia do cenário inicial para que seja possível comparar os diferentes resultados entre eles.

O *layout* tem grande influência sobre a movimentação interna de materiais. Nesse sentido, a primeira tentativa para melhorar o fluxo do sistema passa pelo reposicionamento dos processos na tentativa de reduzir as distâncias entre etapas consecutivas mais frequentes. Nem sempre existe a possibilidade de alterar a posição de processos, seja por questões técnicas ou financeiras, mas essa possibilidade deve ser esgotada, ainda que apenas para uma parte deles.

Dedicar a capacidade de grupos de recursos por família de produtos tende a resultar em maior fluidez. Ainda que exista flexibilidade de processar um único tipo de ente em vários recursos disponíveis, convém pré-definir qual a melhor opção para caracterizar a rota. A dedicação de recursos deve, prioritariamente, maximizar o fluxo como um todo, mais do que a eficiência individual de recursos de produção ou de movimentação. Por este motivo convém acompanhar a quantidade de entes que fluem pelo modelo durante o período simulado que deve ser o mesmo do cenário inicial.

Alguns conceitos relevantes para geração de cenários alternativos incluem:

- Processos gargalos podem ser protegidos de perdas por abastecimento com filas de entrada de tamanho suficiente para absorver ineficiências de processos anteriores ou de transporte;
- Lotes de transferência menores reduzem o tempo de travessia do ente pelo sistema, mas exigem maior frequência de transporte;
- Maior disponibilidade de recursos de apoio, como, por exemplo, manutenção, abreviam o reestabelecimento da condição normal de operação, diminuindo o tempo de resposta no caso de paralisações.

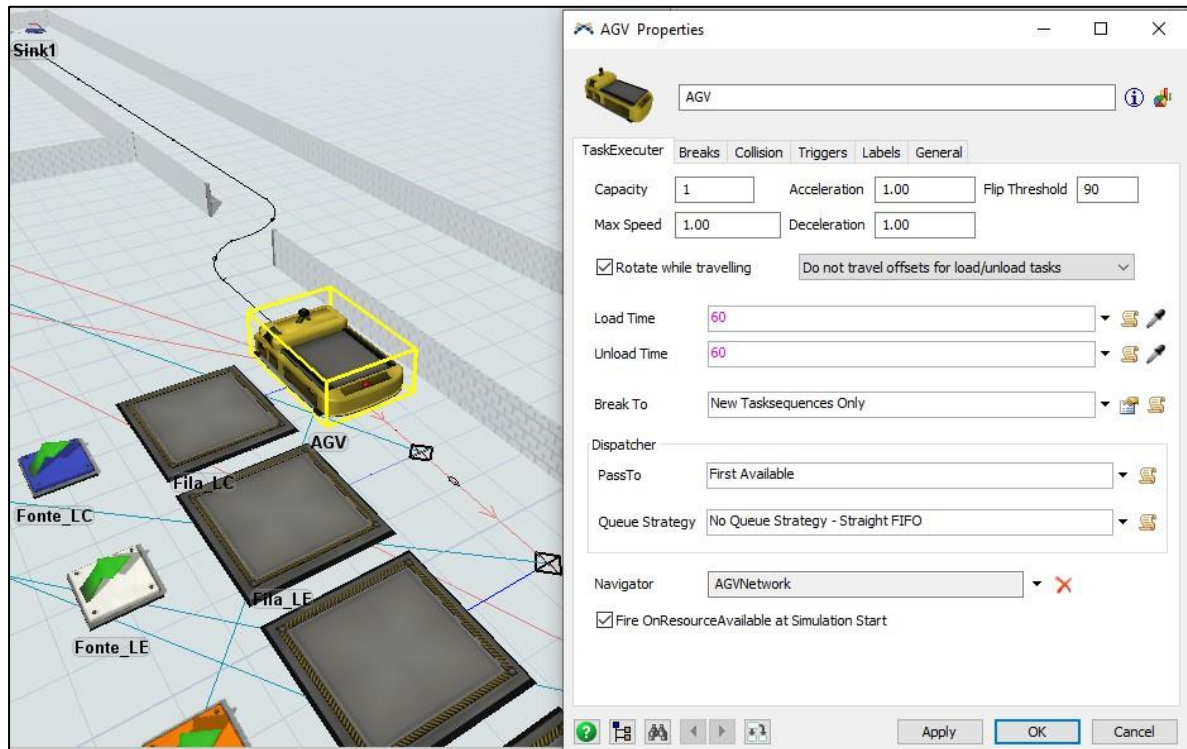
Identifique os pontos de retirada e entrega de material para cada processo e quantifique a frequência de movimentação a partir da demanda, ou em caso de muita variação desta, a partir da velocidade dos processos.

Separar os pontos de coleta e entrega por tipos de material ou serviço facilita a identificação de qual fluxo está sub ou sobre abastecido subsidiando decisões de rebalanceamento de recursos.

Separar ao menos dois lotes de transferência na entrada e dois na saída evita que processos parem por fila cheia na saída ou fila vazia na entrada. Desta forma uma posição de entrada permanece em consumo pelo processo enquanto a outra posição, se vazia, indica a necessidade de abastecimento para o movimentador, se cheia, indica que não há necessidade de abastecimento. Analogamente, na saída, uma posição para formação do lote de transferência e a outra, se cheia, indica que o movimentador precisa coletar, se vazia, não há necessidade de coleta.

Após as adequações de *layout*, substitua os recursos de movimentação convencionais do cenário inicial pelos AGVs. No Flexsim é possível parametrizar a quantidade de entes transportados por viagem, velocidade de deslocamento, aceleração e desaceleração, tempo de carga e descarga e regras de priorização (Figura 23).

Figura 23 - Janela de parametrização de AGV



Fonte: Software Flexsim

Regras de priorização são importantes para garantir fluidez dos materiais ao longo da cadeia de valor. Quando temos fluxos lineares e balanceados, sem bifurcações ou agrupamentos, a prioridade pode ser definida no início do fluxo e seguida a jusante, sem necessidade de priorizações subsequentes. Entretanto, quando esta condição não está presente, onde diversas famílias de produto compartilham recursos, regras de priorização podem se tornar mais complexas.

No Flexsim as regras de priorização podem ser substituídas por lógicas personalizadas que permitem, para o caso específico de AGVs, avaliar consumo de bateria, necessidade de estacionar para carregar e considerar estas informações na alocação individual de cada AGV que atue no modelo.

Caso esteja considerando o uso de AGVs que se deslocam sobre trilhos, existe a necessidade de desenhá-los no modelo, associando os pontos de coleta e entrega a pontos de controle na rota. Habilitar o deslocamento em ambos os sentidos do trilho tende a melhorar a eficiência do transportador especialmente quando houver apenas um veículo em operação no circuito por não haver risco de colisão.

AMRs não precisam de rotas pré-definidas, pois buscam automaticamente as menores distâncias. Nesse caso, os objetos sujeitos a colisão precisam ser indicados para que o transportador respeite as limitações de deslocamento.

Algumas recomendações para a construção e seleção de cenários alternativos incluem:

- Renuncie a máxima eficiência de processos não gargalo para melhor fluidez de materiais ao longo do fluxo;
- Quando houver necessidade de redução do tempo de ciclo de abastecimento, considere a aplicação de rotas desacopladas utilizando áreas de transferência entre o processo fornecedor e o processo cliente;
- Busque as menores distâncias entre processos e as menores incidências de cruzamentos entre fluxos. Para tanto, dedique recursos específicos para movimentação. Procure concentrar as atividades de movimentação a recursos específicos, como agentes de fluxo, de forma balanceada para que os recursos produtivos se concentrem em agregar valor;
- Após a geração dos diversos cenários, avalie quais entregam os melhores resultados nos indicadores de interesse selecionados na primeira etapa. Nesta etapa é importante avaliar também o custo de implementação em relação ao benefício obtido quando comparado ao cenário inicial;
- Alguns ganhos intangíveis, como a redução de acidentes e melhora da ergonomia também devem ser considerados em conjunto com os ganhos financeiros.

3.6 Exemplo de aplicação

Este modelo foi concebido a partir da identificação de oportunidade de melhoria de movimentação de materiais em uma fábrica de produtos alimentícios. O escopo inclui as cinco principais linhas de produção da fábrica. As linhas são independentes entre si, cada uma dotada de uma fila para entrada de lotes de materiais de embalagem e outra para saída de lotes de produtos acabados.

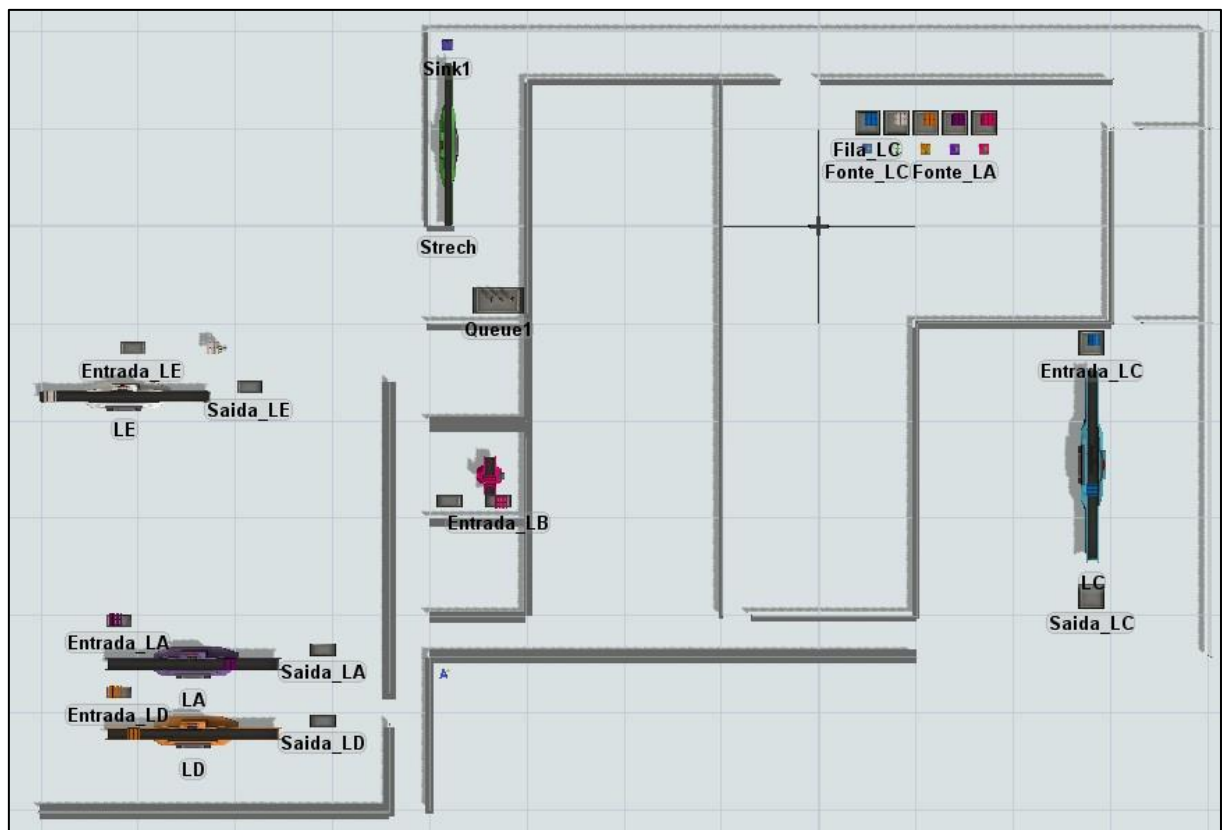
Os lotes de materiais de embalagem são separados, conforme a programação de produção, em subconjuntos que são disponibilizados sobre um palete em filas próximas ao armazém de materiais de embalagem para posterior transferência, realizada por um colaborador do armazém de embalagem, às respectivas linhas de destino com uma paleteira manual.

Após o processamento, as linhas disponibilizam os lotes de produtos acabados sobre um palete em uma fila de saída próxima do final de cada linha. Os lotes de produto acabado são então transferidos até a área de saída, onde os paletes são revestidos por filme plástico denominado *Strech* com auxílio de um equipamento que por sua vez disponibiliza os lotes para armazenamento no estoque de produtos acabados.

Inicialmente, a movimentação dos lotes de material de embalagem do armazém para as linhas é realizada por um colaborador da logística interna com auxílio de paleteiras manuais. Já a movimentação de lotes de produto acabado para a área de saída a partir das linhas A e D é realizada por um colaborador enquanto as linhas B, C e E tem um colaborador cada para esta atividade que também utiliza paleteiras manuais.

O *layout* da operação pode ser visualizado na Figura 24.

Figura 24 - *Layout* da operação



Fonte: Software Flexsim

O modelo apresentado foi construído seguindo os passos descritos na seção 3.4 com auxílio do *software* Flexsim.

A representação do *layout* está baseada em medidas coletadas na fábrica.

Os tempos de processamento foram simulados considerando as distribuições apresentadas na Tabela 1.

Os parâmetros considerados tanto para as movimentações manuais quanto para as movimentações realizadas pelos AGVs nos cenários alternativos estão disponíveis na Tabela 2.

As atividades realizadas pelo movimentador podem ser divididas em sete estados: carregar o palete na origem, transportar o palete até o destino, descarregar o palete no destino, deslocar sem carga para o próximo ponto de coleta, bloqueado, indisponível e ocioso.

A regra de priorização aplicada para os movimentadores foi o FIFO e sua rota foi orientada pelo algoritmo *AStar* que prioriza as menores distâncias da origem ao destino e considera desvio dos elementos fixos no *layout*, como paredes e equipamentos.

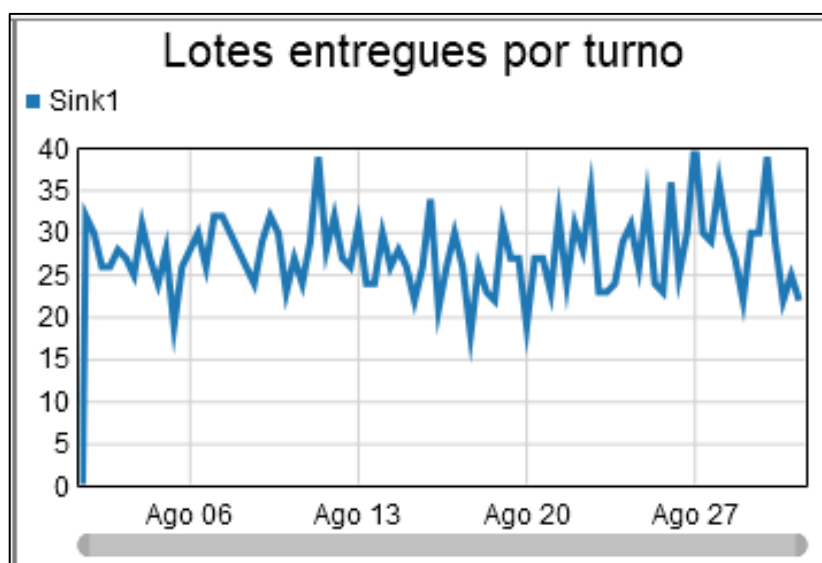
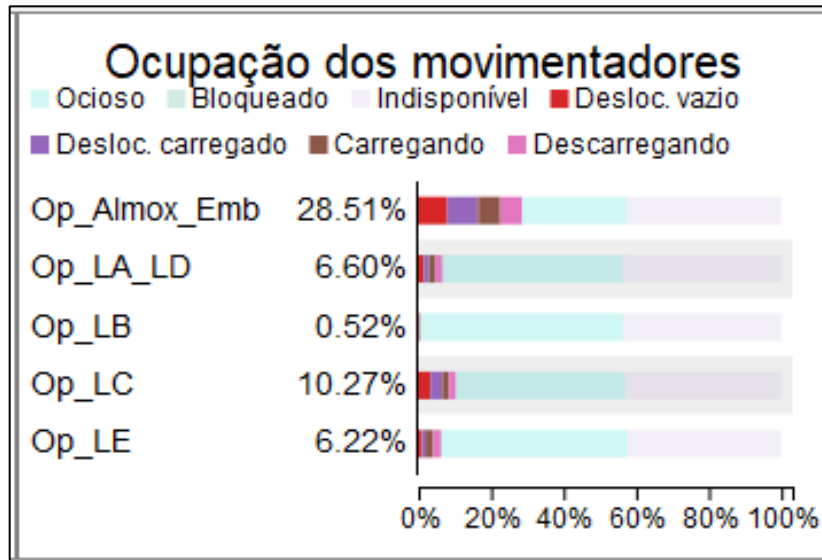
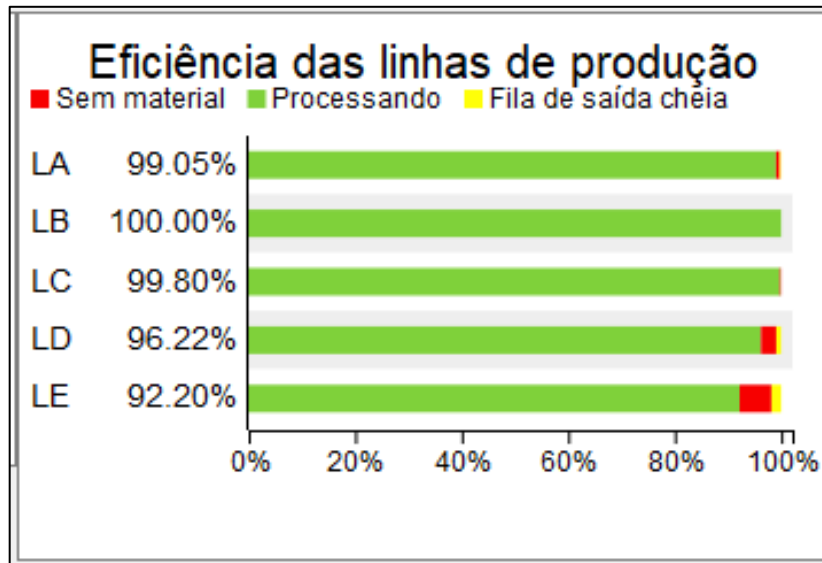
A simulação do cenário inicial entregou 2513 lotes no período simulado, o que se mostrou compatível com a quantidade entregue no histórico dos dados para período semelhante, o que corrobora a validade do cenário. Os resultados podem ser vistos na Figura 25.

Os resultados evidenciam perdas de eficiência por falta de material em 4 das 5 linhas de produção ainda que a ocupação dos movimentadores tenha sido baixa.

Três cenários alternativos utilizando AGVs do tipo trilho sobre uma mesma rota que totaliza 310 metros foram então concebidos. Nos cenários alternativos as filas de entrada e saída de materiais para as linhas foram alinhadas e tiveram sua capacidade ajustada para 2 lotes nas linhas A, B e D. As linhas de maior volume, C e E, tiveram suas filas de entrada ajustadas para 4 e 3 lotes respectivamente. O *layout* pode ser visto na Figura 26. O tempo de carga e descarga, velocidade de deslocamento, aceleração e desaceleração, foram mantidos conforme o cenário inicial uma vez que eram compatíveis com o AGV pretendido.

