

Ítalo Marangoni de Souza

Simulação de Eventos Discretos do Processo de Carga e Descarga em uma Fábrica de Alimentos

Uberlândia, MG

2024

Ítalo Marangoni de Souza

Simulação de Eventos Discretos do Processo de Carga e Descarga em uma Fábrica de Alimentos

Trabalho de Conclusão de Curso da Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Uberlândia - UFU - Câmpus Santa Mônica, como requisito para a obtenção do título de Graduação em Engenharia de Controle e Automação.

Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Faculdade de Engenharia Elétrica - FEELT

Orientador Prof. Dr. Renato Santos Carrijo

Uberlândia, MG

2024

Ítalo Marangoni de Souza

Simulação de Eventos Discretos do Processo de Carga e Descarga em uma
Fábrica de Alimentos/ Ítalo Marangoni de Souza. – Uberlândia, MG, 2024-
122 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador Prof. Dr. Renato Santos Carrijo

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Faculdade de Engenharia Elétrica - FEELT, 2024.

1. Eventos Discretos. 2. Arena. I. Prof. Dr. Renato Santos Carrijo. II.
Universidade Federal de Uberlândia. III. Faculdade de Engenharia Elétrica. IV.
Simulação de Eventos Discretos do Processo de Carga e Descarga de uma Fábrica
de Alimentos.

CDU 02:141:005.7

Ítalo Marangoni de Souza

Simulação de Eventos Discretos do Processo de Carga e Descarga em uma Fábrica de Alimentos

Trabalho de Conclusão de Curso da Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Uberlândia - UFU - Câmpus Santa Mônica, como requisito para a obtenção do título de Graduação em Engenharia de Controle e Automação.

Trabalho aprovado em 14 de Novembro de 2024.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Renato Santos Carrijo
Orientador

Prof. Dr. Josué Silva de Moraes
Membro Avaliador

Prof. Dr. Fábio Vincenzi Romualdo da Silva
Membro Avaliador

Uberlândia, MG

2024

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por me conceder saúde, força e perseverança ao longo dessa jornada acadêmica, iluminando meu caminho e me guiando em cada etapa. Sem essa fé e esperança, não seria possível chegar até aqui.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo amor, compreensão e apoio incondicional. Vocês foram fundamentais para que eu nunca desistisse dos meus sonhos, e sou eternamente grato pela presença de cada um de vocês em minha vida.

Aos meus amigos, que com palavras de incentivo, companhia e momentos de descontração, tornaram essa caminhada mais leve e divertida. Em especial, agradeço aos meus colegas de curso e amigos da faculdade, que compartilharam comigo experiências, estudos e muitos desafios. Vocês são parte importante dessa conquista e levarei cada um de vocês no coração.

Um agradecimento especial aos meus professores, que dedicaram seu tempo e conhecimento para me ajudar a crescer e amadurecer, tanto profissional quanto pessoalmente. Agradeço pelo empenho e pela dedicação em cada aula e pelo incentivo ao longo de todo o curso.

Aos amigos do estágio, que dividiram comigo o dia a dia e contribuíram para minha formação prática, além de tornarem o ambiente de trabalho um lugar acolhedor e motivador. E aos meus supervisores, que com paciência e orientação, me ajudaram a desenvolver habilidades essenciais e a aplicar o que aprendi na faculdade. Sou grato pela confiança e pelas oportunidades de aprendizado que me foram concedidas.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta caminhada, deixo aqui meu sincero agradecimento. Este trabalho é, sem dúvida, fruto do apoio e da colaboração de cada um de vocês.

“A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo.”
(Nelson Mandela)

Resumo

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso é aplicar o software Arena para simulação de eventos discretos em processo de carga e descarga de uma fábrica de alimentos, mas especificamente no recebimento de grãos e na entrega do produto final. A fim de eliminar gargalos e simplificar a produção, evitando perdas de mercadorias, tempo, espaço de armazenamento e dinheiro. Para isso, foram coletados dados sobre o processo de carga e descarga e foi criado um modelo de simulação que reproduz fielmente as características da fábrica real.

Com base na análise dos resultados da simulação, foram feitas recomendações de melhorias, tais como: reconfigurar o layout da fábrica, ajustar os tempos de cada etapa do processo e implementar estratégias de planejamento de produção e algumas automações a fim de reduzir o tempo final. Os resultados obtidos mostram que a simulação de eventos discretos combinada com o software Arena é uma ferramenta poderosa para identificar gargalos em um processo de logística e propor soluções para otimização, resultando em benefícios como redução do tempo de espera, menores custos e melhoria da qualidade de entrega e recebimento, resultando em um melhor processo.

Palavras-chaves: Arena, Gargalos, Produção, Eventos Discretos, Simulação.

Abstract

The objective of this course conclusion work is to apply the Arena software to simulate discrete events in the loading and unloading process of a food factory, but specifically in the reception of grains and delivery of the final product. To eliminate bottlenecks and simplify production, avoiding losses of goods, time, storage space and money. To achieve this, data was collected on the loading and unloading process and a simulation model was created that faithfully reproduces the characteristics of the real factory.