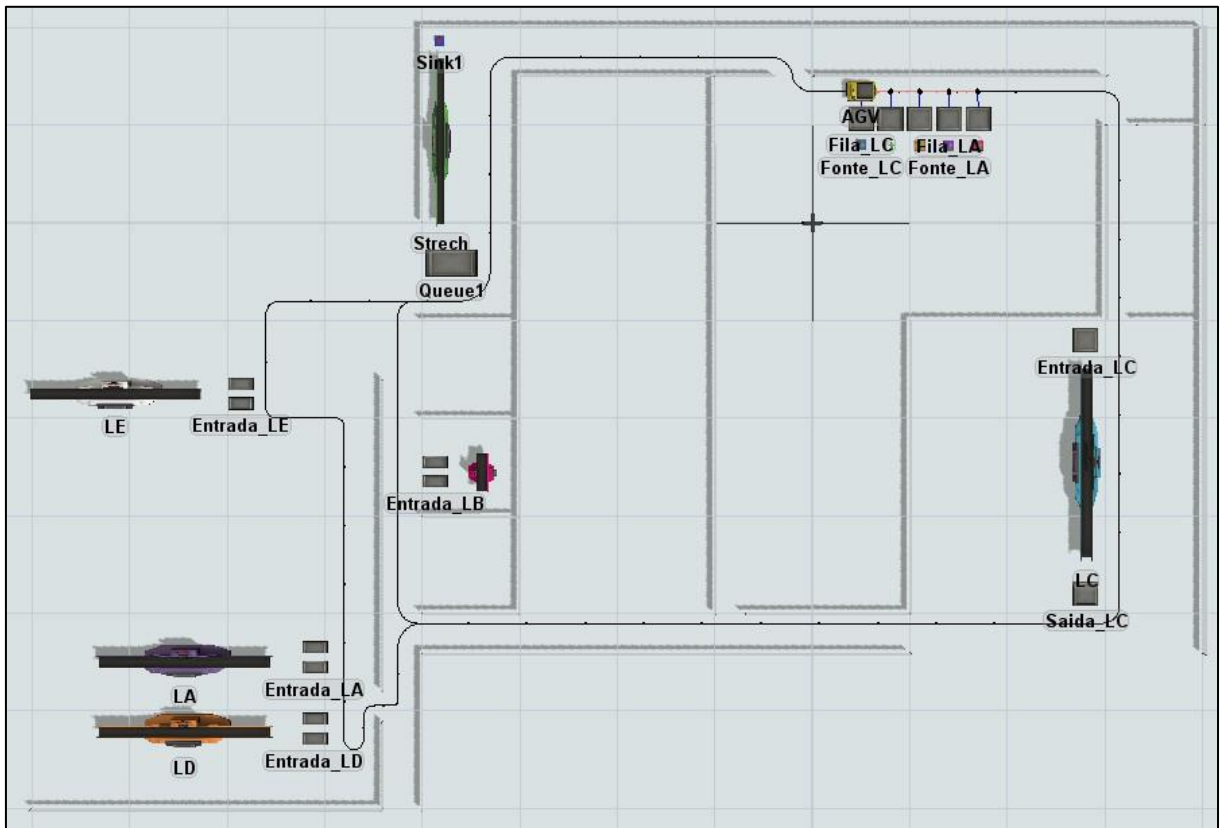
O primeiro cenário considerou deslocamento contínuo, onde o AGV circulou ininterruptamente no sentido horário. A cada passagem por um ponto de coleta verificava a disponibilidade do material para entrega. Caso não houvesse material a levar, seguia para o ponto seguinte da rota. Nesta configuração foram entregues 2509 lotes. Os resultados da simulação podem ser visualizados na Figura 27.

Figura 25 - Resultados da simulação do cenário inicial



Fonte: Software Flexsim

Figura 26 - *Layout* dos cenários alternativos



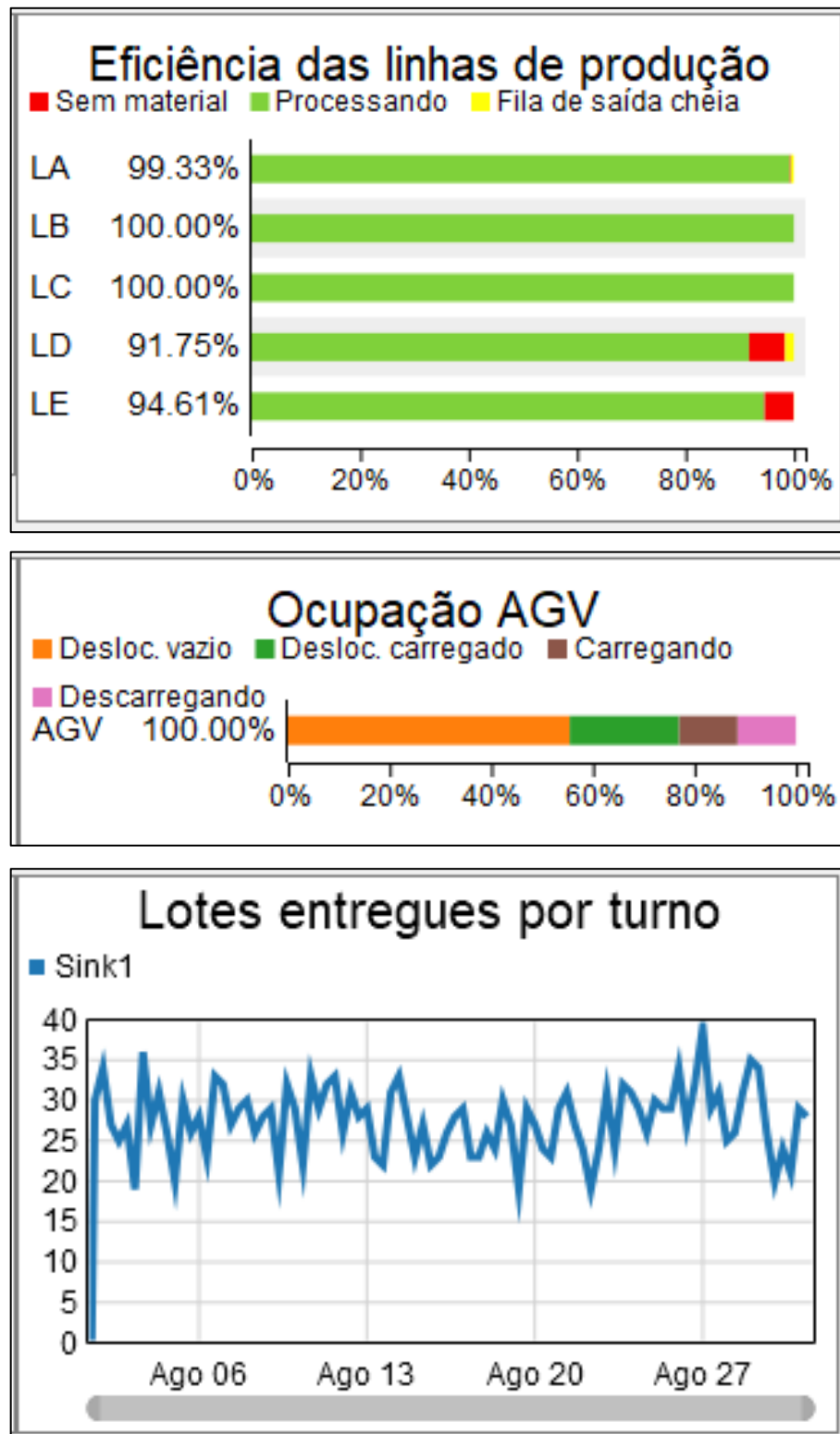
Fonte: *Software* Flexsim

Em relação ao cenário inicial, configuração do cenário 1 apresentou melhor eficiência das linhas de maior demanda C e E enquanto se mantiveram nas linhas A e B, entretanto, houve piora de eficiência para a linha D.

Para o cenário 2, o AGV passou a deslocar-se apenas mediante necessidade disparada por presença de lotes na fila, o que poderia ser reproduzido em ambientes reais com sensores nas filas de saída conectados ao AGV. A regra de priorização aplicada foi FIFO e o sentido de deslocamento foi permitido apenas no sentido horário da rota. Essa configuração entregou 2585 lotes. Os resultados estão disponíveis na Figura 28.

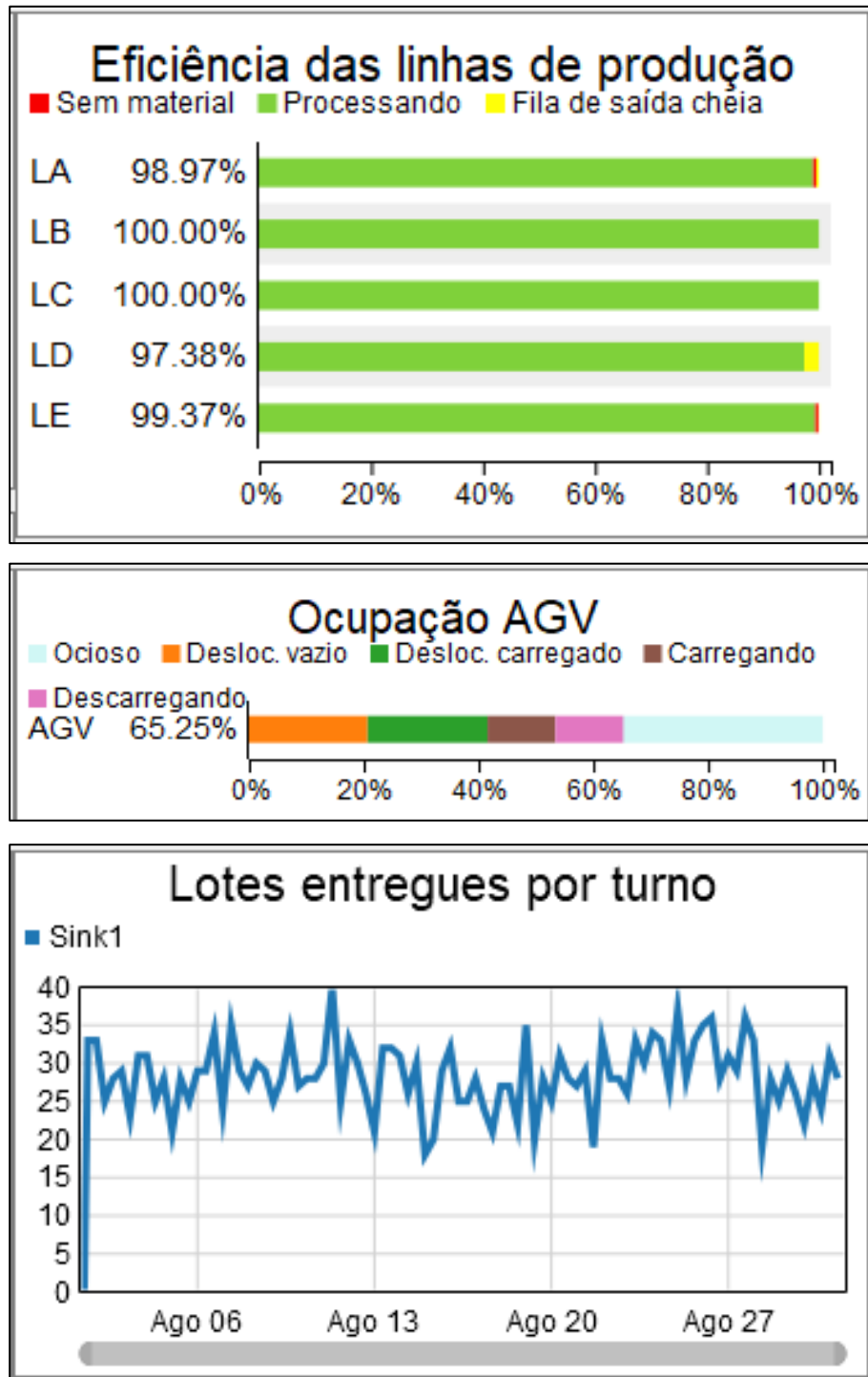
O cenário 2 apresentou resultados melhores de eficiência nas linhas C, D e E, mantendo a eficiência nas linhas de menor demanda, A e B, em 99% e 100% respectivamente. O AGV ficou 35% do tempo parado, o que economizaria energia em comparação ao cenário anterior.

Figura 27 - Resultados do cenário 1



Fonte: Software Flexsim

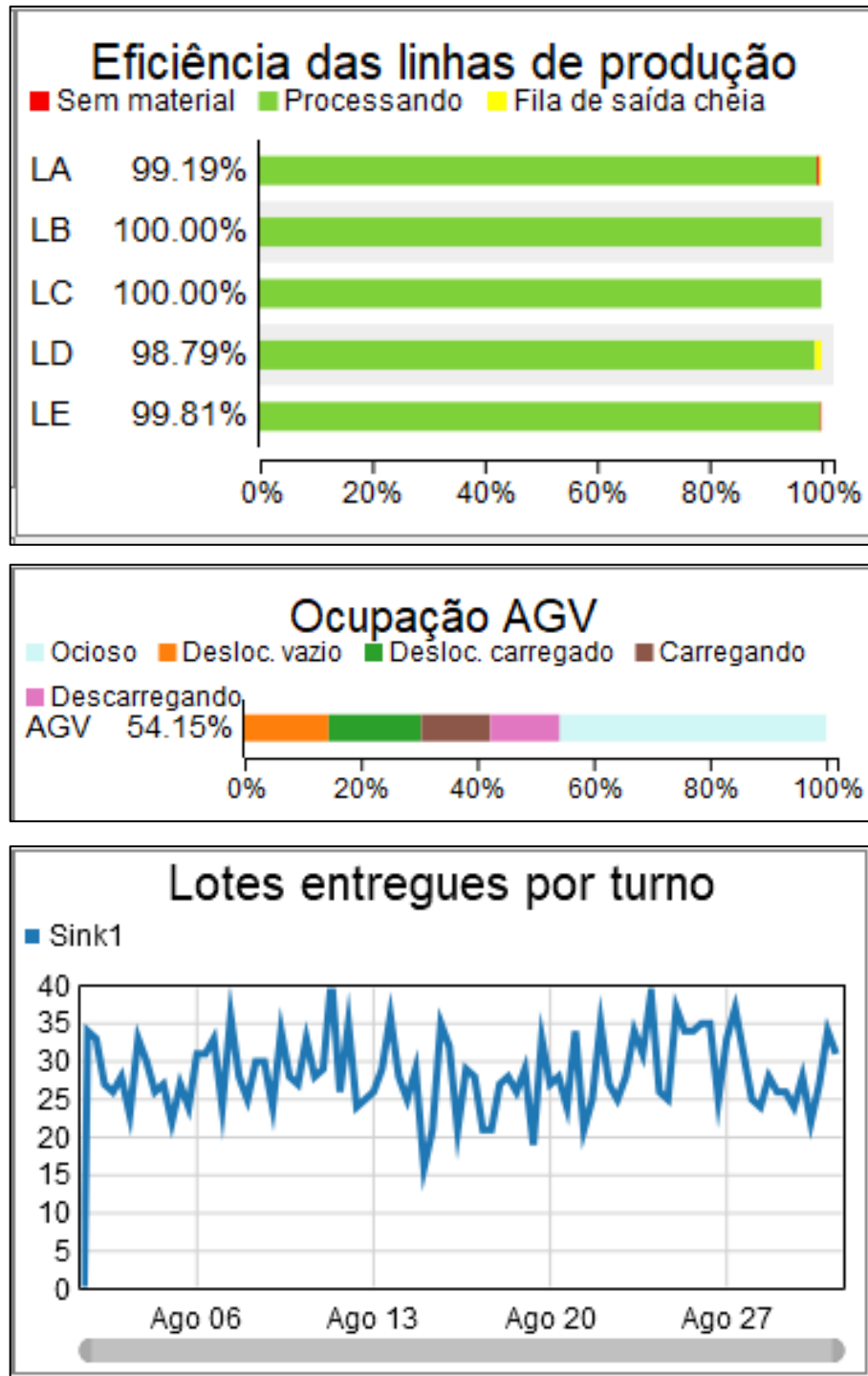
Figura 28 - Resultados do cenário 2



Fonte: Software Flexsim

Para o terceiro cenário foi considerada a possibilidade de deslocamento em ambos os sentidos da rota, o que foi escolhido para cada viagem pelo critério de menor distância. Nesta configuração foram entregues 2594 lotes. Os resultados podem ser vistos na Figura 29.

Figura 28 - Resultados do cenário 2



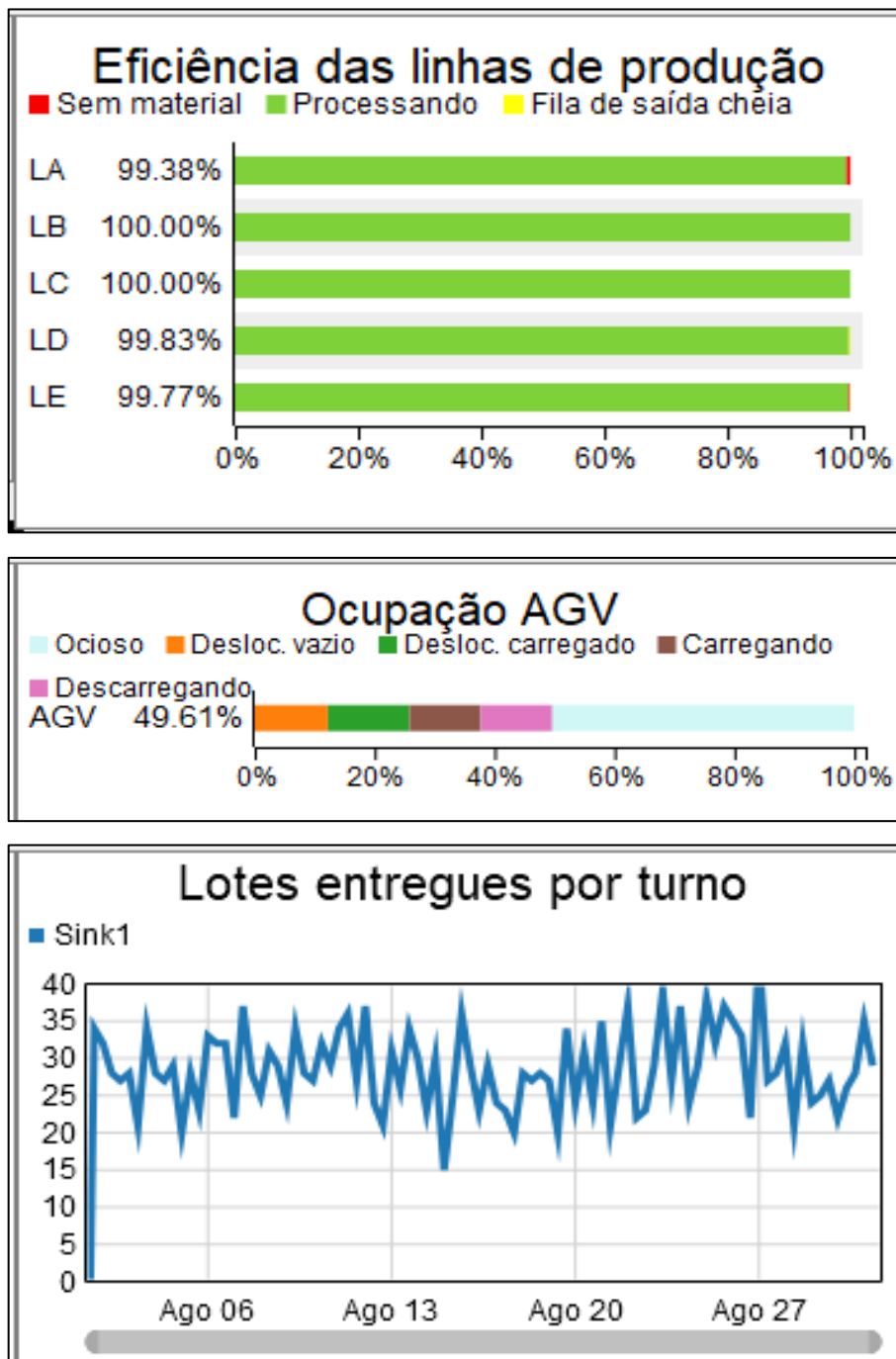
Fonte: Software Flexsim

O terceiro cenário apresentou o resultado superior aos anteriores em termos de eficiência das linhas de produção e consumo de energia por parte do AGV, que ficou 45% do tempo ocioso.

Para testar o conceito de veículo livre, foi concebido um quarto cenário, onde a movimentação de materiais foi realizada sem a necessidade de trilhos. A movimentação do

AMR foi regida pelo algoritmo A-Star para determinação da rota mais curta em cada situação e levando em conta as paredes como obstáculos a serem evitados. O cenário 4 entregou 2.596 lotes ao longo dos 93 turnos simulados. Demais resultados estão disponíveis na Figura 30.

Figura 30 - Resultados do cenário 4



Fonte: Software Flexsim

A Tabela 3, que sumariza os resultados de todos os cenários, indica que o cenário 4 foi o que apresentou os melhores resultados em termos de eficiência das linhas de produção e número de lotes processados. Nesse cenário também se observa que o AGV apresenta a menor ocupação de tempo, o que se reflete em menor consumo de energia.

Tabela 3 - Comparativo dos resultados dos cenários

Cenário	Lotes processados	Eficiência das linhas					Ocupação dos recursos de movimentação					
		LA	LB	LC	LD	LE	AGV	Op. Almox. Emb.	Op. LA / LD	Op. LB	Op. LC	Op. LE
inicial	2513	99,05%	100,00%	99,80%	96,22%	92,20%		28,51%	6,60%	0,52%	10,27%	6,22%
1	2509	99,33%	100,00%	100,00%	91,75%	94,61%	100,00%					
2	2585	98,97%	100,00%	100,00%	97,38%	99,37%	65,25%					
3	2594	99,19%	100,00%	100,00%	98,79%	99,81%	54,15%					
4	2596	99,38%	100,00%	100,00%	99,83%	99,77%	49,61%					

Fonte: o autor (2024)

Testes realizados com 10 sementes aleatórias diferentes em cada um dos cenários não mostraram alterações significativas nos resultados, o que sugere que o tamanho de amostra de 93 turnos foi adequado.

Dada a baixa frequência de solicitação, a variação das regras de priorização não influenciou significativamente nos resultados dos cenários.