Based on the analysis of the simulation results, recommendations for improvements were made, such as: reconfiguring the factory layout, adjusting the times for each step of the process, and implementing production planning strategies and some automations to reduce final time. The results obtained show that discrete event simulation combined with Arena software is a powerful tool for identifying bottlenecks in a logistics process and proposing solutions for optimization, resulting in benefits such as reduced waiting time, lower costs and improved quality of delivery and receipt, resulting in a better process.

Key-words: Arena, Bottlenecks, Production, Discrete Events, Simulation.

Lista de ilustrações

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Esboço processo (Descarga) | 29 |
| Figura 2 – Esboço processo (Carga) | 30 |
| Figura 3 – Gráfico Boxplot Portaria (Carga) | 34 |
| Figura 4 – Gráfico Boxplot Documentação (Carga) | 35 |
| Figura 5 – Gráfico Boxplot primeira Balança (Carga) | 35 |
| Figura 6 – Gráfico Boxplot Inspeção Visual (Carga) | 36 |
| Figura 7 – Gráfico Boxplot Forrar Caminhão (Carga) | 36 |
| Figura 8 – Gráfico Boxplot Carregamento Granel (Carga) | 37 |
| Figura 9 – Gráfico Boxplot Carregamento Ensacados (Carga) | 37 |
| Figura 10 – Gráfico Boxplot Fechar Lona (Carga) | 38 |
| Figura 11 – Gráfico Boxplot última Balança (Carga) | 38 |
| Figura 12 – Gráfico Boxplot Saída (Carga) | 39 |
| Figura 13 – Gráfico Boxplot Portaria (Descarga)) | 39 |
| Figura 14 – Gráfico Boxplot Documentação (Descarga) | 40 |
| Figura 15 – Gráfico Boxplot primeira Balança (Descarga) | 40 |
| Figura 16 – Gráfico Boxplot Classificação (Descarga) | 41 |
| Figura 17 – Gráfico Boxplot Tombador (Descarga) | 41 |
| Figura 18 – Gráfico Boxplot última Balança (Descarga) | 42 |
| Figura 19 – Gráfico Boxplot Saída (Descarga) | 42 |
| Figura 20 – Distribuição estatística Portaria (Descarga) | 45 |
| Figura 21 – Legenda - Distribuição estatística Portaria (Descarga) | 46 |
| Figura 22 – Distribuição estatística Documentação (Descarga) | 47 |
| Figura 23 – Legenda - Distribuição estatística Documentação (Descarga) | 47 |
| Figura 24 – Distribuição estatística primeira Balança (Descarga) | 48 |
| Figura 25 – Legenda - Distribuição estatística primeira Balança (Descarga) | 49 |
| Figura 26 – Distribuição estatística Classificação (Descarga) | 50 |
| Figura 27 – Legenda - Distribuição estatística Classificação (Descarga) | 51 |
| Figura 28 – Distribuição estatística Tombador (Descarga) | 52 |
| Figura 29 – Legenda - Distribuição estatística Tombador (Descarga) | 53 |
| Figura 30 – Distribuição estatística última Balança (Descarga) | 54 |
| Figura 31 – Legenda - Distribuição estatística Última Balança (Descarga) | 55 |
| Figura 32 – Distribuição estatística Saída (Descarga) | 56 |
| Figura 33 – Legenda - Distribuição estatística Saída (Descarga) | 57 |
| Figura 34 – Distribuição estatística Portaria (Carga) | 58 |
| Figura 35 – Legenda - Distribuição estatística Portaria (Carga) | 59 |
| Figura 36 – Distribuição estatística Documentação (Carga) | 60 |

| | |
|---|----|
| Figura 37 – Legenda - Distribuição estatística Documentação (Carga) | 61 |
| Figura 38 – Distribuição estatística primeira Balança (Carga) | 62 |
| Figura 39 – Legenda - Distribuição estatística Primeira Balança (Carga) | 63 |
| Figura 40 – Distribuição estatística Inspeção Visual (Carga) | 64 |
| Figura 41 – Legenda - Distribuição estatística Inspeção Visual (Carga) | 65 |
| Figura 42 – Distribuição estatística Forrar Caminhão (Carga) | 66 |
| Figura 43 – Legenda - Distribuição estatística Forrar Caminhão (Carga) | 67 |
| Figura 44 – Distribuição estatística Carregamento Granel (Carga) | 68 |
| Figura 45 – Legenda - Distribuição estatística Carregamento Granel (Carga) | 69 |
| Figura 46 – Distribuição estatística Carregamento Ensacados (Carga) | 70 |
| Figura 47 – Legenda - Distribuição estatística Carregamento Ensacados (Carga) | 71 |
| Figura 48 – Distribuição estatística Fechar Lona (Carga) | 72 |
| Figura 49 – Legenda - Distribuição estatística Fechar Lona (Carga) | 73 |
| Figura 50 – Distribuição estatística última Balança (Carga) | 74 |
| Figura 51 – Legenda - Distribuição estatística Última Balança (Carga) | 75 |
| Figura 52 – Distribuição estatística Saída (Carga) | 76 |
| Figura 53 – Legenda - Distribuição estatística Saída (Carga) | 77 |
| Figura 54 – Bloco Create (Arena) | 78 |
| Figura 55 – Bloco Process (Arena) | 78 |
| Figura 56 – Bloco Decide (Arena) | 79 |
| Figura 57 – Bloco Dispose (Arena) | 79 |
| Figura 58 – Modelo de Simulação no Arena (Descarga) | 81 |
| Figura 59 – Lado Esquerdo - Modelo de Simulação no Arena (Descarga) | 81 |
| Figura 60 – Lado Direito - Modelo de Simulação no Arena (Descarga) | 82 |
| Figura 61 – Modelo de Simulação no Arena (Carga) | 84 |
| Figura 62 – Lado Esquerdo - Modelo de Simulação no Arena (Carga) | 84 |
| Figura 63 – Lado Direito - Modelo de Simulação no Arena (Carga) | 85 |
| Figura 64 – Relatório Fila (Descarga) | 88 |
| Figura 65 – Relatório Recursos (Descarga) | 88 |
| Figura 66 – Relatório Entidades (Carga) | 89 |
| Figura 67 – Relatório Fila (Carga) | 89 |
| Figura 68 – Relatório Recursos (Carga) | 89 |
| Figura 69 – Relatório Solução Fila (Descarga) | 90 |
| Figura 70 – Relatório Solução Recursos (Descarga) | 91 |
| Figura 71 – Relatório Solução Fila (Carga) | 91 |
| Figura 72 – Relatório Solução Recursos (Carga) | 92 |

Lista de tabelas

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 – Outliers do processo (Carga) | 43 |
| Tabela 2 – Outliers do processo (Descarga) | 43 |
| Tabela 3 – Dados em minutos do processo (Carga) | 97 |
| Tabela 4 – Dados em minutos do processo (Descarga) | 104 |
| Tabela 5 – Dados em decimais do processo (Carga) | 110 |
| Tabela 6 – Dados em decimal do processo (Descarga) | 117 |

Lista de abreviaturas e siglas

| | |
|-----|--------------------------------|
| VBA | Visual Basic For Applications |
| SED | Simulação de Eventos Discretos |
| BI | Business Intelligence |

Sumário

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 | Justificativas | 14 |
| 1.2 | Objetivos | 14 |
| 2 | REFERENCIAIS TEÓRICOS | 17 |
| 2.1 | Eventos Discretos | 17 |
| 2.1.1 | Conceitos de Simulação de Eventos Discretos | 17 |
| 2.1.2 | Ferramentas para Simulação de Eventos Discretos | 18 |
| 2.1.2.1 | Arena | 18 |
| 2.1.2.2 | Simul8 | 19 |
| 2.1.2.3 | AnyLogic | 20 |
| 2.1.2.4 | FlexSim | 21 |
| 2.1.3 | Aplicação de Simulação de Eventos Discretos | 21 |
| 2.1.3.1 | Logística e Transporte | 21 |
| 2.1.3.2 | Manufatura | 22 |
| 2.1.3.3 | Saúde | 22 |
| 2.1.3.4 | Atendimento ao Cliente | 22 |
| 2.2 | Software Arena | 22 |
| 2.2.1 | A Importância do Arena na Simulação de Sistemas | 23 |
| 2.2.2 | Estrutura Modular e Funcionalidades do Arena | 23 |
| 2.2.3 | Funcionalidades Estatísticas e Análises Gráficas | 24 |
| 2.2.4 | Integração com Ferramentas Externas | 25 |
| 2.2.5 | Código de Simulação SIMAN | 25 |
| 2.2.6 | Exemplos de Aplicação do Arena | 25 |
| 3 | METODOLOGIA | 27 |
| 3.1 | Metodologia de Pesquisa | 27 |
| 3.2 | Esboço do Processo | 27 |
| 3.3 | Tipos de caminhões | 30 |
| 3.3.1 | Caminhão Toco (2 eixos) | 30 |
| 3.3.2 | Caminhão Truck (3 eixos) | 31 |
| 3.3.3 | Carreta 2 eixos (Carreta Simples) | 31 |
| 3.3.4 | Carreta 3 eixos | 31 |
| 3.3.5 | Bitrem (Carreta 7 eixos) | 31 |
| 3.3.6 | Rodotrem (9 eixos) | 31 |
| 3.4 | Coleta de dados | 32 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 3.5 | Tratamento de dados | 32 |
| 3.6 | Input Analyzer | 43 |
| 3.6.1 | Funcionamento do Input Analyzer | 44 |
| 3.6.2 | Critério do Menor Erro Quadrático | 44 |
| 3.6.3 | Benefícios da Escolha de uma Distribuição Adequada | 44 |
| 3.6.4 | Aplicação no Projeto | 44 |
| 3.7 | Simulação Arena | 77 |
| 3.7.1 | Modelo Simulação Descarga | 81 |
| 3.7.1.1 | Modelo Conceitual Descarga | 81 |
| 3.7.1.2 | Recursos e Pontos Importantes Descarga | 82 |
| 3.7.2 | Modelo Simulação Carga | 84 |
| 3.7.2.1 | Modelo Conceitual Carga | 84 |
| 3.7.2.2 | Recursos e Pontos Importantes Carga | 85 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 87 |
| 5 | CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS | 93 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 94 |
| | APÊNDICES | 96 |
| | APÊNDICE A – INTRODUÇÃO | 97 |
| | APÊNDICE B – INTRODUÇÃO | 104 |
| | APÊNDICE C – INTRODUÇÃO | 110 |
| | APÊNDICE D – INTRODUÇÃO | 117 |