3.7 Análise de viabilidade financeira

A viabilidade financeira de implementar movimentação automatizada é apresentada neste estudo considerando o tempo para retorno do investimento associado a redução dos custos de operação.

Os custos de movimentação manual partem da premissa de haver um operador dedicado a retirada de lotes para cada linha ou grupo de linhas próximas, como as linhas A e D, além de uma pessoa do armazém de embalagens dedicada a entrega de lotes de material de embalagem para essas linhas. Os custos por pessoa incluem encargos e impostos associados.

Os custos de linha parada por falta de movimentação foram calculados considerando-se apenas a perda de aproveitamento da força de trabalho do contingente de operadores diretos das linhas de produção multiplicados pelo acréscimo de eficiência entre o cenário inicial e o cenário 4. Na presente análise não foram consideradas perdas associadas a perda de vendas ou de utilização de equipamentos.

Tanto a empresa Automini quanto a empresa Selettra cobram uma taxa de implementação e uma taxa de manutenção mensal. Em ambos os casos, a taxa de manutenção garante a operação ininterrupta do AGV bem como toda e qualquer necessidade associada a manutenção do equipamento seja mão de obra seja troca de peças, inclusive baterias.

Para a análise foi considerada a implementação do veículo autônomo LS1000 (Figura 8), que apresentou o menor custo de implementação e de operação, aplicado no quarto cenário simulado em comparação com o cenário inicial.

A Tabela 4 apresenta os dados e cálculos para o tempo para retorno do investimento.

Tabela 4 - Retorno do investimento de implementação de movimentação automatizada

Cenário	Referência	Descrição	Valor	Unidade	Cálculo (Ref.)
Inicial	A	Custo de mão de obra de movimentação	3.752	R\$/pessoa/mês	
	B	Mão de obra na movimentação	5	peessoas	
	C	Custo operacional de movimentação manual	18.760	R\$/mês	A x B
	D	Custo de mão de obra das linhas	3.933	R\$/pessoa/mês	
	E	Mão de obra nas linhas	72	peessoas	
	F	Custo de linha parada por falta de movimentação	9.345	R\$/mês	G x D x E
	G	% de aumento de produção entre cenários (2596/2513 lotes)	3,30%	%	
4	H	Custo operacional de movimentação automatizada	12.000	R\$/mês	
	I	Diferença de custo de operação entre os cenários	16.105	R\$/mês	C - H + F
	J	Custo de implantação de movimentação automatizada	208.500	R\$	
	K	Tempo para retorno do investimento	12,9	meses	J / I

Fonte: o autor (2024)

Considerando que a empresa Selettra fraciona o pagamento do investimento inicial em 12 meses e a taxa de retorno do investimento é de 12,9 meses, pode-se considerar que o ganho obtido pela movimentação automatizada se paga ao longo do primeiro ano de operação, sem impacto significativo no fluxo de caixa da contratante além de proporcionar um ganho mensal de R\$ 16.105 a partir do 14º mês. Nestas condições, seria aconselhável adotar a tecnologia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do modelo proposto em um grupo de processos de uma indústria alimentícia permitiu a representação do cenário inicial e a proposição de cenários alternativos comparáveis por meio de indicadores de eficiência dos recursos produtivos e de movimentação. Os cenários propostos apresentaram resultados de eficiência melhores tanto dos recursos produtivos quanto dos recursos de movimentação, corroborando o atendimento do objetivo geral proposto por este estudo.

A seleção dos indicadores de eficiência das linhas de produção, ocupação dos recursos de movimentação e quantidade de lotes entregues por turno permitiu a validação do cenário inicial ao equiparar-se com as condições reais de acordo com os dados históricos. Esses indicadores também foram suficientes para comparar os cenários simulados ao tornar a escolha da melhor alternativa mais objetiva, o que valida o atingimento do primeiro objetivo específico proposto.

Dados coletados conforme proposto na seção 3.2 possibilitaram a confirmação do objetivo específico de construção representativa de modelos simulados.

O objetivo específico de selecionar o software de simulação mais adequado para solução de problemas relacionados a movimentação de materiais foi atingido a partir da comparação entre softwares de simulação, que destacou o FlexSim como mais adequado para a presente pesquisa.

A sequência de execução proposta nas seções 3.4 e 3.5 atingiu o objetivo de construir um modelo representativo do estado inicial, gerar cenários alternativos e selecionar o mais adequado para a aplicação.

O exemplo de aplicação possibilitou o teste do método proposto ao evidenciar ineficiências nas linhas de produção devido à falta de material. Os cenários alternativos demonstraram melhorias em termos de eficiência das linhas de produção, aproveitamento dos recursos de movimentação e economia de energia.

A alternativa de movimentação com AGV do tipo veículo livre, apresentada no quarto cenário, mostrou-se mais vantajosa tanto sob o ponto de vista de eficiência das linhas quanto da quantidade de lotes entregues durante o período simulado. Esta alternativa também é

vantajosa em relação ao tempo e custo de implementação, pois dispensa a instalação de trilhos energizados.

Ainda o AGV apresente falhas que não sejam prontamente solucionadas pelo fornecedor, conforme previsto no serviço de manutenção oferecido, a operação de movimentação pode ser prontamente reestabelecida de forma manual, com as paletes hidráulicas presentes no cenário inicial, já que a solução apresentada não requer nenhuma modificação da infraestrutura.

A viabilidade financeira da aplicação da solução, apresentada na seção 3.7, sustenta a recomendação para sua implementação. Ao avaliar a viabilidade de implementação de sistemas automatizados vale ressaltar a importância de também considerar ganhos intangíveis, como a redução de acidentes e melhoria da ergonomia. Outras vantagens associadas a um transporte automatizado incluem menores taxas de erro e maior confiabilidade de entrega devido a independência de fatores humanos.

O uso de simulação como ferramenta de apoio possibilitou antecipar a viabilidade prática e a quantificação dos resultados para recomendar possíveis caminhos para empresas que buscam otimizar a movimentação de materiais em seus processos produtivos.

Em resumo, a dissertação destaca a relevância da simulação de eventos discretos e do uso de AGVs como ferramentas eficazes para melhorar a eficiência e a produtividade dos sistemas produtivos, ao mesmo tempo que destaca a importância de considerar aspectos qualitativos na tomada de decisões. Esses achados têm o potencial de contribuir para o aprimoramento da logística interna e da gestão de processos arranjados em linha, célula ou funcionais.

A presente pesquisa não avaliou o impacto do carregamento de bateria para o AGV no último cenário, lacuna que pode ser explorada em futuras pesquisas ainda que a ociosidade de mais de 50% do tempo do AGV nesse cenário permita inferir que esse tempo seria suficiente para carregamento da bateria sem afetar a operação.

A ociosidade observada pelo AGV nos dois últimos cenários abre a possibilidade para melhor aproveitamento desse tempo em estudos futuros. A avaliação de cenários que considerem o atendimento de outras três linhas de produção ao longo da rota pode ser uma alternativa viável.

Outra possibilidade de pesquisa futura é a de considerar o uso de um AGV com maior capacidade de carga, o que possibilitaria aumento do lote de transferência e consequente redução da frequência de viagens.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, R. D.; LAGE JR., M. **Aplicação de AGV (automated guided vehicle) na movimentação de materiais com apoio de simulação**: uma revisão sistemática da literatura. XLII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Anais, Foz do Iguaçu, Brasil: 2022.
- BAKER, K. R.; KANET, J. J. **Scheduling subject to precedence constraints and a single machine resource constraint**. Naval Research Logistics Quarterly, 28(3), 485-495, 1981
- BAKER, K. R.; BERTRAND, J. W.; KANET, J. J. **Sequencing with due date assignment: A review**. Operations Research, 31(6), 902-916, 1983
- BIRKMAIER, A.; OBEREGGER, B.; FELSBERGER, A.; REINER, G.; SIHN, W. **Towards a robust digital production and logistics network by implementing flexibility measures**. 54th CIRP CMS 2021 - Towards Digitalized Manufacturing 4.0, Viena, Áustria, v. 104, p. 1310–1315, 2021.
- BITSCH, G.; SCHWEITZER, F. **Selection of optimal machine learning algorithm for autonomous guided vehicle's control in a smart manufacturing environment**. Leading manufacturing systems transformation – Proceedings of the 55th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2022, v. 107, p. 1409–1414, 2022.
- BOHÁCS, G.; GYÖRVÁRY, Zs.; GÁSPÁR, D. **Integrating scheduling and energy efficiency aspects in production logistic using AGV systems**. IFAC-PapersOnLine, v. 54, n. 1, p. 294–299, 2021.
- CHUNG, C. A. (org.). **Simulation Modeling Handbook: A Practical Approach**. 1st edition ed. Boca Raton CRC Press, Flórida, EUA, 2003.
- COELHO, F.; RELVAS, S.; BARBOSA-PÓVOA, A. P. **Simulation-based decision support tool for in-house logistics: the basis for a digital twin**. Computers & Industrial Engineering, v. 153, p. 107094, 2021.
- COSTA, A. F.; CARVALHO, M. do S.; HENRIQUES, M.; FERREIRA, P. V. **Strategy for the introduction of autonomous driving technologies: a case study in the logistics area of an automotive company**. International Conference on Industry Sciences and Computer Science Innovation, v. 204, p. 337–345, 2022.
- DRAGANJAC, I.; PETROVIĆ, T.; MIKLIĆ, D.; KOVAČIĆ, Z.; ORŠULIĆ, J. **Highly scalable traffic management of autonomous industrial transportation systems**. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. v. 63, p. 101915, 2020.
- DRESCH, A.; LACERDA, D.; ANTUNES, J. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**, Editora Bookman. Edição do Kindle, Porto Alegre, Brasil, 2020.
- FAZEKAS, T., AMR Automini. 2023. Disponível em: <https://automni.com.br/>. Acesso em 09 set 2023.

FRAGAPANE, G.; DE KOSTER, R.; SGARBOSSA, F.; STRANDHAGEN, J. O. **Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics**: Literature review and research agenda. *European Journal of Operational Research*, v. 294, n. 2, p. 405–426, 2021.

FRIES, C.; WIENDAHL, H.-H.; ASSADI, A. A. **Design concept for the intralogistics material supply in matrix productions**. *Enhancing design through the 4th Industrial Revolution Thinking*, Stutgard, Alemanha. v. 91, p. 33–38, 2020.

GHINATO, P. **Gestão de fluxo**: a essência da gestão de operações Lean. VIII Congresso de Sistemas Lean – Em Busca da Excelência do Fluxo de Valor. UFSC, Florianópolis, Brasil, 2018.

GRIJALVA, G.; CHÁVEZ, D.; CAMACHO, O. **Material distribution with mobile Robots in na industrial environment**: System design and simulation. *IFAC PapersOnLine 51-13* p. 650–655, Elsevier, Quito, Equador, 2018

GUDEHUS, T.; KOTZAB, H. **Comprehensive Logistics**. 2^o edição. [S. l.]: Ed. Springer, 2012.

GUNAL, M. M. **Simulation for the Better**: The Future in Industry 4.0. Springer Series in Advanced Manufacturing book series (SSAM): Springer, Cham., p. 276-283, Istanbul, Turquia, 2019.

HALL, N. G.; SRISKANDARAJAH, C. **On Johnson's NEH-like heuristic for the three-machine flow-shop problem**. *Operations Research Letters*, 10(5), 273-281, 1991.

HERROELEN, W.; LEUS, R.; DEMEULEMEESTER, E. **Project scheduling**: A research handbook. Springer Science & Business Media. (2002).

JOHNSON, S. M. **Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included**. *Naval Research Logistics Quarterly*, v. 1, n. 1, p. 61–68, 1954.

KAIBLINGER, A.; WOSCHANK, M. **State of the Art and Future Directions of Digital Twins for Production Logistics: A Systematic Literature Review**. *Basiléia, Suécia: Applied Sciences*, v. 12, n. 2, p. 669, 2022.

KŁOSOWSKI, G.; GOLA, A.; AMILA, T. **Computational Intelligence in Control of AGV Multimodal Systems**. 16th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing INCOM 2018, Lublin, Polônia, v. 51, n. 11, p. 1421–1427, 2018.

KLUSKA, K.; PAWLEWSKI, P. **The use of simulation in the design of Milk-Run intralogistics systems**. *Symposium on Information Control Problems in Manufacturing INCOM 2018*. *Posnânia, Polônia: Science Direct*. p. 1428–1433, 2018.

KRÄ, M.; HÖRBRAND, S.; SCHILP, J. **Dynamic production control for flexibility in Cyber-Physical Production Systems using an autonomous transport system**. *Liubliana, Eslovênia: Science Direct, CIRP*, v. 81, 52nd Conference on Manufacturing Systems (CMS) p. 1160–1165, 2019.

KRAJEWSKI, L. J.; MALHOTRA, M. K.; RITZMAN, L. P.; YAMAMOTO, S. M.; LEAL, F. **Administração de produção e operações**. 11^a edição. [S. l.]: ed. Pearson Universidades, 2018.

LI, G.; YANG, S.; XU, Z.; WANG, J.; REN, Z.; LI, G. **Resource allocation methodology based on object-oriented discrete event simulation: A production logistics system case study.** CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, v. 31, p. 394–405, 2020.

LI, M.; HUANG, G. **Production-intralogsitics synchronization of industry 4.0 flexible assembly lines under graduation intelligent manufacturing system.** Hong Kong, China, International Journal of Production Economics, v. 241, p. 108272, 2021.

MACHADO, M. **Simulação 1** - Flexsim: Material do treinamento de Simulação 1, Campinas, Brasil, 2021.

MAYR, A.; WEIGELT, M.; KÜHL, A.; GRIMM, S.; ERLI, A.; POTZEL, M.; FRANKE, J. **Lean 4.0 - A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0.** Nuremberga, Alemanha: Science Direct, v. 72, 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, p. 622–628, 2018.

MELNYCHUK, O.; RACHNER, J.; KAVEN, L.; GÖPPERT, A.; SCHMITT, R. H.; TOLIO, T. **Evaluation of Material Shortage Effect on Assembly Systems Considering Flexibility Levels.** Leading manufacturing systems transformation – Proceedings of the 55th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2022, v. 107, p. 966–971, 2022.

MONDEN, Y.; KLIPPEL, A., F.; ANTUNES JR., J., A., V.; MENEZES, R., S., **Sistema Toyota de Produção: Uma Abordagem Integrada ao Just in Time**, 4ª edição, ed. Bookman, Porto Alegre, 2014.

NAHMIA, S. **Production and operations analysis** (3ª ed.). McGraw-Hill. [S. l.], 1997.

OLIVEIRA, R. AMR Selettra. 2023. Disponível em: <https://www.selettra.com.br/agv.php/>. Acesso em 28 dez 2023.

ORMS TODAY. Simulation Software Survey 2019. Disponível em <https://pubsonline.informs.org/magazine/orms-today/2019-simulation-software-survey> Acesso em 14 out 2023

POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. 2. Ed São Paulo: Cultrix, 2013.

REITH, K.-B.; RANK, S.; SCHMIDT, T. **Conflict-minimal routing for free-ranging transportation vehicles in in-house logistics based on an a-priori lane design.** Journal of Manufacturing Systems, v. 61, p. 97–111, 2021.

SIEDLER, C.; LANGLOTZ, P.; AURICH, J. **Modeling and assessing the effects of digital technologies on KPIs in manufacturing systems.** 53rd CIRP Conference on Manufacturing Systems, v. 93, p. 682–687, 2020.

SHINGO, S.; SCHAAN, E.; FERNANDES, A. C.; JÚNIOR, J. A. V. A. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2ª edição ed. Porto Alegre, Brasil: Bookman, p.59, 1996.

SCHWAB, K.; MIRANDA, D. M. **A Quarta Revolução Industrial**. 1ª edição [S. l.] ed.: Edipro, 2018.

SCHOLZ, M.; ZHANG, X.; KREITLLEIN, S.; FRANKE, J. **Decentralized Intelligence: The Key for an Energy Efficient and Sustainable Intralogistics**. 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing, v. 21, p. 679–685, 2018.

SCHUH, G.; ANDERL, R.; DUMITRESCU, R.; KRÜGER, A.; HOMPEL, M. **Industrie 4.0 Maturity Index**. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020 – (ACATECH STUDY), Munich, Alemanha, 2020.

STURROCK, D. T. **Traditional Simulation Applications in Industry 4.0**. Simulation for Industry 4.0. Springer Series in Advanced Manufacturing book series (SSAM). Istanbul, Turquia: Springer, Cham. p. 39–54., 2019.

URRU, A.; BONINNI, M.; ECHELMMEYER, W. **Planning and dimensioning of a milk-run transportation system considering the actual line consumption**. IFAC-PapersOnLine, v. 51, n. 9, p. 404–409, Reutlingen, Alemanha, 2018.

YAN, J.; ZHANG, M.; FU, Z. **An intralogistics-oriented Cyber-Physical System for workshop in the context of Industry 4.0**. The 2nd International Conference on Sustainable Materials Processing and Manufacturing, SMPM 2019, 8-10 March 2019, Sun City, África do Sul, v. 35, p. 1178–1183, 2019.

YANG, S.; SCHRAGE, J.; HAEFNER, B.; LANZA, G. **Development of a regionalized implementation strategy for smart automation within assembly systems in China**. 26th CIRP Conference on Life Cycle Engineering (LCE) Purdue University, West Lafayette, IN, EUA, May 7-9, v. 80, p. 723–728, 2019.

WIOR, I.; JERENZ, S.; FAY, A.; **Automated transportation systems subject to interruptions in production and intralogistics - A survey and evaluation**. International Journal of Logistics Systems and Management, v. 30, n. 4, p. 421–457, 2018.

ANEXOS

ANEXO A - Tempos de processamento de lote por linha de produção (segundos/ lote)

Linha A

Lote	LA (seg)	Lote	LA (seg)	Lote	LA (seg)	Lote	LA (seg)	Lote	LA (seg)	Lote	LA (seg)
1	35.280	51	6.480	101	7.920	151	16.380	201	21.780	251	5.400
2	33.120	52	35.280	102	25.200	152	33.120	202	13.500	252	35.280
3	33.120	53	33.120	103	33.120	153	25.200	203	21.600	253	33.120
4	35.280	54	33.120	104	35.280	154	10.080	204	13.680	254	7.200
5	3.600	55	35.280	105	35.280	155	28.800	205	35.280	255	28.080
6	31.680	56	33.120	106	33.120	156	6.480	206	10.800	256	7.920
7	19.920	57	35.280	107	35.280	157	25.200	207	17.160	257	25.200
8	13.200	58	33.120	108	33.120	158	10.080	208	7.320	258	35.280
9	35.280	59	35.280	109	35.280	159	18.000	209	10.620	259	17.100
10	33.120	60	11.520	110	14.400	160	17.280	210	16.980	260	9.600
11	35.280	61	18.000	111	20.880	161	35.280	211	5.400	261	8.580
12	33.120	62	3.600	112	180	162	35.280	212	2.280	262	5.160
13	35.280	63	35.280	113	5.220	163	21.600	213	15.600	263	27.960
14	29.100	64	33.120	114	29.880	164	13.680	214	19.680	264	2.100
15	6.180	65	19.800	115	18.000	165	3.600	215	17.700	265	10.200
16	9.000	66	15.480	116	17.280	166	14.400	216	17.580	266	18.900
17	2.820	67	12.420	117	10.800	167	17.280	217	35.280	267	4.080
18	6.480	68	18.000	118	24.480	168	16.800	218	35.280	268	5.400
19	16.980	69	2.700	119	35.280	169	7.080	219	5.400	269	14.640
20	10.140	70	21.600	120	33.120	170	11.400	220	29.880	270	13.080
21	960	71	13.680	121	33.120	171	14.400	221	35.280	271	35.280
22	24.180	72	11.700	122	35.280	172	20.880	222	28.200	272	14.400
23	35.280	73	16.560	123	23.400	173	28.800	223	7.080	273	18.720
24	35.280	74	5.340	124	11.880	174	6.480	224	35.280	274	35.280
25	15.000	75	1.680	125	15.120	175	9.960	225	35.280	275	25.920
26	20.280	76	5.700	126	18.000	176	15.720	226	31.320	276	7.200
27	16.500	77	22.020	127	14.400	177	9.600	227	1.800	277	9.300
28	18.780	78	5.400	128	33.120	178	35.280	228	6.300	278	4.680
29	17.400	79	33.120	129	20.880	179	28.800	229	7.620	279	21.300
30	17.880	80	10.800	130	24.420	180	6.480	230	21.360	280	19.260
31	35.280	81	24.480	131	7.200	181	4.200	231	33.120	281	13.860
32	30.900	82	14.400	132	28.080	182	18.000	232	22.980	282	8.100
33	4.380	83	20.880	133	8.700	183	13.080	233	4.620	283	27.180
34	20.400	84	33.120	134	3.900	184	21.600	234	16.200	284	24.180
35	14.880	85	35.280	135	29.220	185	13.680	235	12.300	285	8.940
36	10.800	86	33.120	136	35.280	186	17.400	236	6.000	286	11.880
37	24.480	87	33.120	137	35.280	187	17.880	237	6.300	287	23.400
38	14.400	88	35.280	138	8.520	188	4.500	238	25.200	288	7.200
39	20.880	89	11.520	139	18.900	189	30.780	239	10.080	289	25.920
40	35.280	90	21.600	140	5.700	190	2.880	240	33.120	290	11.400
41	35.280	91	35.280	141	21.600	191	14.400	241	14.880	291	23.880
42	33.120	92	14.220	142	13.680	192	18.000	242	20.400	292	25.260
43	35.280	93	18.900	143	25.920	193	35.280	243	4.320	293	7.860
44	29.520	94	19.500	144	7.200	194	480	244	28.800	294	18.900
45	3.600	95	15.780	145	16.800	195	5.400	245	12.600	295	16.380
46	35.280	96	35.280	146	18.480	196	16.200	246	22.680	296	26.820
47	33.120	97	33.120	147	14.520	197	13.200	247	33.120	297	6.300
48	15.120	98	33.120	148	11.820	198	35.280	248	16.560	298	35.280
49	18.000	99	35.280	149	6.780	199	35.280	249	18.720	299	33.120
50	28.800	100	35.280	150	18.900	200	35.280	250	27.720	300	17.400