1 Introdução

O mundo hoje enfrenta um desafio global no que diz respeito ao meio ambiente. Principalmente indústrias no ramo alimentício, que tem os seus produtos transportados por meio de caminhões e veículos emissores de gases poluentes. Junto a isso a indústria moderna enfrenta desafios constantes no que diz respeito à otimização dos processos de produção e de transporte. A busca por maior eficiência, redução de custos e maximização dos lucros impulsiona as empresas a explorarem novas abordagens e ferramentas.

Nesse contexto, a simulação em eventos discretos tem se destacado como uma metodologia eficaz para a análise e melhoria de sistemas complexos. Ao permitir a modelagem e avaliação do comportamento de um sistema em diferentes cenários, a simulação em eventos discretos fornece uma visão abrangente e detalhada, auxiliando na tomada de decisões estratégicas antes de implementar mudanças em uma fábrica real.

1.1 Justificativas

Como dito anteriormente, a principal justificativa de se usar simulação de eventos discretos no setor de logística de uma fábrica alimentícia, assim como em outras indústrias, é a importância de identificar e resolver gargalos que possam impactar negativamente a produção. Os gargalos podem resultar em perdas financeiras significativas, desperdício de matéria-prima, atrasos na entrega, funcionários ociosos ou super ocupados e insatisfação dos clientes. Portanto, é fundamental adotar abordagens que permitam a análise detalhada dos fluxos de trabalho, tempos de processamento, capacidade de produção e outros fatores críticos que influenciam o desempenho de um processo de carga e descarga.

A simulação em eventos discretos oferece uma metodologia sistemática e eficiente para avaliar o desempenho de um sistema produtivo e identificar oportunidades de melhorias. Melhorias essas que seriam voltadas para o meio ambiente, para a produção e até mesmo para o bem estar dos trabalhadores. Ao utilizar um software especializado, como o Arena, a construção do modelo de simulação e a análise dos resultados se tornam mais acessíveis e confiáveis.

1.2 Objetivos

O principal objetivo desse trabalho é a aplicação da simulação em eventos discretos, na logística de carga e descarga da fábrica, utilizando o software Arena, com o intuito de resolver os gargalos e agilizar o processo. Para que se atinja esse objetivo, será necessário

coletar dados detalhados do processo de produção na fábrica e da rotina de funcionamento da logística. Os dados podem ser de informações como o tempo de espera no pátio, tempo de pesagem de cada veículo, tempo de fila até a inspeção visual, tempo de tombamento, tempo de carregamento, condições meteorológicas, demanda do mercado, quantidade de estoque, produtividade de funcionários, a média de vendas por mês, entre outros. Baseado nessas informações, será construído um modelo de simulação que reproduza fielmente as características reais presentes na planta da fábrica.

Ao simular, foi feita a análise dos resultados e a partir deles foram propostas melhorias concretas para otimizar o processo logístico. Melhorias essas que abrangem vários aspectos, como a reconfiguração do modelo de carga e descarga da fábrica, ajustes nos tempos de pesagem e inspeção visual, implementar estratégias mais eficientes de produção e de vendas para que estoque e demanda caminhe juntos. O objetivo final foi otimizar o processo de recebimento de veículos, para evitar perda de tempo, longas filas, estoques cheios e paralisação na produção, além de prejuízos financeiros.

A aplicação da simulação em eventos discretos em conjunto com o software Arena, se espera uma obtenção de resultados sólidos que embasem a tomada de decisões na logística da fábrica de grãos. Essas decisões poderão ser implementadas de forma efetiva, resultando em melhorias tangíveis. Além disso, o uso da simulação possibilita analisar diferentes cenários e avaliar os impactos causados por eles, dessa forma sendo mais acertivo, pois reduz os possíveis gastos e riscos associados à tomada de decisões, permitindo uma abordagem mais estratégica na busca por melhorias contínuas. Além dos benefícios diretos relacionados à eficiência e à redução de custos, a aplicação da simulação em eventos discretos também contribui para o aprimoramento do processo de tomada de decisões. Ao fornecer uma representação virtual do processo, a simulação permite que os gestores e engenheiros visualizem de forma clara o funcionamento do sistema, identifiquem pontos críticos e testem soluções alternativas. Dessa forma, é possível tomar decisões embasadas em dados concretos e minimizar os riscos associados a mudanças significativas.

Considerando o contexto específico da logística de carga e descarga da fábrica alimentícia, a simulação em eventos discretos pode trazer uma série de vantagens. Através da identificação de gargalos no processo de produção, é possível tomar medidas corretivas para melhorar o fluxo de veículos, otimizar os tempos de fila, e evitar a acumulação desnecessária de estoque. Essas ações não apenas reduzem desperdícios e aumentam a eficiência, mas também garantem uma melhor utilização dos recursos disponíveis, resultando em benefícios financeiros significativos.

Além disso, a simulação em eventos discretos proporciona uma abordagem flexível e adaptável para lidar com as incertezas inerentes ao ambiente de produção. Ela permite testar diferentes cenários, considerando variações na demanda, tempos de processamento e outros fatores relevantes. Dessa forma, a fábrica de grãos pode estar preparada para

enfrentar flutuações no mercado, realizar projeções de capacidade e implementar estratégias de logística mais eficazes.

Portanto, a aplicação da simulação em eventos discretos, utilizando um software capacitado, com o Arena, no processo de carga e descarga tem como objetivo a resolução de gargalos e agilizar a logística, a fim de evitar perdas financeiras, desperdício de matéria-prima, atrasos na entrega, funcionários ociosos e insatisfação dos clientes. De acordo com a análise da simulação, foi proposto melhorias para otimizar o processo de produção e entrega como um todo, a fim de garantir uma utilização eficiente dos recursos, redução de custos, agilidade de entrega e qualidade do produto final.

2 Referenciais Teóricos

A simulação em eventos discretos é uma técnica amplamente utilizada para modelar e analisar sistemas complexos. Ela permite a representação do comportamento de um sistema ao longo do tempo, considerando eventos discretos e suas interações. Uma das principais ferramentas disponíveis para a realização de simulação em eventos discretos é o software Arena.

2.1 Eventos Discretos

2.1.1 Conceitos de Simulação de Eventos Discretos

A Simulação de Eventos Discretos (SED) é uma técnica amplamente utilizada para representar o comportamento de sistemas dinâmicos em que o estado muda em momentos específicos ao longo do tempo. Essa abordagem é comum em áreas como logística, manufatura e atendimento ao cliente, onde se busca estudar a eficiência e o desempenho de processos complexos (BANKS et al., 2009).

No contexto da SED, um “evento” refere-se a uma mudança de estado no sistema que ocorre em um momento específico, como a chegada de um caminhão em um pátio ou a conclusão de uma etapa de produção. A simulação considera o sistema em estado “estático” entre eventos, atualizando-o apenas quando algo significativo ocorre (LAW, 2014). Esse modelo difere da simulação contínua, onde o estado do sistema é atualizado constantemente ao longo do tempo. Em sistemas de eventos discretos, o tempo é dividido em pontos específicos, e o sistema avança de evento para evento, ignorando o intervalo contínuo entre eles (MILLER; ZHAN, 2015).

A SED envolve a modelagem de um sistema por meio da definição de entidades, eventos e recursos. Uma entidade é um elemento ativo no sistema, como um cliente, um veículo ou um processo. Os eventos ocorrem quando as entidades interagem entre si ou com os recursos do sistema. Os recursos são elementos passivos, utilizados pelas entidades para realizar determinadas ações. A modelagem precisa desses componentes é essencial para a precisão e validade dos resultados da simulação (SHANNON, 1998).

Entre as principais características da SED, destacam-se:

- **Baseada em tempo discreto:** A simulação considera apenas momentos específicos no tempo em que eventos ocorrem, saltando de evento em evento.
- **Modelagem de sistemas complexos:** É eficaz para representar processos com muitos

componentes interdependentes, como operações logísticas e processos industriais (BANKS et al., 2009).

- **Probabilidade e variáveis aleatórias:** A SED frequentemente inclui elementos estocásticos para modelar a aleatoriedade inerente de sistemas reais, como o tempo de chegada de clientes ou o tempo de atendimento (PAIGE; KLEIN, 2018).

Em uma simulação de eventos discretos, o fluxo de tempo avança em incrementos discretos, saltando de evento para evento. Cada evento é processado em ordem cronológica e pode gerar novos eventos a serem agendados no futuro. O intervalo entre eventos sucessivos é chamado de tempo ocioso e pode variar conforme o modelo e as interações entre entidades e recursos (MILLER; ZHAN, 2015). Para controlar essa progressão temporal, é mantida uma lista de eventos futuros, que é atualizada conforme novos eventos são agendados, permitindo que a simulação avance de forma consistente (ALITOK; MELAMED, 2010).

Existem várias técnicas de simulação em eventos discretos para modelar e analisar sistemas complexos. A simulação baseada em eventos processa cada evento individualmente e gera novos eventos ou altera o estado do sistema. Já a simulação baseada em processos agrupa eventos em rotinas que definem o comportamento do sistema. Métodos como a simulação de Monte Carlo utilizam amostragem aleatória para estimar os resultados do sistema (KELTON; SMITH; STURROCK, 2014; MILLER; ZHAN, 2015).

A SED é amplamente utilizada para a avaliação de desempenho de sistemas, possibilitando a análise de métricas como o tempo médio de espera, a utilização de recursos, a capacidade do sistema e a eficiência operacional. Ajustando diferentes parâmetros e cenários, é possível otimizar o desempenho do sistema e identificar gargalos ou pontos fracos (BANKS et al., 2009; SHANNON, 1998). Essa técnica é empregada em áreas como engenharia, logística, manufatura, transporte e ciências da computação, oferecendo insights valiosos para a tomada de decisões e o aprimoramento de sistemas reais (MILLER; ZHAN, 2015).