Lote	LA (seg)	Lote	LA (seg)	Lote	LA (seg)	Lote	LA (seg)	Lote	LA (seg)	Lote	LA (seg)
301	2.280	351	14.400	401	10.800	451	6.300	501	12.780	551	23.280
302	15.600	352	4.800	402	6.480	452	21.780	502	35.280	552	23.580
303	18.720	353	21.900	403	26.100	453	27.720	503	35.280	553	11.700
304	14.400	354	8.580	404	9.180	454	5.400	504	35.280	554	16.200
305	24.000	355	10.980	405	7.500	455	8.880	505	35.280	555	9.000
306	11.280	356	22.140	406	2.280	456	11.700	506	35.280	556	10.080
307	33.120	357	35.280	407	17.520	457	14.700	507	35.280	557	6.120
308	35.280	358	33.120	408	7.980	458	7.920	508	35.280	558	9.000
309	33.120	359	35.280	409	5.400	459	18.000	509	35.280	559	18.000
310	35.280	360	33.120	410	29.880	460	7.200	510	35.280	560	10.800
311	29.220	361	19.800	411	15.000	461	2.700	511	3.600	561	28.680
312	3.900	362	15.480	412	10.200	462	12.300	512	31.680	562	720
313	35.280	363	33.120	413	10.080	463	16.200	513	4.200	563	21.600
314	33.120	364	25.200	414	25.200	464	4.080	514	31.080	564	6.600
315	35.280	365	33.120	415	6.600	465	18.720	515	35.280	565	7.920
316	33.120	366	10.080	416	3.480	466	14.400	516	19.500	566	22.740
317	8.100	367	19.800	417	6.000	467	35.280	517	15.780	567	12.540
318	27.180	368	15.480	418	18.600	468	33.120	518	19.320	568	25.200
319	33.120	369	33.120	419	10.680	469	35.280	519	15.960	569	35.280
320	35.280	370	17.400	420	9.000	470	33.120	520	13.980	570	22.440
321	33.120	371	17.880	421	13.800	471	35.280	521	5.220	571	12.840
322	35.280	372	33.120	422	12.480	472	33.120	522	16.080	572	3.360
323	33.120	373	6.900	423	9.000	473	35.280	523	35.280	573	31.920
324	35.280	374	28.380	424	26.280	474	33.120	524	35.280	574	13.200
325	8.760	375	4.620	425	21.600	475	25.200	525	14.400	575	22.080
326	24.360	376	28.500	426	13.680	476	10.080	526	20.880	576	35.280
327	35.280	377	15.780	427	33.120	477	2.520	527	11.460	577	12.420
328	13.020	378	11.280	428	35.280	478	30.600	528	4.500	578	5.460
329	20.100	379	15.900	429	33.120	479	14.400	529	18.000	579	17.400
330	9.600	380	19.380	430	5.400	480	18.000	530	1.320	580	12.600
331	19.200	381	12.900	431	29.880	481	2.880	531	21.300	581	6.120
332	6.480	382	15.000	432	18.720	482	15.120	532	10.980	582	14.400
333	1.200	383	7.380	433	14.400	483	18.000	533	3.000	583	10.800
334	31.920	384	20.700	434	35.280	484	5.100	534	21.600	584	24.480
335	32.400	385	14.580	435	33.120	485	30.180	535	13.680	585	7.200
336	2.880	386	13.680	436	35.280	486	33.120	536	33.060	586	4.320
337	27.180	387	21.600	437	33.120	487	25.200	537	2.220	587	21.600
338	5.940	388	6.300	438	27.000	488	10.080	538	27.000	588	12.240
339	21.000	389	28.980	439	8.280	489	24.600	539	8.280	589	23.040
340	14.280	390	35.280	440	3.300	490	10.680	540	35.280	590	11.520
341	4.680	391	35.280	441	4.620	491	20.400	541	35.280	591	7.200
342	240	392	9.000	442	25.200	492	10.500	542	35.280	592	14.400
343	28.200	393	26.280	443	8.700	493	4.380	543	14.400	593	12.480
344	35.280	394	14.400	444	26.580	494	21.600	544	20.880	594	22.800
345	33.120	395	20.880	445	33.120	495	13.680	545	35.280	595	33.120
346	35.280	396	35.280	446	6.900	496	27.000	546	11.700	596	35.280
347	6.960	397	5.700	447	26.700	497	8.280	547	23.580	597	33.120
348	26.160	398	17.280	448	1.680	498	10.500	548	24.000	598	35.280
349	35.280	399	12.300	449	33.120	499	24.780	549	11.280	599	33.120
350	18.720	400	18.000	450	7.200	500	22.500	550	12.000	600	35.280

Lote	LA (seg)
601	33.120
602	35.280
603	33.120
604	35.280
605	33.120
606	35.280
607	33.120
608	1.860
609	33.120

Linha B

Lote	LB (seg)	Lote	LB (seg)	Lote	LB (seg)	Lote	LB (seg)	Lote	LB (seg)
1	35.280	51	35.280	101	35.280	151	35.280	201	35.280
2	35.280	52	35.280	102	35.280	152	35.280	202	35.280
3	35.280	53	35.280	103	35.280	153	35.280	203	35.280
4	35.280	54	35.280	104	35.280	154	35.280	204	35.280
5	35.280	55	35.280	105	35.280	155	35.280	205	35.280
6	35.280	56	35.280	106	35.280	156	35.280	206	35.280
7	14.100	57	35.280	107	35.280	157	35.280	207	35.280
8	21.180	58	35.280	108	35.280	158	35.280	208	35.280
9	35.280	59	35.280	109	35.280	159	35.280	209	35.280
10	35.280	60	35.280	110	35.280	160	35.280	210	35.280
11	35.280	61	35.280	111	35.280	161	35.280	211	35.280
12	35.280	62	35.280	112	35.280	162	21.300	212	35.280
13	35.280	63	35.280	113	35.280	163	13.980	213	35.280
14	35.280	64	35.280	114	35.280	164	35.280	214	35.280
15	35.280	65	35.280	115	35.280	165	35.280	215	35.280
16	35.280	66	35.280	116	35.280	166	35.280	216	35.280
17	35.280	67	35.280	117	35.280	167	35.280	217	35.280
18	11.640	68	35.280	118	35.280	168	35.280	218	35.280
19	23.640	69	35.280	119	35.280	169	35.280	219	35.280
20	16.200	70	35.280	120	35.280	170	35.280	220	35.280
21	19.080	71	35.280	121	35.280	171	35.280	221	35.280
22	35.280	72	35.280	122	35.280	172	35.280	222	35.280
23	35.280	73	35.280	123	35.280	173	35.280	223	35.280
24	35.280	74	35.280	124	35.280	174	35.280	224	35.280
25	35.280	75	35.280	125	35.280	175	35.280	225	35.280
26	35.280	76	35.280	126	35.280	176	35.280	226	35.280
27	35.280	77	35.280	127	35.280	177	35.280	227	35.280
28	35.280	78	35.280	128	35.280	178	35.280	228	35.280
29	35.280	79	35.280	129	35.280	179	35.280	229	35.280
30	15.300	80	35.280	130	35.280	180	35.280	230	35.280
31	19.980	81	35.280	131	35.280	181	35.280	231	35.280
32	35.280	82	35.280	132	35.280	182	35.280	232	35.280
33	35.280	83	35.280	133	35.280	183	35.280	233	35.280
34	35.280	84	35.280	134	35.280	184	35.280	234	35.280
35	12.120	85	35.280	135	35.280	185	35.280		
36	23.160	86	35.280	136	35.280	186	35.280		
37	35.280	87	35.280	137	35.280	187	35.280		
38	35.280	88	35.280	138	35.280	188	35.280		
39	35.280	89	35.280	139	35.280	189	35.280		
40	35.280	90	35.280	140	35.280	190	35.280		
41	35.280	91	35.280	141	35.280	191	35.280		
42	35.280	92	35.280	142	35.280	192	35.280		
43	35.280	93	35.280	143	35.280	193	35.280		
44	35.280	94	35.280	144	35.280	194	35.280		
45	35.280	95	35.280	145	35.280	195	35.280		
46	35.280	96	35.280	146	35.280	196	35.280		
47	35.280	97	35.280	147	35.280	197	35.280		
48	35.280	98	35.280	148	35.280	198	35.280		
49	35.280	99	35.280	149	35.280	199	35.280		
50	35.280	100	35.280	150	35.280	200	35.280		

Linha C

Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)
1	3.600	51	7.800	101	8.280	151	4.320	201	7.200	251	35.280
2	31.680	52	21.180	102	1.200	152	4.800	202	7.200	252	35.280
3	13.080	53	6.300	103	7.800	153	12.300	203	10.080	253	2.400
4	22.200	54	4.200	104	8.520	154	6.660	204	33.720	254	32.880
5	31.680	55	33.720	105	24.420	155	4.140	205	1.560	255	17.400
6	3.600	56	780	106	4.020	156	3.060	206	25.200	256	14.400
7	35.280	57	780	107	6.840	157	12.000	207	7.200	257	3.480
8	35.280	58	12.900	108	28.200	158	16.080	208	9.000	258	4.500
9	18.900	59	7.800	109	7.080	159	35.280	209	9.000	259	7.200
10	16.380	60	5.400	110	35.280	160	1.200	210	10.080	260	6.300
11	19.320	61	9.180	111	12.060	161	2.400	211	10.080	261	10.800
12	5.880	62	20.700	112	3.060	162	10.800	212	22.500	262	6.480
13	10.080	63	14.580	113	3.180	163	20.880	213	20.700	263	28.620
14	24.600	64	19.500	114	12.000	164	4.800	214	12.780	264	6.660
15	10.680	65	15.780	115	4.980	165	30.480	215	7.200	265	11.700
16	4.020	66	14.700	116	3.360	166	35.280	216	7.380	266	2.700
17	13.680	67	1.500	117	26.520	167	30.180	217	9.540	267	20.880
18	4.800	68	12.300	118	3.720	168	1.500	218	25.020	268	35.280
19	6.900	69	1.200	119	1.680	169	3.600	219	720	269	35.280
20	5.880	70	5.580	120	19.800	170	2.400	220	17.400	270	21.780
21	21.600	71	35.280	121	15.480	171	8.400	221	1.800	271	10.140
22	3.120	72	15.900	122	12.300	172	1.980	222	8.160	272	3.360
23	1.680	73	7.020	123	3.780	173	10.800	223	7.920	273	35.280
24	2.580	74	5.160	124	7.740	174	14.400	224	2.820	274	9.720
25	3.420	75	7.200	125	6.240	175	7.200	225	22.920	275	5.880
26	9.000	76	10.140	126	5.220	176	2.880	226	9.540	276	27.300
27	12.900	77	25.140	127	16.920	177	13.200	227	8.400	277	900
28	22.380	78	13.680	128	3.600	178	9.300	228	13.500	278	3.600
29	2.880	79	21.600	129	28.680	179	35.280	229	8.700	279	3.480
30	6.480	80	9.720	130	13.980	180	35.280	230	4.680	280	19.680
31	12.120	81	3.600	131	4.380	181	10.800	231	17.520	281	8.220
32	7.680	82	1.680	132	3.000	182	13.680	232	10.080	282	3.600
33	32.400	83	9.000	133	6.300	183	10.800	233	5.700	283	4.380
34	4.080	84	5.040	134	2.220	184	35.280	234	1.980	284	15.600
35	2.400	85	14.040	135	14.100	185	14.400	235	6.720	285	3.480
36	5.520	86	7.200	136	6.180	186	18.000	236	28.560	286	35.280
37	20.760	87	33.900	137	6.480	187	7.200	237	1.500	287	4.500
38	1.680	88	1.380	138	5.700	188	10.080	238	2.100	288	30.780
39	7.320	89	12.300	139	9.600	189	20.880	239	3.360	289	6.300
40	2.880	90	7.980	140	10.320	190	6.000	240	7.200	290	28.980
41	5.880	91	1.740	141	24.960	191	7.800	241	18.240	291	9.180
42	7.680	92	960	142	9.000	192	12.840	242	900	292	23.220
43	11.520	93	11.400	143	10.980	193	3.000	243	1.980	293	2.880
44	3.720	94	3.720	144	35.280	194	5.640	244	18.000	294	22.500
45	16.500	95	3.600	145	10.800	195	9.000	245	9.000	295	8.460
46	14.580	96	4.380	146	6.600	196	6.900	246	8.280	296	4.320
47	14.400	97	4.200	147	24.480	197	11.700	247	11.400	297	1.680
48	9.960	98	9.540	148	21.180	198	7.680	248	1.980	298	3.060
49	5.940	99	5.220	149	7.500	199	7.200	249	13.680	299	20.460
50	4.980	100	35.280	150	7.200	200	3.600	250	8.220	300	1.200

Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)
301	8.880	351	8.280	401	900	451	3.600	501	10.980	551	7.800
302	18.300	352	10.800	402	6.420	452	7.500	502	14.820	552	5.280
303	14.100	353	5.760	403	1.680	453	35.280	503	2.280	553	16.680
304	420	354	4.800	404	3.720	454	8.400	504	21.180	554	10.020
305	2.460	355	30.480	405	29.400	455	17.880	505	11.880	555	12.780
306	1.200	356	31.680	406	2.880	456	1.500	506	35.280	556	13.080
307	1.800	357	3.600	407	19.500	457	15.120	507	7.200	557	8.520
308	1.500	358	4.500	408	15.780	458	14.400	508	13.800	558	3.900
309	4.320	359	29.880	409	16.200	459	3.600	509	9.000	559	2.400
310	18.660	360	9.120	410	13.680	460	6.000	510	5.280	560	2.700
311	7.800	361	8.880	411	5.400	461	20.100	511	16.320	561	4.680
312	2.640	362	11.520	412	5.400	462	1.800	512	13.200	562	13.800
313	6.660	363	5.400	413	29.880	463	3.780	513	5.760	563	3.600
314	9.780	364	25.200	414	5.340	464	15.120	514	6.660	564	17.880
315	4.020	365	10.080	415	3.540	465	28.800	515	10.260	565	12.180
316	12.180	366	7.500	416	5.220	466	18.000	516	10.560	566	360
317	4.500	367	27.780	417	13.500	467	3.360	517	7.800	567	22.740
318	4.080	368	6.000	418	7.680	468	31.920	518	7.500	568	21.600
319	19.800	369	27.000	419	16.800	469	35.280	519	27.780	569	35.280
320	6.900	370	8.280	420	5.760	470	6.480	520	10.800	570	7.200
321	3.900	371	7.620	421	35.280	471	18.720	521	7.800	571	28.080
322	4.200	372	22.500	422	21.600	472	14.400	522	7.680	572	13.680
323	27.180	373	7.500	423	10.200	473	25.200	523	9.000	573	17.400
324	4.380	374	5.280	424	3.480	474	35.280	524	1.800	574	17.880
325	14.400	375	9.000	425	35.280	475	35.280	525	5.400	575	1.200
326	4.260	376	16.200	426	3.480	476	10.080	526	10.800	576	24.600
327	3.600	377	2.160	427	1.620	477	23.400	527	17.280	577	9.480
328	20.880	378	12.000	428	1.260	478	11.880	528	7.500	578	3.600
329	8.100	379	23.280	429	35.280	479	4.320	529	3.720	579	21.600
330	2.700	380	6.480	430	4.620	480	28.800	530	6.540	580	10.080
331	7.440	381	3.360	431	35.280	481	35.280	531	8.220	581	35.280
332	23.460	382	1.920	432	3.120	482	13.800	532	9.300	582	7.200
333	2.760	383	10.080	433	10.320	483	35.280	533	4.200	583	10.800
334	6.540	384	900	434	17.220	484	21.480	534	1.560	584	17.280
335	12.600	385	2.220	435	4.920	485	21.600	535	5.640	585	35.280
336	22.680	386	660	436	35.280	486	13.680	536	23.880	586	9.300
337	14.220	387	4.500	437	1.500	487	35.280	537	10.200	587	600
338	10.020	388	5.400	438	4.920	488	35.280	538	9.600	588	21.300
339	7.560	389	16.800	439	3.720	489	22.980	539	2.700	589	4.080
340	25.980	390	8.580	440	8.880	490	35.280	540	15.000	590	11.400
341	16.200	391	8.700	441	9.000	491	35.280	541	18.060	591	13.800
342	9.900	392	14.280	442	12.180	492	4.140	542	7.980	592	7.200
343	8.400	393	2.880	443	1.500	493	6.000	543	6.840	593	1.800
344	12.780	394	6.300	444	15.000	494	13.200	544	180	594	5.400
345	2.700	395	1.020	445	20.280	495	23.400	545	12.600	595	3.600
346	32.580	396	2.580	446	7.800	496	900	546	22.680	596	17.280
347	15.120	397	6.900	447	10.200	497	7.200	547	18.600	597	10.080
348	8.400	398	12.300	448	10.800	498	22.140	548	6.660	598	4.620
349	18.000	399	18.480	449	4.500	499	3.360	549	5.820	599	6.540
350	4.200	400	3.000	450	1.980	500	9.780	550	22.200	600	5.940

Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)
601	5.580	651	6.480	701	24.300	751	9.660	801	4.800	851	1.800
602	7.140	652	2.880	702	19.500	752	9.600	802	16.800	852	11.700
603	5.460	653	14.820	703	7.200	753	10.800	803	6.480	853	17.100
604	8.760	654	27.900	704	3.000	754	4.680	804	4.500	854	3.600
605	7.140	655	180	705	2.700	755	6.120	805	27.900	855	2.880
606	15.540	656	7.380	706	23.100	756	13.140	806	2.880	856	8.100
607	3.840	657	20.280	707	6.000	757	7.980	807	31.080	857	6.300
608	12.480	658	3.600	708	6.000	758	10.920	808	3.180	858	12.900
609	15.240	659	21.780	709	19.200	759	8.880	809	780	859	2.400
610	4.380	660	7.020	710	6.480	760	5.160	810	24.480	860	1.380
611	3.180	661	35.280	711	2.880	761	2.880	811	5.040	861	4.200
612	6.600	662	2.880	712	5.400	762	8.400	812	2.040	862	7.200
613	35.280	663	2.280	713	5.220	763	1.200	813	1.260	863	900
614	3.480	664	2.280	714	9.000	764	3.000	814	8.340	864	15.000
615	25.200	665	9.900	715	10.860	765	35.280	815	11.880	865	5.880
616	14.400	666	6.000	716	9.000	766	22.680	816	16.500	866	3.900
617	20.880	667	11.400	717	13.680	767	35.280	817	15.900	867	2.400
618	35.280	668	11.700	718	5.520	768	3.600	818	2.880	868	7.800
619	5.100	669	9.000	719	6.600	769	35.280	819	8.700	869	19.500
620	12.300	670	18.000	720	5.280	770	5.700	820	14.100	870	4.500
621	9.780	671	3.600	721	35.280	771	29.580	821	2.880	871	3.480
622	5.520	672	16.380	722	4.800	772	4.080	822	4.200	872	16.200
623	2.580	673	7.200	723	25.800	773	4.920	823	5.400	873	10.800
624	4.200	674	15.300	724	4.680	774	4.200	824	15.600	874	4.800
625	10.200	675	15.420	725	13.800	775	15.600	825	600	875	3.480
626	20.880	676	12.660	726	12.600	776	2.880	826	2.100	876	28.800
627	2.160	677	2.880	727	3.420	777	2.400	827	4.800	877	16.200
628	7.920	678	16.560	728	19.260	778	5.400	828	4.080	878	19.080
629	4.620	679	32.400	729	21.480	779	21.000	829	4.500	879	6.480
630	12.600	680	18.720	730	5.400	780	32.880	830	8.100	880	3.600
631	9.600	681	900	731	3.000	781	6.600	831	15.000	881	3.000
632	25.680	682	6.600	732	13.200	782	7.800	832	7.680	882	1.800
633	7.980	683	35.280	733	1.200	783	13.140	833	8.100	883	12.600
634	8.700	684	27.780	734	35.280	784	14.400	834	9.900	884	6.000
635	26.580	685	2.880	735	6.000	785	1.080	835	14.100	885	960
636	7.740	686	3.960	736	20.880	786	1.140	836	2.700	886	10.800
637	27.540	687	6.480	737	1.680	787	2.400	837	8.580	887	24.480
638	18.000	688	6.480	738	19.200	788	600	838	5.400	888	18.000
639	12.600	689	21.960	739	13.800	789	11.400	839	4.800	889	35.280
640	9.900	690	28.800	740	25.500	790	20.880	840	16.200	890	17.280
641	12.600	691	35.280	741	15.000	791	25.200	841	8.880	891	7.320
642	7.200	692	3.600	742	1.980	792	900	842	18.600	892	29.880
643	7.380	693	5.460	743	7.800	793	9.180	843	8.400	893	3.480
644	2.880	694	26.220	744	6.480	794	27.600	844	2.400	894	35.280
645	6.000	695	8.100	745	4.080	795	7.680	845	5.880	895	16.200
646	11.400	696	2.400	746	14.400	796	9.600	846	2.400	896	19.080
647	4.800	697	4.680	747	11.940	797	18.900	847	4.800	897	5.400
648	21.000	698	2.880	748	2.400	798	4.800	848	9.120	898	11.880
649	15.600	699	3.900	749	5.640	799	1.980	849	13.080	899	19.920
650	2.400	700	4.800	750	12.840	800	7.200	850	4.080	900	17.400

Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)
901	2.220	951	6.960	1001	21.600	1051	14.400	1101	10.800	1151	6.300
902	15.660	952	11.700	1002	13.680	1052	1.500	1102	8.280	1152	18.180
903	13.800	953	5.700	1003	7.200	1053	4.800	1103	6.480	1153	25.200
904	2.400	954	4.200	1004	7.200	1054	6.000	1104	22.500	1154	10.080
905	8.160	955	480	1005	35.280	1055	24.480	1105	1.200	1155	6.480
906	17.400	956	5.400	1006	15.300	1056	5.100	1106	8.700	1156	9.300
907	35.280	957	14.400	1007	7.200	1057	10.200	1107	2.880	1157	7.320
908	17.880	958	4.680	1008	3.600	1058	600	1108	31.680	1158	1.800
909	10.920	959	10.800	1009	9.180	1059	600	1109	1.500	1159	33.600
910	2.400	960	34.080	1010	25.200	1060	480	1110	6.000	1160	1.680
911	10.200	961	2.700	1011	10.080	1061	11.700	1111	4.200	1161	10.800
912	8.400	962	2.700	1012	7.200	1062	4.500	1112	1.800	1162	3.600
913	3.000	963	4.200	1013	3.300	1063	9.000	1113	6.480	1163	10.800
914	2.400	964	3.780	1014	600	1064	3.600	1114	35.280	1164	6.300
915	2.880	965	8.220	1015	600	1065	4.800	1115	35.280	1165	8.940
916	6.000	966	6.600	1016	1.800	1066	1.680	1116	3.600	1166	12.780
917	8.700	967	7.080	1017	4.680	1067	14.400	1117	8.100	1167	2.580
918	26.580	968	1.200	1018	8.400	1068	20.880	1118	7.200	1168	2.400
919	8.400	969	1.200	1019	7.200	1069	7.200	1119	9.300	1169	2.280
920	13.200	970	6.000	1020	9.000	1070	11.100	1120	10.620	1170	10.080
921	6.000	971	10.080	1021	7.500	1071	28.800	1121	6.180	1171	21.600
922	2.400	972	8.400	1022	8.700	1072	34.080	1122	6.300	1172	13.680
923	2.400	973	5.400	1023	10.080	1073	35.280	1123	10.800	1173	4.500
924	2.880	974	7.800	1024	6.000	1074	25.200	1124	21.600	1174	3.600
925	16.200	975	9.540	1025	19.680	1075	10.080	1125	13.200	1175	8.280
926	19.080	976	4.140	1026	11.100	1076	6.480	1126	17.400	1176	18.000
927	4.200	977	10.800	1027	3.600	1077	1.200	1127	4.680	1177	1.200
928	19.200	978	15.480	1028	13.500	1078	35.280	1128	2.880	1178	5.280
929	11.880	979	3.000	1029	18.180	1079	4.800	1129	2.880	1179	18.900
930	8.100	980	4.200	1030	10.800	1080	4.440	1130	6.300	1180	8.460
931	13.500	981	3.600	1031	10.800	1081	5.160	1131	3.900	1181	2.340
932	13.680	982	7.200	1032	2.880	1082	6.480	1132	7.800	1182	30.780
933	16.200	983	9.000	1033	3.600	1083	21.600	1133	3.900	1183	5.400
934	10.800	984	15.300	1034	35.280	1084	10.080	1134	6.180	1184	29.880
935	8.280	985	19.980	1035	7.200	1085	9.000	1135	10.800	1185	28.800
936	5.400	986	8.280	1036	4.260	1086	5.400	1136	10.800	1186	5.400
937	29.880	987	3.420	1037	6.840	1087	3.600	1137	3.600	1187	1.080
938	6.000	988	23.580	1038	19.440	1088	12.900	1138	10.080	1188	4.500
939	15.600	989	10.800	1039	4.740	1089	15.600	1139	35.280	1189	28.800
940	13.680	990	1.800	1040	13.200	1090	6.780	1140	24.480	1190	6.480
941	7.200	991	1.800	1041	1.200	1091	10.800	1141	7.200	1191	11.700
942	14.400	992	20.880	1042	6.540	1092	35.280	1142	10.800	1192	25.200
943	13.680	993	12.600	1043	14.340	1093	6.300	1143	2.400	1193	3.600
944	21.600	994	3.000	1044	28.800	1094	28.980	1144	12.000	1194	6.480
945	13.680	995	2.400	1045	6.480	1095	14.400	1145	4.200	1195	7.560
946	8.700	996	17.280	1046	19.800	1096	5.400	1146	16.680	1196	16.020
947	2.100	997	10.800	1047	7.200	1097	4.680	1147	27.000	1197	10.200
948	18.300	998	5.400	1048	3.600	1098	1.800	1148	17.280	1198	7.800
949	6.180	999	1.800	1049	4.680	1099	27.000	1149	1.380	1199	3.600
950	6.240	1000	2.880	1050	19.380	1100	16.200	1150	10.800	1200	3.600

Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)
1201	1.980	1251	2.280	1301	2.880	1351	22.680	1401	4.980	1451	10.200
1202	15.300	1252	1.620	1302	8.460	1352	35.280	1402	7.560	1452	12.180
1203	9.180	1253	4.200	1303	540	1353	15.480	1403	4.980	1453	8.640
1204	13.200	1254	12.000	1304	5.340	1354	8.100	1404	23.520	1454	25.920
1205	1.200	1255	3.180	1305	7.200	1355	2.700	1405	11.760	1455	3.600
1206	2.880	1256	5.700	1306	28.080	1356	18.000	1406	4.080	1456	11.700
1207	8.100	1257	8.340	1307	8.460	1357	3.000	1407	35.280	1457	11.700
1208	7.200	1258	600	1308	7.560	1358	5.400	1408	6.480	1458	8.220
1209	10.800	1259	8.580	1309	20.100	1359	11.100	1409	16.140	1459	3.600
1210	10.800	1260	34.920	1310	23.520	1360	7.800	1410	14.400	1460	2.760
1211	35.280	1261	9.540	1311	15.360	1361	6.000	1411	14.400	1461	13.080
1212	35.280	1262	25.380	1312	15.180	1362	6.060	1412	10.800	1462	7.200
1213	21.600	1263	6.060	1313	540	1363	7.200	1413	10.080	1463	4.380
1214	7.200	1264	6.960	1314	3.300	1364	5.460	1414	4.980	1464	3.180
1215	4.800	1265	12.480	1315	1.080	1365	2.820	1415	7.200	1465	4.680
1216	1.680	1266	5.400	1316	3.720	1366	35.280	1416	2.400	1466	15.840
1217	3.900	1267	7.200	1317	8.100	1367	5.400	1417	7.680	1467	12.360
1218	5.100	1268	6.900	1318	8.460	1368	9.000	1418	11.280	1468	4.800
1219	5.100	1269	8.280	1319	3.480	1369	14.400	1419	3.600	1469	2.280
1220	4.200	1270	2.880	1320	3.000	1370	22.320	1420	5.400	1470	7.920
1221	20.880	1271	29.340	1321	7.200	1371	10.800	1421	10.800	1471	25.200
1222	8.400	1272	5.940	1322	14.400	1372	13.740	1422	6.480	1472	25.800
1223	14.400	1273	14.400	1323	20.880	1373	6.480	1423	7.620	1473	3.000
1224	17.280	1274	12.180	1324	11.700	1374	10.320	1424	2.760	1474	6.480
1225	22.980	1275	16.620	1325	5.580	1375	15.480	1425	12.240	1475	35.280
1226	20.880	1276	1.500	1326	7.200	1376	4.200	1426	1.680	1476	35.280
1227	3.300	1277	9.780	1327	20.880	1377	10.620	1427	1.560	1477	9.240
1228	4.620	1278	2.340	1328	7.200	1378	6.960	1428	14.700	1478	5.280
1229	10.080	1279	7.200	1329	10.800	1379	4.800	1429	20.580	1479	18.600
1230	2.940	1280	6.360	1330	6.480	1380	9.480	1430	9.000	1480	3.600
1231	3.480	1281	22.800	1331	3.600	1381	35.280	1431	9.420	1481	10.800
1232	1.440	1282	12.480	1332	3.600	1382	19.800	1432	2.700	1482	18.000
1233	7.200	1283	6.480	1333	13.500	1383	9.600	1433	25.080	1483	2.880
1234	19.380	1284	8.100	1334	600	1384	5.880	1434	8.580	1484	5.400
1235	15.060	1285	6.300	1335	2.280	1385	8.700	1435	2.820	1485	4.800
1236	1.980	1286	19.200	1336	25.200	1386	7.200	1436	23.880	1486	2.400
1237	3.180	1287	6.180	1337	5.400	1387	1.920	1437	14.400	1487	4.680
1238	1.680	1288	5.040	1338	4.680	1388	960	1438	1.260	1488	29.700
1239	22.800	1289	1.200	1339	28.800	1389	600	1439	7.200	1489	35.280
1240	5.880	1290	7.200	1340	11.700	1390	8.340	1440	10.200	1490	5.580
1241	11.700	1291	10.800	1341	35.280	1391	10.080	1441	6.300	1491	14.400
1242	960	1292	5.400	1342	9.000	1392	35.280	1442	10.620	1492	16.500
1243	8.220	1293	19.080	1343	20.880	1393	21.600	1443	2.820	1493	4.380
1244	120	1294	3.600	1344	17.880	1394	5.880	1444	10.800	1494	18.000
1245	31.500	1295	8.160	1345	2.760	1395	2.520	1445	1.200	1495	17.100
1246	3.600	1296	3.600	1346	5.400	1396	7.200	1446	3.900	1496	1.200
1247	4.080	1297	10.080	1347	14.640	1397	6.480	1447	4.500	1497	14.520
1248	14.220	1298	19.260	1348	7.200	1398	7.500	1448	11.100	1498	13.860
1249	2.160	1299	4.320	1349	5.400	1399	8.760	1449	3.900	1499	5.700
1250	3.780	1300	13.740	1350	19.800	1400	4.920	1450	4.980	1500	16.200

Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)
1501	6.300	1551	8.100	1601	18.720	1651	13.200	1701	600	1751	5.280
1502	28.980	1552	1.800	1602	7.200	1652	12.000	1702	6.480	1752	600
1503	1.980	1553	16.200	1603	8.340	1653	19.200	1703	1.980	1753	2.880
1504	15.900	1554	6.300	1604	7.200	1654	27.960	1704	1.800	1754	1.800
1505	14.400	1555	2.880	1605	35.280	1655	23.280	1705	11.520	1755	31.320
1506	4.800	1556	27.300	1606	8.400	1656	16.080	1706	16.200	1756	10.800
1507	5.400	1557	7.980	1607	1.800	1657	3.600	1707	3.600	1757	600
1508	1.800	1558	19.800	1608	9.300	1658	3.720	1708	27.900	1758	26.400
1509	5.100	1559	6.000	1609	15.780	1659	3.600	1709	6.600	1759	1.200
1510	4.500	1560	35.280	1610	9.480	1660	29.520	1710	27.000	1760	33.480
1511	18.480	1561	1.800	1611	7.200	1661	3.000	1711	4.680	1761	8.880
1512	22.320	1562	4.500	1612	18.600	1662	35.280	1712	2.520	1762	33.120
1513	4.980	1563	25.800	1613	10.200	1663	32.280	1713	1.200	1763	12.600
1514	8.160	1564	6.900	1614	34.680	1664	1.200	1714	5.280	1764	1.800
1515	18.900	1565	2.100	1615	8.100	1665	2.580	1715	2.220	1765	13.200
1516	9.900	1566	3.900	1616	3.600	1666	7.920	1716	3.600	1766	20.880
1517	7.200	1567	7.200	1617	9.480	1667	2.700	1717	2.640	1767	480
1518	4.380	1568	8.880	1618	15.000	1668	6.420	1718	27.720	1768	7.200
1519	6.420	1569	3.480	1619	8.580	1669	2.580	1719	1.200	1769	15.120
1520	10.800	1570	1.260	1620	600	1670	13.500	1720	4.200	1770	14.340
1521	30.600	1571	18.300	1621	9.300	1671	12.600	1721	22.200	1771	3.660
1522	4.680	1572	7.800	1622	7.320	1672	18.900	1722	6.600	1772	17.100
1523	6.480	1573	6.600	1623	15.600	1673	18.900	1723	6.600	1773	14.400
1524	6.480	1574	22.080	1624	13.800	1674	2.160	1724	25.200	1774	35.280
1525	9.600	1575	7.200	1625	28.800	1675	35.280	1725	23.580	1775	5.400
1526	18.000	1576	12.900	1626	900	1676	9.840	1726	12.600	1776	15.000
1527	35.280	1577	5.400	1627	26.040	1677	14.100	1727	4.680	1777	17.400
1528	17.280	1578	4.080	1628	2.400	1678	16.380	1728	2.880	1778	660
1529	2.400	1579	420	1629	13.200	1679	5.100	1729	3.600	1779	3.540
1530	4.680	1580	2.580	1630	3.660	1680	18.720	1730	22.320	1780	5.400
1531	25.200	1581	13.200	1631	1.800	1681	14.400	1731	7.200	1781	3.900
1532	4.680	1582	8.280	1632	1.200	1682	4.080	1732	5.100	1782	1.800
1533	8.400	1583	14.700	1633	4.680	1683	6.300	1733	13.200	1783	8.280
1534	10.200	1584	35.280	1634	7.920	1684	31.200	1734	5.400	1784	18.180
1535	5.400	1585	4.260	1635	10.800	1685	7.200	1735	35.280	1785	4.980
1536	3.060	1586	6.720	1636	7.200	1686	17.280	1736	9.360	1786	10.800
1537	12.000	1587	3.180	1637	7.200	1687	1.800	1737	1.440	1787	3.600
1538	6.900	1588	1.740	1638	4.680	1688	4.080	1738	24.480	1788	12.300
1539	2.100	1589	3.000	1639	4.680	1689	2.880	1739	11.400	1789	8.580
1540	15.600	1590	12.300	1640	28.200	1690	11.520	1740	1.500	1790	960
1541	2.400	1591	4.980	1641	9.000	1691	16.200	1741	6.180	1791	21.600
1542	4.200	1592	300	1642	26.280	1692	5.400	1742	7.920	1792	7.200
1543	16.680	1593	1.740	1643	16.080	1693	11.400	1743	14.400	1793	14.400
1544	10.680	1594	19.380	1644	7.080	1694	4.500	1744	10.800	1794	20.880
1545	7.140	1595	3.600	1645	900	1695	19.200	1745	16.200	1795	4.320
1546	3.960	1596	35.280	1646	900	1696	11.700	1746	7.200	1796	11.460
1547	1.020	1597	35.280	1647	7.920	1697	35.280	1747	7.200	1797	35.280
1548	20.100	1598	7.200	1648	7.200	1698	28.200	1748	30.000	1798	12.600
1549	12.000	1599	600	1649	16.200	1699	6.900	1749	6.600	1799	10.800
1550	3.480	1600	8.400	1650	6.000	1700	14.700	1750	18.000	1800	11.880

Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)
1801	3.420	1851	7.080	1901	1.080	1951	3.000	2001	19.800	2051	8.400
1802	3.360	1852	10.740	1902	300	1952	17.880	2002	10.080	2052	22.800
1803	25.920	1853	9.780	1903	33.120	1953	35.280	2003	1.800	2053	12.480
1804	7.200	1854	5.520	1904	14.040	1954	6.600	2004	33.120	2054	15.120
1805	17.040	1855	15.000	1905	10.800	1955	25.800	2005	18.780	2055	7.200
1806	35.280	1856	20.400	1906	35.280	1956	22.680	2006	10.980	2056	7.200
1807	35.280	1857	17.400	1907	24.480	1957	2.880	2007	18.900	2057	17.100
1808	9.000	1858	4.500	1908	7.200	1958	23.400	2008	26.280	2058	18.180
1809	26.280	1859	11.700	1909	17.280	1959	12.600	2009	9.000	2059	4.680
1810	18.720	1860	19.080	1910	11.520	1960	3.600	2010	6.000	2060	1.680
1811	14.400	1861	17.880	1911	21.600	1961	6.120	2011	8.700	2061	5.400
1812	25.800	1862	14.880	1912	10.800	1962	23.100	2012	5.400	2062	27.480
1813	19.200	1863	16.200	1913	30.300	1963	12.900	2013	21.600	2063	16.200
1814	16.080	1864	29.700	1914	3.600	1964	7.200	2014	20.280	2064	9.900
1815	1.800	1865	19.680	1915	4.500	1965	28.080	2015	20.880	2065	23.400
1816	5.400	1866	19.080	1916	27.180	1966	3.180	2016	11.520	2066	7.500
1817	2.280	1867	5.580	1917	4.980	1967	16.380	2017	9.000	2067	4.320
1818	3.600	1868	7.920	1918	300	1968	4.200	2018	9.000	2068	35.280
1819	9.720	1869	25.200	1919	2.520	1969	28.920	2019	6.000	2069	4.500
1820	16.200	1870	15.600	1920	25.200	1970	9.000	2020	5.400	2070	3.300
1821	3.600	1871	14.700	1921	5.400	1971	6.000	2021	2.880	2071	5.400
1822	18.660	1872	35.280	1922	17.700	1972	26.880	2022	29.940	2072	20.700
1823	16.080	1873	20.580	1923	7.200	1973	20.040	2023	900	2073	2.700
1824	540	1874	19.800	1924	10.080	1974	5.580	2024	5.400	2074	2.400
1825	6.600	1875	3.600	1925	13.500	1975	14.700	2025	5.340	2075	5.400
1826	11.400	1876	9.720	1926	26.100	1976	15.480	2026	31.500	2076	2.100
1827	18.600	1877	19.800	1927	9.300	1977	1.200	2027	12.780	2077	3.600
1828	8.100	1878	15.480	1928	25.980	1978	10.680	2028	27.720	2078	27.180
1829	15.000	1879	13.500	1929	3.600	1979	1.200	2029	15.780	2079	23.700
1830	2.400	1880	10.140	1930	18.180	1980	8.400	2030	6.720	2080	1.200
1831	1.200	1881	3.660	1931	9.180	1981	15.000	2031	27.300	2081	13.320
1832	8.880	1882	6.180	1932	5.400	1982	18.900	2032	4.200	2082	6.480
1833	8.880	1883	11.220	1933	23.400	1983	900	2033	1.800	2083	5.400
1834	2.280	1884	4.080	1934	4.320	1984	900	2034	2.880	2084	5.400
1835	33.120	1885	2.880	1935	35.280	1985	18.000	2035	7.980	2085	8.100
1836	15.900	1886	14.520	1936	5.520	1986	9.900	2036	33.120	2086	3.000
1837	6.600	1887	18.600	1937	35.280	1987	35.280	2037	26.400	2087	2.880
1838	32.400	1888	18.900	1938	3.480	1988	11.400	2038	10.800	2088	3.480
1839	28.800	1889	8.100	1939	6.720	1989	20.700	2039	10.800	2089	900
1840	22.680	1890	15.900	1940	19.560	1990	15.120	2040	22.680	2090	29.400
1841	2.880	1891	28.200	1941	14.400	1991	4.080	2041	600	2091	32.400
1842	25.920	1892	27.180	1942	18.720	1992	3.780	2042	29.400	2092	6.120
1843	5.400	1893	7.080	1943	35.280	1993	13.200	2043	1.500	2093	2.280
1844	12.600	1894	33.120	1944	5.700	1994	6.600	2044	5.880	2094	1.920
1845	6.480	1895	19.380	1945	4.500	1995	32.400	2045	7.080	2095	5.880
1846	1.800	1896	15.300	1946	15.720	1996	24.480	2046	22.320	2096	5.400
1847	35.280	1897	4.800	1947	9.360	1997	33.120	2047	15.300	2097	21.600
1848	25.200	1898	33.900	1948	35.280	1998	5.400	2048	12.600	2098	2.880
1849	20.280	1899	19.980	1949	10.320	1999	2.880	2049	3.600	2099	26.700
1850	10.080	1900	16.440	1950	1.920	2000	10.800	2050	22.200	2100	6.780

Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)	Lote	LC (seg)
2101	13.680	2151	4.800	2201	660	2251	10.800	2301	4.680	2351	7.320
2102	3.600	2152	10.500	2202	1.560	2252	7.200	2302	1.680	2352	5.340
2103	2.280	2153	13.260	2203	21.600	2253	4.800	2303	12.000	2353	6.720
2104	600	2154	18.720	2204	25.200	2254	4.680	2304	14.400	2354	3.600
2105	9.720	2155	10.080	2205	25.200	2255	35.280	2305	4.680	2355	7.200
2106	11.100	2156	9.060	2206	10.080	2256	12.000	2306	2.520	2356	2.220
2107	15.300	2157	7.800	2207	13.680	2257	7.680	2307	6.300	2357	22.260
2108	2.100	2158	2.460	2208	3.840	2258	6.600	2308	4.200	2358	4.380
2109	16.200	2159	34.920	2209	5.700	2259	5.400	2309	7.500	2359	2.340
2110	21.600	2160	18.720	2210	6.900	2260	9.360	2310	12.600	2360	6.420
2111	3.600	2161	5.400	2211	8.280	2261	11.700	2311	6.600	2361	15.420
2112	15.600	2162	20.880	2212	10.080	2262	15.300	2312	10.500	2362	8.400
2113	16.800	2163	9.000	2213	4.200	2263	5.100	2313	1.200	2363	6.600
2114	26.400	2164	300	2214	19.800	2264	9.480	2314	13.200	2364	20.280
2115	17.520	2165	60	2215	16.200	2265	7.080	2315	3.780	2365	8.400
2116	17.760	2166	8.880	2216	10.200	2266	15.780	2316	4.980	2366	26.880
2117	8.880	2167	10.800	2217	3.780	2267	14.100	2317	6.000	2367	24.600
2118	30.600	2168	5.100	2218	11.700	2268	1.500	2318	13.200	2368	9.300
2119	4.680	2169	15.600	2219	5.700	2269	5.400	2319	27.000	2369	1.380
2120	8.160	2170	9.300	2220	2.880	2270	2.700	2320	2.400	2370	15.120
2121	7.140	2171	1.260	2221	15.300	2271	9.600	2321	6.300	2371	7.200
2122	17.820	2172	35.280	2222	11.700	2272	6.300	2322	5.100	2372	10.800
2123	22.320	2173	13.680	2223	18.000	2273	1.800	2323	3.660		
2124	12.000	2174	3.420	2224	1.680	2274	12.060	2324	2.100		
2125	35.280	2175	18.000	2225	12.300	2275	5.400	2325	5.280		
2126	17.400	2176	29.880	2226	18.780	2276	8.700	2326	5.640		
2127	780	2177	3.600	2227	5.700	2277	16.500	2327	1.200		
2128	5.400	2178	5.400	2228	1.680	2278	6.480	2328	14.700		
2129	34.500	2179	35.280	2229	3.600	2279	4.680	2329	1.620		
2130	10.800	2180	3.540	2230	6.600	2280	3.600	2330	1.380		
2131	480	2181	35.280	2231	3.300	2281	12.300	2331	1.980		
2132	31.800	2182	6.840	2232	14.880	2282	4.080	2332	4.500		
2133	7.200	2183	28.800	2233	20.400	2283	9.000	2333	3.780		
2134	1.680	2184	6.480	2234	13.320	2284	11.700	2334	10.260		
2135	2.700	2185	35.280	2235	14.400	2285	12.600	2335	720		
2136	10.800	2186	18.000	2236	11.400	2286	18.180	2336	6.000		
2137	5.400	2187	12.600	2237	7.200	2287	6.720	2337	6.240		
2138	13.440	2188	17.280	2238	5.400	2288	5.160	2338	15.360		
2139	1.800	2189	6.000	2239	3.180	2289	10.800	2339	13.680		
2140	3.600	2190	16.680	2240	3.000	2290	25.380	2340	4.200		
2141	15.480	2191	1.680	2241	32.100	2291	7.200	2341	1.800		
2142	3.480	2192	4.980	2242	14.400	2292	10.200	2342	11.400		
2143	7.200	2193	2.520	2243	3.480	2293	9.600	2343	3.900		
2144	11.880	2194	6.480	2244	17.400	2294	5.400	2344	7.980		
2145	12.600	2195	18.000	2245	16.200	2295	21.480	2345	8.400		
2146	9.900	2196	35.280	2246	16.080	2296	9.900	2346	6.000		
2147	9.000	2197	10.800	2247	3.660	2297	3.480	2347	20.880		
2148	16.200	2198	14.400	2248	4.800	2298	3.600	2348	2.160		
2149	22.680	2199	20.880	2249	6.000	2299	9.600	2349	2.820		
2150	14.400	2200	2.820	2250	5.400	2300	5.700	2350	10.260		

Linha D

Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)
1	8.400	51	4.920	101	9.000	151	10.200	201	30.480	251	8.880
2	2.400	52	25.800	102	19.680	152	7.800	202	35.280	252	9.600
3	900	53	4.560	103	4.500	153	2.400	203	20.700	253	3.600
4	5.100	54	9.900	104	5.400	154	3.480	204	14.580	254	11.400
5	9.300	55	4.200	105	13.800	155	3.000	205	35.280	255	4.800
6	4.500	56	13.200	106	600	156	8.400	206	25.200	256	5.880
7	4.680	57	3.600	107	8.100	157	7.500	207	10.080	257	7.200
8	3.000	58	4.380	108	2.880	158	9.900	208	6.600	258	5.400
9	8.100	59	4.500	109	12.600	159	6.480	209	2.700	259	5.400
10	9.480	60	1.800	110	22.680	160	5.700	210	2.400	260	3.600
11	4.020	61	1.200	111	1.200	161	3.600	211	10.200	261	3.600
12	4.200	62	900	112	3.600	162	8.100	212	7.200	262	3.600
13	2.400	63	20.400	113	18.000	163	9.780	213	900	263	6.480
14	2.400	64	6.480	114	2.400	164	8.100	214	5.280	264	5.820
15	1.680	65	6.300	115	3.600	165	35.280	215	35.280	265	7.980
16	1.200	66	24.300	116	6.480	166	8.100	216	9.900	266	7.980
17	3.000	67	4.680	117	4.380	167	3.600	217	3.600	267	2.880
18	9.000	68	14.400	118	3.780	168	3.600	218	4.500	268	10.620
19	10.920	69	20.880	119	12.360	169	8.700	219	7.200	269	10.800
20	8.280	70	35.280	120	5.460	170	8.400	220	3.600	270	17.400
21	2.880	71	13.680	121	1.140	171	900	221	6.480	271	7.080
22	4.800	72	5.820	122	1.020	172	1.980	222	10.800	272	7.200
23	9.000	73	9.720	123	6.180	173	1.200	223	24.480	273	3.000
24	21.480	74	900	124	960	174	3.600	224	14.400	274	16.500
25	2.040	75	4.440	125	31.260	175	1.800	225	20.880	275	4.500
26	14.700	76	720	126	4.020	176	7.200	226	35.280	276	4.080
27	16.200	77	4.500	127	2.280	177	11.400	227	7.200	277	4.140
28	2.340	78	2.700	128	3.060	178	1.200	228	3.600	278	6.060
29	3.300	79	28.080	129	29.940	179	8.880	229	9.000	279	8.160
30	9.300	80	2.820	130	35.280	180	35.280	230	3.600	280	4.140
31	7.200	81	8.340	131	3.000	181	7.200	231	11.880	281	12.780
32	9.000	82	420	132	7.920	182	28.080	232	1.500	282	4.140
33	6.480	83	23.700	133	13.680	183	3.000	233	6.000	283	4.080
34	8.100	84	6.600	134	1.980	184	2.400	234	3.300	284	7.920
35	3.600	85	15.000	135	1.440	185	7.800	235	13.380	285	8.340
36	4.020	86	6.300	136	900	186	14.400	236	7.620	286	3.960
37	6.000	87	7.380	137	6.360	187	7.680	237	3.480	287	2.460
38	900	88	35.280	138	3.300	188	5.880	238	3.900	288	4.380
39	1.800	89	3.600	139	3.300	189	3.900	239	600	289	6.600
40	7.200	90	1.200	140	12.000	190	1.020	240	19.200	290	9.600
41	3.660	91	17.400	141	8.700	191	2.460	241	5.700	291	6.900
42	4.800	92	900	142	7.980	192	13.260	242	2.100	292	2.580
43	1.200	93	8.100	143	6.900	193	5.760	243	3.780	293	1.200
44	19.500	94	300	144	28.380	194	300	244	6.360	294	8.400
45	4.200	95	900	145	24.000	195	2.040	245	18.420	295	35.280
46	5.580	96	1.200	146	4.800	196	660	246	8.700	296	7.200
47	8.400	97	1.680	147	6.480	197	35.280	247	1.800	297	3.600
48	3.720	98	1.200	148	3.600	198	14.700	248	9.900	298	2.100
49	16.080	99	3.600	149	3.600	199	20.580	249	9.480	299	3.000
50	7.080	100	1.800	150	4.200	200	4.800	250	7.020	300	9.900

Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)
301	1.800	351	9.960	401	4.200	451	6.480	501	2.700	551	1.680
302	3.600	352	5.160	402	7.680	452	5.400	502	8.100	552	3.600
303	4.080	353	16.080	403	4.800	453	21.600	503	3.720	553	1.200
304	7.200	354	2.400	404	2.640	454	5.400	504	9.600	554	3.600
305	10.200	355	1.680	405	6.840	455	6.600	505	8.220	555	9.000
306	6.000	356	3.480	406	3.660	456	3.600	506	3.180	556	7.200
307	11.880	357	1.800	407	5.460	457	9.000	507	2.880	557	5.400
308	6.420	358	2.820	408	5.880	458	10.680	508	1.740	558	3.600
309	6.420	359	2.580	409	4.380	459	3.600	509	5.940	559	10.800
310	5.820	360	3.900	410	4.800	460	5.700	510	4.800	560	1.800
311	2.760	361	3.060	411	8.580	461	11.100	511	300	561	5.400
312	5.160	362	11.040	412	4.800	462	300	512	24.900	562	10.800
313	8.700	363	6.600	413	6.840	463	10.980	513	5.280	563	3.000
314	2.700	364	3.000	414	5.400	464	3.600	514	4.800	564	600
315	4.500	365	840	415	12.000	465	2.220	515	4.200	565	2.880
316	1.200	366	1.020	416	7.200	466	10.800	516	26.280	566	2.400
317	26.880	367	2.340	417	7.260	467	3.000	517	3.300	567	1.200
318	5.100	368	2.520	418	3.420	468	9.000	518	900	568	1.200
319	17.880	369	5.100	419	9.660	469	3.480	519	3.000	569	900
320	8.280	370	8.040	420	1.140	470	5.400	520	3.000	570	3.600
321	4.020	371	4.500	421	11.700	471	1.380	521	3.300	571	15.900
322	3.600	372	2.280	422	6.300	472	3.600	522	14.580	572	7.200
323	4.200	373	2.640	423	2.700	473	2.400	523	7.200	573	2.880
324	2.880	374	9.000	424	1.500	474	5.400	524	3.600	574	7.200
325	8.100	375	13.260	425	420	475	5.400	525	10.800	575	6.900
326	10.200	376	2.940	426	1.860	476	7.200	526	1.200	576	1.500
327	6.300	377	2.580	427	1.620	477	11.280	527	10.800	577	1.800
328	1.500	378	2.580	428	4.680	478	2.700	528	2.100	578	1.800
329	1.560	379	3.600	429	17.760	479	4.500	529	1.380	579	9.600
330	6.120	380	10.800	430	300	480	14.400	530	1.800	580	6.480
331	4.080	381	10.800	431	6.000	481	1.800	531	3.600	581	35.280
332	6.480	382	4.800	432	3.300	482	8.280	532	1.800	582	6.900
333	15.540	383	5.280	433	3.000	483	3.600	533	1.860	583	3.900
334	1.980	384	4.080	434	11.100	484	28.080	534	2.940	584	3.300
335	8.520	385	3.780	435	4.800	485	7.200	535	4.740	585	900
336	3.240	386	2.940	436	3.480	486	8.700	536	1.980	586	8.400
337	4.260	387	13.080	437	3.600	487	600	537	2.400	587	10.980
338	17.280	388	3.120	438	13.500	488	6.600	538	2.580	588	900
339	5.220	389	5.700	439	5.100	489	3.600	539	11.280	589	2.400
340	3.960	390	2.580	440	1.200	490	3.600	540	5.700	590	1.200
341	3.480	391	10.800	441	10.200	491	9.480	541	2.400	591	3.600
342	3.540	392	10.800	442	1.800	492	2.700	542	4.200	592	3.600
343	3.420	393	5.760	443	3.480	493	600	543	3.600	593	1.800
344	7.740	394	5.340	444	11.100	494	3.900	544	2.880	594	3.000
345	3.480	395	8.820	445	6.000	495	1.500	545	4.800	595	19.680
346	1.500	396	4.500	446	6.300	496	10.380	546	3.600	596	6.600
347	3.300	397	8.580	447	1.800	497	900	547	3.600	597	3.000
348	9.900	398	1.560	448	4.500	498	1.200	548	2.400	598	1.800
349	5.400	399	4.980	449	5.580	499	3.300	549	7.800	599	10.200
350	11.700	400	1.500	450	1.800	500	2.700	550	35.280	600	5.400

Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)
601	7.200	651	2.400	701	7.800	751	11.880	801	2.700	851	900
602	1.080	652	10.800	702	1.200	752	4.500	802	1.800	852	3.600
603	3.600	653	4.680	703	900	753	14.700	803	2.100	853	1.200
604	1.800	654	9.000	704	6.180	754	16.080	804	14.280	854	1.500
605	10.800	655	3.000	705	3.000	755	13.500	805	3.000	855	7.200
606	4.800	656	1.200	706	7.800	756	6.300	806	7.800	856	3.600
607	6.900	657	3.000	707	3.600	757	5.400	807	10.200	857	15.180
608	900	658	18.600	708	10.800	758	1.500	808	1.800	858	5.400
609	3.600	659	480	709	3.000	759	8.580	809	7.800	859	4.200
610	2.880	660	12.600	710	1.200	760	3.600	810	1.800	860	4.200
611	3.600	661	2.400	711	600	761	2.400	811	2.880	861	4.200
612	2.400	662	13.200	712	5.280	762	2.100	812	4.800	862	7.200
613	3.000	663	4.200	713	1.980	763	3.900	813	7.800	863	10.080
614	12.600	664	2.880	714	3.000	764	9.600	814	5.400	864	6.900
615	4.200	665	1.800	715	8.220	765	13.680	815	600	865	1.440
616	9.480	666	5.400	716	13.320	766	3.600	816	10.800	866	3.000
617	3.600	667	7.200	717	3.600	767	4.800	817	1.800	867	2.160
618	3.600	668	15.000	718	5.160	768	7.800	818	4.080	868	4.500
619	4.500	669	3.600	719	1.200	769	6.600	819	5.400	869	2.160
620	3.600	670	2.280	720	7.200	770	12.480	820	1.800	870	6.120
621	4.500	671	1.800	721	4.200	771	7.200	821	28.080	871	4.260
622	3.300	672	600	722	2.400	772	7.200	822	11.700	872	1.860
623	7.500	673	1.800	723	2.700	773	4.200	823	10.800	873	2.880
624	1.800	674	1.800	724	13.980	774	6.600	824	8.700	874	3.600
625	1.200	675	6.600	725	3.600	775	10.080	825	4.080	875	5.400
626	1.680	676	3.600	726	6.600	776	35.280	826	2.880	876	5.040
627	5.400	677	2.700	727	4.200	777	4.800	827	2.220	877	12.180
628	1.200	678	11.100	728	1.500	778	9.600	828	3.780	878	2.580
629	1.200	679	1.800	729	6.600	779	6.000	829	2.880	879	2.040
630	4.200	680	3.480	730	16.380	780	3.000	830	10.440	880	1.200
631	2.400	681	1.800	731	3.600	781	11.880	831	4.200	881	3.240
632	900	682	7.980	732	1.800	782	10.800	832	8.880	882	5.100
633	5.400	683	1.020	733	3.900	783	15.600	833	3.420	883	3.000
634	3.900	684	7.500	734	8.100	784	8.880	834	3.120	884	3.600
635	7.800	685	4.380	735	17.880	785	6.000	835	9.240	885	1.500
636	2.880	686	3.120	736	3.000	786	3.000	836	1.740	886	1.860
637	5.100	687	3.600	737	3.600	787	4.200	837	1.080	887	17.940
638	3.000	688	5.880	738	3.300	788	4.800	838	7.080	888	2.280
639	900	689	7.500	739	5.100	789	10.800	839	3.600	889	1.800
640	6.600	690	5.100	740	6.000	790	2.100	840	3.840	890	8.100
641	15.000	691	3.600	741	14.280	791	4.380	841	2.160	891	24.300
642	2.700	692	5.400	742	3.240	792	7.200	842	1.500	892	1.080
643	900	693	9.600	743	2.460	793	2.400	843	3.600	893	3.600
644	1.080	694	4.080	744	6.180	794	4.800	844	2.700	894	7.200
645	4.800	695	4.500	745	16.860	795	20.880	845	15.300	895	5.100
646	900	696	4.500	746	720	796	35.280	846	2.100	896	7.500
647	600	697	300	747	1.680	797	4.800	847	600	897	4.500
648	900	698	900	748	4.140	798	5.400	848	7.800	898	1.800
649	3.600	699	6.600	749	4.500	799	2.100	849	1.680	899	900
650	6.600	700	2.400	750	18.900	800	2.100	850	2.100	900	4.680

Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)
901	3.000	951	7.380	1001	3.600	1051	6.000	1101	5.700	1151	1.800
902	3.000	952	35.280	1002	1.200	1052	4.800	1102	3.600	1152	19.080
903	6.300	953	15.000	1003	22.800	1053	4.800	1103	3.600	1153	900
904	3.300	954	20.280	1004	7.680	1054	2.400	1104	3.600	1154	13.200
905	3.300	955	35.280	1005	1.800	1055	7.200	1105	24.480	1155	7.800
906	11.100	956	6.600	1006	1.560	1056	3.600	1106	6.180	1156	4.500
907	5.280	957	21.300	1007	2.820	1057	4.500	1107	5.460	1157	1.680
908	6.000	958	6.000	1008	7.920	1058	1.980	1108	120	1158	7.200
909	3.000	959	1.380	1009	10.680	1059	2.400	1109	18.960	1159	2.400
910	1.800	960	4.800	1010	2.700	1060	1.980	1110	3.600	1160	1.380
911	12.300	961	2.400	1011	4.920	1061	30.900	1111	6.300	1161	1.500
912	1.500	962	1.200	1012	2.880	1062	4.500	1112	7.200	1162	16.800
913	10.680	963	6.000	1013	1.800	1063	5.580	1113	5.400	1163	8.400
914	5.400	964	1.800	1014	10.200	1064	2.700	1114	1.200	1164	4.800
915	1.200	965	10.500	1015	3.600	1065	22.500	1115	1.080	1165	1.500
916	3.300	966	5.100	1016	2.400	1066	3.600	1116	2.700	1166	1.140
917	6.300	967	2.400	1017	7.200	1067	6.900	1117	5.100	1167	21.960
918	900	968	1.080	1018	900	1068	5.100	1118	1.800	1168	1.680
919	18.180	969	1.500	1019	5.100	1069	1.200	1119	4.500	1169	3.720
920	5.400	970	8.700	1020	4.080	1070	900	1120	4.560	1170	5.280
921	3.000	971	21.600	1021	4.020	1071	2.700	1121	14.700	1171	4.800
922	3.900	972	1.500	1022	2.940	1072	6.480	1122	13.080	1172	2.100
923	5.100	973	900	1023	28.320	1073	7.200	1123	300	1173	9.000
924	1.800	974	1.080	1024	3.600	1074	1.200	1124	1.740	1174	1.500
925	7.200	975	3.120	1025	1.800	1075	2.400	1125	900	1175	4.200
926	8.880	976	1.800	1026	9.000	1076	3.600	1126	1.800	1176	4.200
927	10.800	977	13.380	1027	7.200	1077	1.800	1127	20.400	1177	480
928	6.600	978	9.360	1028	9.600	1078	1.800	1128	600	1178	9.000
929	2.400	979	4.560	1029	1.500	1079	8.880	1129	4.680	1179	1.200
930	13.800	980	1.860	1030	2.580	1080	6.000	1130	3.000	1180	3.000
931	1.680	981	1.200	1031	2.100	1081	2.400	1131	4.800	1181	5.400
932	1.500	982	2.700	1032	3.240	1082	8.400	1132	4.680	1182	12.600
933	7.500	983	900	1033	3.660	1083	6.480	1133	4.200	1183	6.480
934	16.200	984	3.600	1034	8.040	1084	4.500	1134	14.400	1184	600
935	1.200	985	5.400	1035	18.240	1085	14.700	1135	10.200	1185	6.000
936	600	986	20.700	1036	300	1086	4.500	1136	1.800	1186	3.000
937	3.000	987	1.980	1037	3.420	1087	900	1137	3.600	1187	32.280
938	1.200	988	2.700	1038	6.360	1088	1.800	1138	6.000	1188	35.280
939	4.080	989	9.900	1039	4.020	1089	2.400	1139	1.800	1189	1.680
940	19.200	990	1.800	1040	9.360	1090	1.080	1140	3.000	1190	32.400
941	16.080	991	900	1041	60	1091	1.500	1141	19.080	1191	1.200
942	11.400	992	19.980	1042	5.640	1092	3.300	1142	1.800	1192	1.500
943	23.880	993	6.300	1043	6.120	1093	3.600	1143	8.100	1193	20.100
944	300	994	6.300	1044	14.400	1094	20.400	1144	13.860	1194	2.100
945	5.700	995	1.800	1045	12.600	1095	5.400	1145	3.420	1195	3.300
946	4.800	996	7.200	1046	1.800	1096	3.600	1146	2.760	1196	8.280
947	3.600	997	900	1047	6.480	1097	3.600	1147	7.140	1197	6.600
948	4.800	998	4.500	1048	2.400	1098	3.600	1148	1.500	1198	8.280
949	5.400	999	4.500	1049	27.480	1099	1.380	1149	6.300	1199	2.700
950	3.300	1000	3.780	1050	5.400	1100	17.400	1150	6.600	1200	2.100

Lote	LD (seg)	Lote	LD (seg)
1201	600	1251	5.100
1202	4.200	1252	2.100
1203	8.400	1253	13.200
1204	2.400	1254	6.480
1205	6.060	1255	2.700
1206	4.500	1256	5.400
1207	2.700	1257	16.200
1208	900	1258	4.500
1209	2.700	1259	2.700
1210	18.420	1260	2.100
1211	2.700	1261	25.800
1212	8.700	1262	4.680
1213	5.700	1263	4.200
1214	6.480	1264	1.200
1215	1.200	1265	6.600
1216	4.200	1266	7.500
1217	3.900	1267	9.300
1218	2.400	1268	6.480
1219	4.500	1269	5.400
1220	12.300	1270	3.600
1221	2.400	1271	24.900
1222	2.400	1272	1.380
1223	2.880	1273	2.760
1224	6.000	1274	13.620
1225	4.800	1275	3.000
1226	9.000	1276	4.500
1227	5.400	1277	7.800
1228	1.800	1278	3.300
1229	1.800	1279	3.000
1230	6.000	1280	6.000
1231	3.000	1281	3.000
1232	2.280	1282	4.680
1233	5.400	1283	7.200
1234	600	1284	1.800
1235	22.680	1285	7.800
1236	4.740	1286	10.200
1237	6.420	1287	8.280
1238	1.440		
1239	17.880		
1240	6.600		
1241	7.800		
1242	3.000		
1243	3.600		
1244	19.680		
1245	4.500		
1246	7.500		
1247	6.480		
1248	1.200		
1249	4.500		
1250	2.700		

Linha E

Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)
1	35.280	51	8.280	101	14.400	151	7.260	201	3.600	251	4.500
2	10.800	52	13.500	102	20.880	152	17.880	202	7.200	252	8.760
3	24.480	53	35.280	103	28.800	153	1.500	203	35.280	253	35.280
4	28.800	54	7.920	104	6.480	154	7.980	204	5.400	254	35.280
5	16.320	55	11.700	105	11.520	155	7.380	205	4.800	255	7.200
6	6.480	56	15.480	106	10.800	156	6.600	206	7.800	256	5.400
7	9.840	57	15.480	107	10.800	157	35.280	207	17.280	257	12.900
8	6.960	58	19.800	108	10.200	158	35.280	208	480	258	11.520
9	6.000	59	9.000	109	25.080	159	4.200	209	19.680	259	9.780
10	29.280	60	10.800	110	3.660	160	3.600	210	18.420	260	3.000
11	35.280	61	25.200	111	6.360	161	9.000	211	7.320	261	11.400
12	35.280	62	10.800	112	9.060	162	13.980	212	7.800	262	7.200
13	28.800	63	5.400	113	16.200	163	3.900	213	4.200	263	31.680
14	4.320	64	4.320	114	35.280	164	4.500	214	780	264	3.600
15	35.280	65	12.600	115	7.920	165	3.720	215	9.720	265	12.600
16	22.080	66	10.080	116	18.000	166	3.900	216	35.280	266	22.680
17	13.200	67	31.380	117	7.200	167	21.600	217	18.300	267	35.280
18	14.520	68	3.900	118	35.280	168	8.880	218	10.500	268	26.400
19	6.480	69	6.600	119	22.680	169	35.280	219	6.480	269	3.120
20	26.820	70	11.880	120	12.600	170	10.800	220	28.800	270	3.600
21	6.300	71	16.800	121	9.000	171	5.400	221	6.480	271	10.200
22	6.600	72	16.500	122	10.500	172	10.200	222	4.500	272	7.800
23	3.600	73	3.180	123	3.600	173	21.600	223	7.020	273	35.280
24	4.080	74	7.080	124	19.800	174	1.800	224	3.900	274	12.000
25	8.400	75	26.520	125	15.780	175	35.280	225	17.700	275	5.280
26	20.400	76	8.520	126	4.320	176	9.720	226	17.100	276	7.200
27	6.480	77	6.600	127	5.400	177	12.000	227	7.200	277	28.080
28	28.800	78	35.280	128	35.280	178	6.720	228	28.080	278	13.920
29	6.480	79	6.600	129	35.280	179	28.560	229	13.500	279	3.600
30	10.200	80	28.680	130	17.100	180	13.200	230	4.680	280	15.600
31	6.600	81	1.800	131	7.500	181	10.080	231	29.520	281	31.680
32	9.720	82	18.000	132	10.680	182	180	232	3.600	282	3.600
33	17.160	83	1.440	133	3.720	183	7.020	233	8.400	283	6.600
34	8.760	84	5.280	134	3.900	184	10.200	234	4.200	284	5.100
35	3.960	85	15.600	135	23.580	185	12.000	235	11.400	285	23.580
36	12.000	86	5.580	136	1.920	186	3.900	236	10.380	286	29.520
37	17.100	87	5.400	137	35.280	187	7.620	237	900	287	3.600
38	18.180	88	4.500	138	1.800	188	27.480	238	35.280	288	4.500
39	18.660	89	10.800	139	1.800	189	10.800	239	21.600	289	4.200
40	6.480	90	14.400	140	31.680	190	18.900	240	13.680	290	4.800
41	5.280	91	18.000	141	7.200	191	5.580	241	3.600	291	21.780
42	4.860	92	2.880	142	6.600	192	17.400	242	7.800	292	35.280
43	8.700	93	35.280	143	11.400	193	9.000	243	3.600	293	21.780
44	13.560	94	2.040	144	7.200	194	8.880	244	15.900	294	24.300
45	23.400	95	18.660	145	2.880	195	8.700	245	11.220	295	4.320
46	9.720	96	7.380	146	33.120	196	10.680	246	1.560	296	4.500
47	13.020	97	7.200	147	35.280	197	18.720	247	1.680	297	13.500
48	6.300	98	33.120	148	2.400	198	3.600	248	3.360	298	35.280
49	27.000	99	9.000	149	16.620	199	6.000	249	4.380	299	1.800
50	28.980	100	26.280	150	780	200	9.900	250	2.040	300	5.100

Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)
301	33.120	351	2.400	401	6.600	451	35.280	501	9.900	551	19.380
302	9.780	352	9.600	402	5.100	452	35.280	502	13.680	552	30.180
303	3.600	353	35.280	403	15.480	453	26.400	503	8.880	553	5.100
304	1.200	354	35.280	404	19.800	454	3.600	504	26.400	554	15.360
305	8.700	355	14.400	405	6.120	455	5.280	505	23.100	555	9.000
306	5.100	356	15.600	406	11.700	456	35.280	506	12.180	556	1.560
307	35.280	357	5.280	407	35.280	457	35.280	507	9.000	557	19.920
308	25.560	358	35.280	408	35.280	458	35.280	508	11.880	558	3.600
309	3.180	359	35.280	409	15.300	459	17.160	509	7.200	559	20.880
310	4.380	360	6.480	410	4.800	460	18.120	510	7.200	560	10.800
311	5.880	361	33.120	411	21.000	461	35.280	511	35.280	561	35.280
312	10.800	362	6.000	412	5.160	462	35.280	512	12.600	562	4.020
313	12.600	363	5.400	413	4.320	463	35.280	513	3.000	563	9.780
314	22.320	364	5.400	414	19.500	464	35.280	514	9.480	564	9.900
315	11.100	365	12.000	415	35.280	465	22.800	515	10.200	565	10.080
316	5.700	366	20.100	416	15.780	466	12.480	516	14.400	566	1.500
317	7.500	367	7.980	417	25.200	467	35.280	517	20.880	567	2.880
318	28.800	368	35.280	418	10.080	468	17.940	518	5.100	568	30.420
319	6.900	369	7.200	419	35.280	469	4.200	519	20.100	569	1.080
320	20.880	370	7.200	420	18.300	470	13.140	520	5.400	570	900
321	1.380	371	4.200	421	16.980	471	35.280	521	4.680	571	7.200
322	2.940	372	7.380	422	21.840	472	16.200	522	35.280	572	2.880
323	11.700	373	16.500	423	8.040	473	19.080	523	24.480	573	3.600
324	19.680	374	4.800	424	5.400	474	25.200	524	10.800	574	21.600
325	33.120	375	7.200	425	17.700	475	10.080	525	35.280	575	35.280
326	3.900	376	13.200	426	17.580	476	35.280	526	17.100	576	21.600
327	25.500	377	30.600	427	14.400	477	35.280	527	18.180	577	13.680
328	9.780	378	4.680	428	20.880	478	14.400	528	35.280	578	2.040
329	18.000	379	10.080	429	30.180	479	7.200	529	8.040	579	23.160
330	17.280	380	12.600	430	5.100	480	8.400	530	4.500	580	10.080
331	9.780	381	1.800	431	12.780	481	5.280	531	22.740	581	10.800
332	10.800	382	11.280	432	10.800	482	18.000	532	14.400	582	18.000
333	3.300	383	9.600	433	11.700	483	17.280	533	10.800	583	6.480
334	10.980	384	15.300	434	26.160	484	11.400	534	10.080	584	35.280
335	10.200	385	18.180	435	6.180	485	17.400	535	35.280	585	10.200
336	33.120	386	1.800	436	6.720	486	6.480	536	35.280	586	5.100
337	35.280	387	6.780	437	28.560	487	18.000	537	21.600	587	19.980
338	35.280	388	3.600	438	2.940	488	17.280	538	13.680	588	12.600
339	4.800	389	24.900	439	4.680	489	19.800	539	35.280	589	22.680
340	15.420	390	9.000	440	3.600	490	13.800	540	35.280	590	13.680
341	7.080	391	4.140	441	21.900	491	1.680	541	14.400	591	10.800
342	7.980	392	13.500	442	5.100	492	3.600	542	4.380	592	10.800
343	6.780	393	8.640	443	6.720	493	19.200	543	11.760	593	10.200
344	28.500	394	35.280	444	28.560	494	6.000	544	4.740	594	35.280
345	3.480	395	35.280	445	35.280	495	6.480	545	13.680	595	25.080
346	3.600	396	19.800	446	1.500	496	6.720	546	21.600	596	29.880
347	28.200	397	15.480	447	6.600	497	28.560	547	35.280	597	5.400
348	5.400	398	35.280	448	3.600	498	11.700	548	8.940	598	12.600
349	12.000	399	2.880	449	8.700	499	23.580	549	3.480	599	22.680
350	5.880	400	20.700	450	14.880	500	11.700	550	3.480	600	35.280

Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)
601	8.100	651	7.200	701	16.680	751	28.020	801	28.800	851	9.060
602	21.780	652	28.080	702	1.200	752	12.600	802	35.280	852	4.800
603	5.400	653	21.600	703	35.280	753	35.280	803	12.300	853	6.960
604	35.280	654	29.400	704	5.820	754	30.600	804	10.200	854	4.440
605	8.100	655	5.880	705	18.360	755	4.680	805	7.080	855	7.860
606	11.700	656	13.680	706	7.080	756	18.000	806	12.660	856	19.200
607	2.100	657	21.600	707	4.320	757	8.100	807	8.880	857	35.280
608	8.880	658	3.600	708	4.200	758	4.620	808	5.940	858	16.080
609	4.500	659	10.080	709	4.200	759	2.220	809	5.700	859	6.300
610	35.280	660	35.280	710	4.020	760	5.100	810	5.640	860	9.300
611	35.280	661	5.700	711	5.400	761	6.000	811	12.600	861	12.600
612	21.600	662	11.700	712	7.440	762	10.800	812	12.300	862	24.780
613	2.880	663	17.880	713	7.560	763	9.000	813	17.580	863	7.080
614	10.800	664	18.000	714	16.200	764	4.560	814	5.400	864	4.020
615	11.100	665	7.200	715	12.600	765	22.380	815	10.200	865	4.320
616	24.180	666	6.480	716	4.800	766	12.900	816	12.480	866	12.000
617	35.280	667	3.600	717	22.680	767	10.800	817	4.800	867	4.080
618	35.280	668	3.600	718	14.280	768	24.480	818	18.720	868	15.480
619	35.280	669	18.000	719	18.300	769	18.000	819	3.600	869	19.800
620	35.280	670	16.200	720	15.900	770	6.480	820	4.500	870	19.200
621	29.880	671	1.080	721	1.080	771	3.600	821	4.500	871	5.400
622	5.400	672	2.820	722	33.120	772	18.720	822	21.480	872	7.200
623	27.000	673	7.260	723	2.880	773	10.800	823	7.200	873	16.080
624	8.280	674	21.600	724	32.400	774	10.800	824	3.600	874	3.000
625	12.600	675	21.600	725	35.280	775	7.200	825	18.000	875	11.520
626	12.600	676	13.680	726	4.440	776	7.200	826	17.280	876	10.800
627	10.080	677	6.240	727	18.360	777	7.200	827	35.280	877	6.600
628	16.560	678	9.000	728	12.480	778	13.680	828	24.000	878	4.500
629	3.960	679	8.700	729	5.400	779	24.120	829	6.300	879	3.300
630	7.560	680	13.920	730	15.120	780	9.000	830	1.080	880	35.280
631	7.200	681	1.980	731	12.600	781	35.280	831	11.220	881	35.280
632	19.800	682	35.280	732	11.100	782	35.280	832	9.780	882	35.280
633	15.480	683	21.600	733	35.280	783	9.900	833	12.120	883	33.120
634	8.880	684	13.680	734	24.180	784	25.380	834	3.900	884	12.600
635	4.320	685	3.600	735	13.500	785	10.620	835	35.280	885	22.680
636	3.780	686	24.120	736	13.800	786	10.260	836	14.400	886	35.280
637	11.220	687	3.600	737	4.680	787	9.000	837	13.800	887	11.400
638	4.260	688	1.800	738	15.120	788	3.240	838	7.080	888	11.880
639	2.820	689	21.000	739	5.400	789	18.000	839	3.600	889	27.720
640	35.280	690	14.280	740	3.300	790	17.280	840	16.200	890	5.400
641	7.500	691	24.120	741	12.600	791	30.900	841	10.500	891	12.000
642	27.780	692	11.160	742	35.280	792	1.680	842	4.980	892	12.600
643	15.600	693	4.500	743	35.280	793	2.700	843	33.120	893	35.280
644	19.680	694	12.600	744	3.600	794	3.900	844	12.600	894	7.200
645	8.880	695	2.880	745	6.300	795	480	845	35.280	895	15.480
646	7.200	696	18.000	746	2.100	796	30.900	846	22.680	896	11.100
647	4.800	697	11.700	747	6.000	797	24.600	847	19.200	897	18.900
648	21.600	698	3.600	748	3.000	798	4.500	848	4.800	898	5.280
649	12.420	699	15.120	749	1.680	799	4.020	849	10.200	899	1.080
650	15.660	700	17.400	750	5.100	800	6.480	850	1.080	900	30.120

Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)
901	1.920	951	16.800	1001	10.800	1051	1.200	1101	5.340	1151	4.740
902	35.280	952	15.000	1002	7.200	1052	1.680	1102	13.080	1152	4.380
903	8.160	953	21.060	1003	18.000	1053	10.800	1103	27.600	1153	8.400
904	27.120	954	12.060	1004	10.080	1054	5.400	1104	4.680	1154	9.540
905	20.820	955	3.480	1005	16.800	1055	19.080	1105	7.680	1155	5.280
906	8.760	956	4.500	1006	18.480	1056	32.400	1106	19.800	1156	4.800
907	14.340	957	30.780	1007	16.200	1057	20.760	1107	10.800	1157	7.200
908	9.000	958	23.220	1008	4.320	1058	2.880	1108	9.000	1158	6.600
909	5.700	959	12.060	1009	21.600	1059	4.740	1109	8.400	1159	12.060
910	1.980	960	5.400	1010	14.400	1060	7.620	1110	8.880	1160	16.680
911	7.800	961	18.420	1011	4.680	1061	12.000	1111	26.880	1161	18.480
912	35.280	962	5.400	1012	3.600	1062	29.400	1112	9.000	1162	17.640
913	35.280	963	6.300	1013	3.600	1063	5.280	1113	2.040	1163	16.800
914	3.600	964	4.200	1014	9.000	1064	5.880	1114	4.200	1164	9.240
915	20.400	965	4.800	1015	28.800	1065	4.200	1115	16.200	1165	6.240
916	5.220	966	8.100	1016	26.280	1066	7.800	1116	9.000	1166	12.600
917	15.840	967	6.480	1017	6.480	1067	6.000	1117	10.080	1167	30.600
918	11.280	968	9.300	1018	8.400	1068	7.200	1118	1.260	1168	1.800
919	1.200	969	8.400	1019	7.500	1069	6.300	1119	11.160	1169	2.880
920	10.860	970	26.880	1020	7.380	1070	9.300	1120	14.460	1170	22.680
921	4.800	971	35.280	1021	20.100	1071	4.200	1121	8.400	1171	35.280
922	6.000	972	6.600	1022	15.000	1072	1.560	1122	22.260	1172	5.460
923	24.480	973	8.700	1023	4.380	1073	7.200	1123	2.700	1173	1.320
924	35.280	974	19.980	1024	4.980	1074	11.520	1124	3.600	1174	17.160
925	9.300	975	7.140	1025	660	1075	12.060	1125	28.200	1175	9.180
926	14.700	976	6.180	1026	35.280	1076	8.280	1126	7.080	1176	19.200
927	5.880	977	14.460	1027	7.200	1077	780	1127	4.560	1177	16.080
928	20.760	978	5.340	1028	5.400	1078	15.600	1128	22.200	1178	7.800
929	12.360	979	12.000	1029	22.680	1079	4.800	1129	13.080	1179	8.280
930	5.400	980	23.280	1030	3.900	1080	14.880	1130	29.280	1180	10.800
931	35.280	981	6.600	1031	14.880	1081	35.280	1131	6.000	1181	8.400
932	5.400	982	28.680	1032	5.520	1082	10.800	1132	9.600	1182	5.400
933	29.880	983	6.600	1033	10.980	1083	10.200	1133	25.680	1183	22.200
934	14.400	984	7.800	1034	33.120	1084	14.280	1134	3.480	1184	7.680
935	20.880	985	20.880	1035	35.280	1085	24.120	1135	3.960	1185	2.940
936	8.220	986	15.120	1036	35.280	1086	9.000	1136	4.680	1186	10.620
937	4.740	987	12.600	1037	9.000	1087	35.280	1137	4.380	1187	5.460
938	20.160	988	5.400	1038	5.400	1088	34.260	1138	7.740	1188	14.100
939	18.420	989	14.400	1039	33.120	1089	9.900	1139	8.880	1189	28.800
940	35.280	990	18.000	1040	7.200	1090	8.100	1140	5.400	1190	3.000
941	6.480	991	2.880	1041	13.680	1091	17.280	1141	10.800	1191	3.480
942	10.380	992	15.900	1042	35.280	1092	16.200	1142	19.080	1192	15.000
943	28.800	993	12.900	1043	10.800	1093	19.080	1143	17.100	1193	8.280
944	6.480	994	6.480	1044	24.480	1094	4.500	1144	18.180	1194	4.200
945	11.040	995	6.300	1045	16.200	1095	7.200	1145	15.600	1195	7.800
946	6.060	996	7.920	1046	19.080	1096	16.800	1146	5.700	1196	4.200
947	16.020	997	14.400	1047	7.260	1097	5.220	1147	5.280	1197	7.200
948	35.280	998	6.300	1048	20.460	1098	12.000	1148	23.100	1198	16.200
949	24.900	999	18.000	1049	5.400	1099	2.820	1149	900	1199	33.120
950	10.380	1000	4.680	1050	32.400	1100	1.440	1150	8.700	1200	7.680

Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)
1201	35.280	1251	16.800	1301	3.600	1351	8.940	1401	4.500	1451	35.280
1202	35.280	1252	6.600	1302	7.500	1352	8.820	1402	4.440	1452	10.800
1203	19.500	1253	4.740	1303	15.900	1353	9.000	1403	28.800	1453	18.000
1204	6.600	1254	26.580	1304	8.280	1354	8.700	1404	6.480	1454	25.800
1205	9.180	1255	7.800	1305	12.000	1355	4.980	1405	24.060	1455	6.480
1206	23.400	1256	4.080	1306	6.120	1356	9.480	1406	2.880	1456	7.320
1207	540	1257	1.800	1307	8.100	1357	1.860	1407	8.340	1457	16.200
1208	660	1258	7.200	1308	6.900	1358	18.960	1408	11.520	1458	26.880
1209	8.520	1259	22.800	1309	35.280	1359	12.600	1409	21.600	1459	8.400
1210	17.700	1260	12.300	1310	3.420	1360	2.820	1410	6.600	1460	19.080
1211	2.040	1261	12.480	1311	22.980	1361	14.400	1411	12.600	1461	4.800
1212	6.000	1262	4.140	1312	8.880	1362	11.880	1412	16.080	1462	1.800
1213	1.740	1263	11.640	1313	2.280	1363	5.940	1413	35.280	1463	13.800
1214	9.960	1264	8.400	1314	2.340	1364	5.400	1414	11.700	1464	2.880
1215	12.600	1265	26.880	1315	27.420	1365	9.000	1415	15.300	1465	2.100
1216	6.960	1266	3.600	1316	3.360	1366	8.040	1416	8.280	1466	2.220
1217	11.700	1267	2.760	1317	5.340	1367	15.900	1417	30.600	1467	28.800
1218	23.580	1268	19.680	1318	3.480	1368	9.600	1418	4.680	1468	12.000
1219	9.000	1269	2.520	1319	13.380	1369	2.400	1419	15.600	1469	12.240
1220	18.000	1270	4.560	1320	10.800	1370	7.320	1420	9.120	1470	1.080
1221	8.280	1271	10.800	1321	23.400	1371	2.400	1421	8.400	1471	9.300
1222	6.600	1272	9.600	1322	21.000	1372	16.380	1422	7.800	1472	8.520
1223	12.600	1273	14.880	1323	11.880	1373	7.080	1423	35.280	1473	4.140
1224	1.920	1274	17.400	1324	4.200	1374	1.200	1424	14.160	1474	33.120
1225	9.000	1275	17.880	1325	4.200	1375	5.280	1425	13.320	1475	4.500
1226	3.600	1276	19.800	1326	5.880	1376	16.740	1426	4.200	1476	7.500
1227	7.200	1277	6.480	1327	24.000	1377	35.280	1427	7.800	1477	7.800
1228	9.600	1278	12.120	1328	4.800	1378	7.380	1428	9.180	1478	4.680
1229	6.480	1279	8.160	1329	1.200	1379	10.260	1429	6.900	1479	12.780
1230	3.600	1280	960	1330	6.480	1380	12.240	1430	12.720	1480	4.740
1231	900	1281	9.000	1331	8.880	1381	5.400	1431	8.400	1481	10.800
1232	6.900	1282	5.400	1332	3.540	1382	3.300	1432	10.800	1482	15.600
1233	8.100	1283	4.440	1333	12.300	1383	19.140	1433	2.100	1483	5.940
1234	7.680	1284	2.040	1334	7.200	1384	4.200	1434	6.300	1484	29.340
1235	16.200	1285	35.280	1335	16.200	1385	28.920	1435	6.360	1485	33.120
1236	19.500	1286	28.800	1336	19.080	1386	8.040	1436	35.280	1486	8.100
1237	19.080	1287	6.480	1337	25.380	1387	4.800	1437	1.620	1487	8.100
1238	5.400	1288	5.400	1338	9.900	1388	28.800	1438	780	1488	9.000
1239	27.000	1289	16.200	1339	11.400	1389	6.480	1439	24.840	1489	7.200
1240	2.880	1290	16.200	1340	15.480	1390	2.520	1440	1.680	1490	10.080
1241	900	1291	5.400	1341	10.800	1391	24.600	1441	3.300	1491	25.920
1242	8.100	1292	7.200	1342	8.400	1392	8.160	1442	1.920	1492	35.280
1243	4.200	1293	6.480	1343	11.520	1393	3.600	1443	180	1493	35.280
1244	3.600	1294	7.140	1344	10.800	1394	7.800	1444	6.480	1494	33.120
1245	16.320	1295	4.380	1345	4.920	1395	14.880	1445	13.200	1495	13.800
1246	20.400	1296	5.400	1346	6.720	1396	9.840	1446	8.880	1496	15.000
1247	16.500	1297	10.500	1347	8.640	1397	9.960	1447	7.800	1497	3.600
1248	14.880	1298	19.380	1348	23.640	1398	3.600	1448	15.120	1498	25.200
1249	13.200	1299	8.400	1349	4.200	1399	5.400	1449	11.520	1499	2.880
1250	5.580	1300	26.880	1350	4.680	1400	4.380	1450	35.280	1500	7.920

Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)
1501	25.200	1551	11.100	1601	28.800	1651	9.600	1701	12.300	1751	23.880
1502	2.880	1552	7.800	1602	6.480	1652	12.600	1702	18.480	1752	7.920
1503	35.280	1553	8.880	1603	13.320	1653	7.200	1703	15.780	1753	20.400
1504	7.200	1554	33.120	1604	9.000	1654	15.480	1704	27.720	1754	12.000
1505	10.320	1555	10.800	1605	10.800	1655	35.280	1705	5.400	1755	2.880
1506	13.800	1556	24.480	1606	35.280	1656	9.720	1706	7.200	1756	600
1507	11.520	1557	35.280	1607	19.200	1657	3.600	1707	10.440	1757	1.920
1508	4.800	1558	1.800	1608	16.080	1658	7.200	1708	8.160	1758	22.200
1509	6.360	1559	6.120	1609	3.600	1659	12.600	1709	3.180	1759	8.400
1510	2.700	1560	5.400	1610	9.000	1660	8.280	1710	25.920	1760	35.280
1511	18.900	1561	19.800	1611	1.200	1661	24.300	1711	13.500	1761	35.280
1512	10.800	1562	12.000	1612	11.520	1662	27.000	1712	7.200	1762	9.720
1513	4.800	1563	3.120	1613	7.800	1663	8.820	1713	12.600	1763	23.400
1514	30.480	1564	30.000	1614	35.280	1664	35.280	1714	6.000	1764	11.400
1515	19.080	1565	9.600	1615	35.280	1665	35.280	1715	29.280	1765	7.800
1516	35.280	1566	3.600	1616	33.120	1666	3.600	1716	8.100	1766	16.080
1517	16.200	1567	10.080	1617	6.300	1667	7.920	1717	14.580	1767	4.200
1518	33.120	1568	35.280	1618	20.100	1668	21.600	1718	33.120	1768	21.600
1519	19.080	1569	35.280	1619	8.880	1669	5.100	1719	9.600	1769	7.320
1520	18.720	1570	22.320	1620	25.920	1670	6.480	1720	10.800	1770	20.400
1521	14.400	1571	3.600	1621	7.200	1671	24.120	1721	6.480	1771	35.280
1522	16.200	1572	7.200	1622	4.680	1672	10.800	1722	25.200	1772	14.880
1523	35.280	1573	18.720	1623	33.120	1673	12.900	1723	8.400	1773	7.920
1524	35.280	1574	35.280	1624	30.600	1674	9.000	1724	7.920	1774	18.000
1525	18.720	1575	3.600	1625	23.400	1675	6.000	1725	20.400	1775	7.200
1526	10.800	1576	9.000	1626	11.880	1676	35.280	1726	35.280	1776	10.800
1527	3.600	1577	1.800	1627	7.800	1677	29.280	1727	33.120	1777	9.000
1528	3.600	1578	30.000	1628	5.280	1678	600	1728	14.880	1778	5.280
1529	4.200	1579	5.280	1629	10.800	1679	9.720	1729	7.800	1779	18.000
1530	21.600	1580	14.400	1630	12.600	1680	3.000	1730	10.200	1780	10.200
1531	22.800	1581	20.880	1631	6.600	1681	2.400	1731	8.280	1781	9.720
1532	4.680	1582	33.120	1632	3.000	1682	11.700	1732	33.120	1782	5.400
1533	7.920	1583	4.080	1633	6.420	1683	5.700	1733	9.000	1783	24.240
1534	3.600	1584	10.800	1634	4.200	1684	11.400	1734	4.980	1784	35.280
1535	4.800	1585	3.600	1635	11.700	1685	12.600	1735	21.600	1785	11.040
1536	14.580	1586	19.800	1636	2.700	1686	11.280	1736	24.120	1786	3.120
1537	35.280	1587	11.400	1637	13.500	1687	22.320	1737	6.180	1787	30.000
1538	15.900	1588	3.600	1638	10.080	1688	10.800	1738	13.320	1788	5.640
1539	1.020	1589	7.920	1639	3.600	1689	35.280	1739	5.400	1789	29.640
1540	32.100	1590	7.200	1640	18.720	1690	3.600	1740	13.680	1790	23.280
1541	28.200	1591	35.280	1641	10.800	1691	14.400	1741	14.400	1791	9.840
1542	7.080	1592	35.280	1642	12.000	1692	35.280	1742	17.400	1792	7.200
1543	11.520	1593	33.120	1643	7.080	1693	11.520	1743	7.680	1793	35.280
1544	19.800	1594	7.200	1644	25.200	1694	3.600	1744	15.120	1794	5.280
1545	1.800	1595	2.880	1645	3.600	1695	21.000	1745	18.000	1795	27.720
1546	19.080	1596	7.920	1646	10.800	1696	14.280	1746	10.200	1796	22.800
1547	16.200	1597	19.800	1647	4.800	1697	4.320	1747	35.280	1797	5.400
1548	35.280	1598	9.000	1648	14.400	1698	21.600	1748	11.400	1798	18.480
1549	33.120	1599	16.200	1649	20.880	1699	7.200	1749	18.000	1799	4.680
1550	7.500	1600	5.400	1650	4.320	1700	16.800	1750	7.200	1800	18.720

Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)
1801	7.200	1851	18.000	1901	7.200	1951	4.800	2001	1.380	2051	21.000
1802	12.120	1852	35.280	1902	7.920	1952	32.160	2002	8.580	2052	8.340
1803	7.200	1853	35.280	1903	25.200	1953	3.240	2003	10.800	2053	14.280
1804	9.000	1854	22.320	1904	29.520	1954	5.220	2004	9.900	2054	4.680
1805	35.280	1855	33.120	1905	10.800	1955	17.460	2005	22.320	2055	30.600
1806	26.280	1856	10.800	1906	20.400	1956	1.440	2006	11.400	2056	26.880
1807	3.300	1857	35.280	1907	4.080	1957	22.800	2007	5.400	2057	14.520
1808	29.820	1858	13.320	1908	3.600	1958	8.880	2008	35.280	2058	2.760
1809	29.280	1859	19.800	1909	28.800	1959	7.560	2009	35.280	2059	7.320
1810	6.000	1860	21.000	1910	25.200	1960	3.600	2010	6.900	2060	8.520
1811	25.920	1861	14.280	1911	35.280	1961	480	2011	600	2061	8.400
1812	7.200	1862	35.280	1912	10.080	1962	6.000	2012	7.200	2062	3.000
1813	12.600	1863	24.120	1913	4.320	1963	10.800	2013	4.860	2063	11.460
1814	20.400	1864	900	1914	15.120	1964	12.720	2014	720	2064	20.820
1815	9.000	1865	8.100	1915	16.200	1965	3.600	2015	16.320	2065	19.920
1816	8.880	1866	5.400	1916	7.200	1966	11.520	2016	31.800	2066	9.300
1817	5.880	1867	7.680	1917	3.600	1967	22.080	2017	10.800	2067	6.060
1818	13.320	1868	12.600	1918	3.600	1968	1.200	2018	35.280	2068	33.120
1819	7.200	1869	14.700	1919	3.600	1969	16.800	2019	24.480	2069	14.700
1820	9.000	1870	7.500	1920	19.080	1970	15.420	2020	16.800	2070	16.200
1821	13.800	1871	7.920	1921	16.800	1971	3.060	2021	19.080	2071	4.380
1822	3.600	1872	7.200	1922	4.680	1972	35.280	2022	10.320	2072	12.000
1823	25.560	1873	5.400	1923	9.720	1973	5.280	2023	16.200	2073	20.400
1824	2.580	1874	35.280	1924	3.600	1974	15.120	2024	6.000	2074	2.880
1825	1.680	1875	35.280	1925	14.400	1975	20.400	2025	4.080	2075	15.120
1826	5.460	1876	16.140	1926	35.280	1976	3.600	2026	6.480	2076	8.400
1827	7.920	1877	7.980	1927	5.400	1977	9.600	2027	27.600	2077	14.880
1828	5.400	1878	9.000	1928	13.800	1978	7.200	2028	11.700	2078	4.800
1829	5.400	1879	24.180	1929	16.800	1979	1.800	2029	2.520	2079	7.200
1830	14.400	1880	14.400	1930	5.880	1980	5.400	2030	28.800	2080	14.880
1831	35.280	1881	18.720	1931	7.920	1981	24.480	2031	1.080	2081	22.200
1832	35.280	1882	11.100	1932	8.400	1982	1.260	2032	35.280	2082	12.600
1833	22.320	1883	14.400	1933	25.200	1983	5.280	2033	3.600	2083	10.920
1834	10.800	1884	20.880	1934	4.200	1984	5.400	2034	7.920	2084	7.800
1835	17.400	1885	28.800	1935	5.400	1985	14.400	2035	13.800	2085	16.200
1836	2.400	1886	6.480	1936	7.200	1986	16.020	2036	7.800	2086	8.880
1837	2.280	1887	15.120	1937	5.400	1987	4.260	2037	10.800	2087	11.100
1838	18.720	1888	1.800	1938	35.280	1988	10.200	2038	8.880	2088	19.080
1839	14.400	1889	7.200	1939	15.120	1989	10.680	2039	16.800	2089	4.320
1840	7.200	1890	9.000	1940	8.400	1990	33.120	2040	4.320	2090	8.820
1841	6.000	1891	7.200	1941	15.000	1991	9.900	2041	4.200	2091	11.460
1842	35.280	1892	6.120	1942	5.400	1992	2.400	2042	5.640	2092	15.300
1843	24.480	1893	6.480	1943	6.480	1993	3.600	2043	17.940	2093	18.000
1844	9.000	1894	33.120	1944	27.720	1994	13.200	2044	7.680	2094	2.760
1845	13.320	1895	12.000	1945	26.400	1995	9.780	2045	6.600	2095	20.520
1846	10.800	1896	3.480	1946	4.800	1996	35.280	2046	19.800	2096	12.600
1847	10.800	1897	32.400	1947	1.800	1997	22.080	2047	35.280	2097	14.520
1848	6.300	1898	2.880	1948	2.280	1998	8.460	2048	18.720	2098	24.480
1849	28.980	1899	6.480	1949	5.400	1999	9.000	2049	14.400	2099	5.400
1850	15.120	1900	21.600	1950	21.840	2000	4.200	2050	5.520	2100	3.600

Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)	Lote	LE (seg)
2101	2.760	2151	4.800	2201	10.080	2251	9.720	2301	4.680
2102	4.320	2152	3.600	2202	13.200	2252	5.400	2302	6.480
2103	4.320	2153	35.280	2203	12.000	2253	14.400	2303	2.520
2104	1.800	2154	25.920	2204	7.200	2254	35.280	2304	28.800
2105	35.280	2155	7.200	2205	25.920	2255	3.600	2305	30.600
2106	30.000	2156	24.000	2206	12.600	2256	13.680	2306	2.400
2107	22.320	2157	2.880	2207	7.860	2257	10.800	2307	32.880
2108	10.800	2158	6.240	2208	33.120	2258	9.600	2308	14.400
2109	5.280	2159	10.800	2209	10.800	2259	3.600	2309	20.880
2110	19.320	2160	18.000	2210	2.880	2260	7.680	2310	3.060
2111	8.400	2161	8.400	2211	4.200	2261	10.800	2311	35.280
2112	8.880	2162	6.480	2212	22.680	2262	15.780	2312	35.280
2113	7.560	2163	10.800	2213	17.400	2263	14.400	2313	5.400
2114	35.280	2164	4.680	2214	17.880	2264	20.880	2314	29.880
2115	16.200	2165	4.500	2215	35.280	2265	26.520	2315	33.120
2116	13.320	2166	6.900	2216	4.320	2266	14.400		
2117	3.600	2167	13.800	2217	7.200	2267	6.600		
2118	35.280	2168	6.000	2218	21.600	2268	15.600		
2119	19.680	2169	22.680	2219	35.280	2269	19.560		
2120	4.320	2170	15.480	2220	5.400	2270	10.200		
2121	35.280	2171	4.320	2221	7.200	2271	24.960		
2122	8.400	2172	6.120	2222	25.920	2272	1.680		
2123	28.800	2173	6.480	2223	9.000	2273	10.200		
2124	7.200	2174	35.280	2224	20.880	2274	4.680		
2125	4.500	2175	33.120	2225	14.400	2275	7.800		
2126	18.720	2176	28.800	2226	20.880	2276	5.400		
2127	7.200	2177	26.400	2227	4.020	2277	10.320		
2128	21.900	2178	7.080	2228	3.420	2278	2.280		
2129	8.880	2179	33.120	2229	1.200	2279	6.120		
2130	7.200	2180	1.800	2230	24.480	2280	9.000		
2131	2.880	2181	14.400	2231	20.220	2281	7.200		
2132	33.120	2182	16.800	2232	19.560	2282	5.400		
2133	8.880	2183	18.000	2233	1.320	2283	35.280		
2134	32.400	2184	33.120	2234	13.740	2284	7.800		
2135	26.400	2185	12.180	2235	7.920	2285	13.200		
2136	21.480	2186	2.880	2236	21.600	2286	14.280		
2137	14.400	2187	18.480	2237	15.720	2287	10.200		
2138	5.400	2188	11.220	2238	3.600	2288	9.000		
2139	4.680	2189	11.340	2239	35.280	2289	11.520		
2140	4.320	2190	4.860	2240	7.920	2290	3.600		
2141	3.600	2191	15.000	2241	3.600	2291	9.600		
2142	5.400	2192	12.720	2242	16.200	2292	6.480		
2143	9.000	2193	19.080	2243	5.400	2293	12.600		
2144	14.400	2194	5.400	2244	35.280	2294	5.400		
2145	16.200	2195	13.200	2245	7.200	2295	7.200		
2146	4.680	2196	14.880	2246	20.880	2296	13.680		
2147	11.400	2197	35.280	2247	3.120	2297	6.000		
2148	33.120	2198	27.720	2248	5.880	2298	14.400		
2149	10.080	2199	7.200	2249	7.200	2299	4.800		
2150	5.400	2200	5.400	2250	22.920	2300	19.800		