2.1.2 Ferramentas para Simulação de Eventos Discretos

Diversas ferramentas foram desenvolvidas para facilitar o uso da simulação de eventos discretos, permitindo a modelagem de sistemas complexos sem a necessidade de programação extensiva. As mais conhecidas incluem softwares que oferecem interfaces gráficas e funcionalidades avançadas de modelagem (KELTON; SADOWSKI; STURROCK, 2015). Algumas das ferramentas amplamente utilizadas são:

2.1.2.1 Arena

O Arena é um software de simulação popular que utiliza uma interface visual para modelar eventos discretos em processos industriais e logísticos. Ele permite que os

usuários criem fluxos de trabalho, definam parâmetros e analisem dados de simulação. É frequentemente utilizado para modelar filas, processos de manufatura e fluxos de transporte (LAW, 2014).

- **Pontos Positivos:**

- **Interface Gráfica Intuitiva:** O Arena possui uma interface visual que facilita a modelagem de processos e a visualização de fluxos.
- **Ampla Utilização e Comunidade:** É amplamente utilizado, especialmente em aplicações industriais, o que significa uma grande quantidade de recursos e suporte.
- **o Funcionalidades Avançadas:** Oferece recursos poderosos para análise estatística e visualização de dados, além de capacidade de integração com outras ferramentas de análise de dados.

- **Pontos Negativos:**

- **Complexidade para Iniciantes:** Embora a interface seja intuitiva, o uso de alguns recursos avançados pode exigir treinamento, dificultando o uso para iniciantes.
- **Custo Elevado:** O Arena é uma ferramenta paga e de alto custo, o que pode ser uma limitação para empresas de menor porte ou projetos de pesquisa com orçamento limitado.
- **Foco em Processos Industriais:** A ferramenta é mais voltada para ambientes industriais, sendo menos flexível para outras áreas de simulação, como saúde ou serviços financeiros (KELTON; SADOWSKI; STURROCK, 2015).

2.1.2.2 Simul8

Simul8 é outra ferramenta de simulação que facilita a modelagem e análise de processos. Com um foco em usabilidade, ele é indicado para modelagem rápida e ajuste de parâmetros, sendo popular em áreas como gestão de operações e logística (PIDD, 2009).

- **Pontos Positivos:**

- **Facilidade de Uso:** Simul8 é conhecido por sua usabilidade e facilidade de aprendizado, sendo ideal para modelagem rápida e ajustável, com uma interface amigável.
- **Custos Mais Acessíveis:** Comparado ao Arena, o Simul8 possui planos de preços mais acessíveis e permite realizar simulações em projetos menores.

- **Ampla Aplicabilidade:** É utilizado em diversas áreas além da indústria, como saúde e operações de serviço, por oferecer flexibilidade na criação de modelos diversos.

- **Pontos Negativos:**

- **Limitações para Modelagem Avançada:** Pode ser insuficiente para projetos que demandam análises e modelagens extremamente complexas.
- **Recursos Gráficos Limitados:** A interface gráfica de modelagem é simples, mas menos robusta para visualizações tridimensionais, o que pode dificultar o entendimento em aplicações que exigem alta visualização (PIDD, 2009).

2.1.2.3 AnyLogic

O AnyLogic oferece suporte para simulações de eventos discretos e contínuos, além de fornecer funcionalidades de modelagem híbrida. Ele é frequentemente usado para estudar interações complexas entre sistemas de diferentes tipos, como transporte público, cadeias de suprimentos e produção industrial (BANKS et al., 2009).

- **Pontos Positivos:**

- **Modelagem Híbrida:** Permite combinar simulações de eventos discretos, dinâmicas de sistemas e modelagem baseada em agentes em um único ambiente.
- **Ampla Aplicação Setorial:** Utilizado em setores como transporte, saúde, manufatura e serviços financeiros, com módulos específicos para cada tipo de aplicação.
- **Visualização Avançada e Integração:** Oferece gráficos de alta qualidade e recursos de integração com bancos de dados e ferramentas de BI (Business Intelligence).

- **Pontos Negativos:**

- **Curva de Aprendizado Acima da Média:** A flexibilidade e a variedade de ferramentas no AnyLogic fazem com que ele seja mais complexo, exigindo mais tempo de aprendizado.
- **Custo Elevado:** Assim como o Arena, o AnyLogic é uma solução paga com custo relativamente alto, embora possua uma versão gratuita para uso acadêmico.
- **Requisitos de Hardware:** A modelagem 3D e outras funcionalidades gráficas avançadas podem demandar alto desempenho do computador, dificultando o uso em máquinas mais simples (BANKS et al., 2009).

2.1.2.4 FlexSim

FlexSim é uma plataforma de simulação orientada à modelagem de fluxos de materiais e processos logísticos. Ele inclui ferramentas gráficas 3D que ajudam na visualização e análise de operações de forma intuitiva, sendo útil em aplicações industriais e de saúde (LAW, 2014).

- **Pontos Positivos:**

- **Gráficos 3D e Visualização Avançada:** FlexSim é conhecido por suas capacidades gráficas em 3D, permitindo uma representação visual altamente detalhada dos processos.
- **Ideal para Modelagem Logística:** Possui ferramentas específicas para modelagem de fluxos logísticos e de produção, sendo útil para processos que envolvem movimentação de materiais.
- **Interface Intuitiva e Personalizável:** A interface gráfica permite ao usuário modelar e adaptar o ambiente de simulação com facilidade.

- **Pontos Negativos:**

- **Curva de Aprendizado para Modelos Complexos:** Embora seja intuitivo para modelos simples, a criação de modelos complexos pode exigir mais tempo e experiência.
- **Limitação em Setores Diversos:** O FlexSim é mais voltado para a indústria e logística, apresentando menos flexibilidade para modelagens em outras áreas, como saúde e finanças.
- **Custo:** Assim como outras ferramentas robustas, o FlexSim possui custo elevado, especialmente nas versões mais completas e com funcionalidades avançadas (LAW, 2014).

2.1.3 Aplicação de Simulação de Eventos Discretos

A aplicação da SED é ampla e cobre diversas indústrias onde o desempenho e a eficiência do sistema são críticos. Algumas das principais aplicações incluem:

2.1.3.1 Logística e Transporte

A simulação de eventos discretos é amplamente utilizada em sistemas logísticos para otimizar o fluxo de transporte, especialmente na gestão de operações de carga e descarga de caminhões. Isso permite analisar tempos de espera, otimizar alocação de recursos e avaliar o impacto de diferentes políticas de operação (PAIGE; KLEIN, 2018). Além disso, pesquisas de (LIN; SHI; HUANG, 2022) apontam para a relevância da SED em estudos

de transporte, especialmente em sistemas de mobilidade urbana e redes de distribuição, onde o controle de variáveis como tempo de chegada e capacidade de veículos é crucial. A SED permite modelar esses sistemas com alto nível de detalhe, fornecendo dados que ajudam a aprimorar a eficiência e a satisfação dos usuários.

2.1.3.2 Manufatura

No setor de manufatura, a SED ajuda a modelar linhas de produção, prever gargalos e otimizar processos produtivos. Ela permite que os gestores identifiquem áreas de melhoria e analisem cenários “what-if” (e se) para implementar mudanças de forma eficiente (BANKS et al., 2009). Autores como (BAE; KIM; PARK, 2021) discutem a aplicação da SED em processos complexos de manufatura, destacando a capacidade da simulação para representar operações de linha de produção e testar diferentes cenários de alocação de recursos em tempo real.

2.1.3.3 Saúde

Hospitais e clínicas também usam SED para otimizar o fluxo de pacientes, gerenciar o uso de salas de operação e maximizar a eficiência do atendimento. A simulação permite identificar gargalos, como tempo de espera e utilização de recursos, aprimorando o gerenciamento de emergências e a alocação de profissionais de saúde (LAW, 2014). Outro exemplo é o trabalho de (KUMAR; SINGH, 2022), que analisa o uso de SED em sistemas de saúde, demonstrando como a simulação ajuda a otimizar o fluxo de pacientes e reduzir tempos de espera em hospitais.

2.1.3.4 Atendimento ao Cliente

A SED é frequentemente aplicada em call centers e setores de atendimento ao cliente, onde é essencial otimizar o tempo de atendimento e alocar corretamente os atendentes. A simulação possibilita a previsão de tempo de espera e permite ajustes em tempo real para melhorar a experiência do cliente (KELTON; SADOWSKI; STURROCK, 2015).

2.2 Software Arena

O software de simulação Arena é amplamente utilizado na modelagem e análise de sistemas complexos e dinâmicos, sendo uma ferramenta essencial para áreas como manufatura, logística, saúde e serviços. Desenvolvido pela Rockwell Automation, o Arena facilita a criação de modelos de simulação baseados em eventos discretos, possibilitando a análise de sistemas onde o comportamento é regido por eventos que ocorrem em momentos específicos no tempo. Com uma interface gráfica intuitiva e recursos avançados, o Arena permite a modelagem visual e modular de processos complexos, além de oferecer

funcionalidades de integração com outros softwares (KELTON; SMITH; STURROCK, 2014; AUTOMATION, 2021).

2.2.1 A Importância do Arena na Simulação de Sistemas

A simulação é uma técnica valiosa para estudar o comportamento de sistemas dinâmicos e, em particular, a simulação de eventos discretos (SED) é amplamente utilizada para modelar sistemas onde os eventos ocorrem em pontos específicos de tempo. Neste contexto, o Arena é uma das ferramentas mais reconhecidas e populares, sendo amplamente adotada para a modelagem e análise de processos industriais, logísticos e de atendimento. Segundo (BANKS et al., 2009), o Arena integra recursos de modelagem, análise e visualização em uma única plataforma, permitindo que usuários de diferentes níveis de experiência possam representar e compreender sistemas complexos de forma prática. Esse software é especialmente útil para estudos industriais e logísticos, onde facilita a análise de filas, tempos de espera, alocação de recursos e outros parâmetros essenciais para a eficiência dos processos (SHANNON, 1998).

A simulação em eventos discretos, técnica fundamental no Arena, representa o comportamento de sistemas dinâmicos nos quais o estado do sistema muda em momentos específicos. Em sistemas de eventos discretos, o tempo é visto como uma sequência de pontos específicos (eventos) que representam mudanças de estado do sistema, como a chegada de um caminhão em um pátio de logística ou a conclusão de uma etapa em um processo de produção. Entre esses eventos, o sistema permanece em estado “estático”, sendo atualizado apenas quando ocorre algo significativo (LAW, 2014). Diferentemente de simulações contínuas, que atualizam constantemente o estado do sistema, a SED foca nesses eventos-chave, oferecendo uma representação fiel e eficiente de processos com muitos componentes interdependentes e variáveis estocásticas (PAIGE; KLEIN, 2018).

2.2.2 Estrutura Modular e Funcionalidades do Arena

O Arena organiza seu ambiente de modelagem em blocos modulares, conhecidos como “módulos”, que representam elementos distintos do sistema e permitem a construção de modelos de simulação de maneira visual e intuitiva. Esses módulos são categorizados de acordo com suas funcionalidades e estão disponíveis na interface do Arena para facilitar a criação de modelos. Os principais módulos incluem:

- **Create:** Responsável por criar as entidades que serão processadas no sistema, como clientes, produtos ou pedidos. Esse módulo marca o ponto de entrada das entidades no sistema.
- **Process:** Representa as atividades realizadas pelas entidades, como uma operação de produção ou um atendimento a um cliente. Esse módulo permite definir tempos de

espera, requisitos de recursos e duração das atividades.

- **Dispose:** Marca o final do ciclo de vida de uma entidade, indicando que ela não será mais processada.
- **Decide:** Permite a definição de condições lógicas e ramificações no fluxo do processo, funcionando como um operador “se... então...”.
- **Assign:** Utilizado para atribuir valores a variáveis ou atributos das entidades, configurando características específicas que influenciam o comportamento e a trajetória das entidades no sistema.

Além dos módulos básicos, o Arena conta com módulos avançados que aumentam a flexibilidade e precisão da modelagem:

- **Batch:** Agrupa várias entidades para que sejam processadas conjuntamente, útil para simular operações em que itens são manuseados em lotes.
- **Separate:** Realiza a separação de lotes ou duplicação de entidades, útil para processos onde os itens podem se dividir em diferentes etapas.
- **Queue:** Controla as filas onde as entidades aguardam pela disponibilidade de recursos.
- **Resource:** Gerencia os recursos, como máquinas ou funcionários, que são necessários em cada etapa do processo.

Esses módulos formam a base da modelagem no Arena e facilitam a descrição de sistemas complexos, proporcionando métricas detalhadas para análises posteriores (BANKS et al., 2009; AUTOMATION, 2021).

Com essa estrutura modular, os usuários conseguem modelar o fluxo de trabalho com precisão, permitindo o controle de cada etapa do processo. Estudos recentes demonstram que o Arena é uma ferramenta eficiente para a simulação de operações logísticas e industriais, possibilitando a análise de diferentes cenários e a escolha de estratégias mais eficazes para o gerenciamento de recursos (DUDIN; KLIMENOK; VISHNEVSKY, 2023).

2.2.3 Funcionalidades Estatísticas e Análises Gráficas

O Arena oferece um conjunto de ferramentas estatísticas que facilitam a coleta e análise de dados durante a simulação. Ele permite a coleta automática de informações como tempo de espera, taxas de utilização de recursos e tempos de ciclo, entre outras métricas relevantes para a avaliação de desempenho do sistema. Essas informações são apresentadas em gráficos como histogramas, gráficos de barras e gráficos de dispersão, permitindo uma análise visual clara e a identificação de gargalos e oportunidades de melhoria no sistema.

modelado. Este recurso é especialmente útil para engenheiros e gestores, pois fornece uma visão detalhada do comportamento do sistema e facilita a tomada de decisões informadas (ALITOK; MELAMED, 2010).

2.2.4 Integração com Ferramentas Externas

Um dos grandes atrativos do Arena é a sua versatilidade e a capacidade de integrar-se a ferramentas de análise de dados, como planilhas e bancos de dados. Essa característica permite que o software seja utilizado em áreas onde a eficiência operacional e a gestão de recursos são essenciais. Por exemplo, o Arena é frequentemente utilizado para otimizar o fluxo de passageiros e o tempo de espera em estações de transporte público, assim como na simulação de sistemas de filas para reduzir congestionamentos e aumentar a satisfação dos usuários (SARI et al., 2023; NICHOLAS; IGABARI, 2023).

O Arena possibilita a integração com softwares externos como Excel e Visual Basic, oferecendo uma maior flexibilidade na importação e exportação de dados. A integração com o Excel permite que os dados de entrada sejam importados automaticamente, facilitando a parametrização do modelo com informações reais ou previamente analisadas. O suporte ao Visual Basic for Applications (VBA) expande ainda mais a funcionalidade do Arena, permitindo a criação de scripts personalizados, automação de tarefas repetitivas e personalização de relatórios. Esses recursos de integração e customização tornam o Arena altamente adaptável e útil para diferentes necessidades de modelagem e simulação (KELTON; SMITH; STURROCK, 2014).

2.2.5 Código de Simulação SIMAN

O Arena utiliza uma linguagem interna de código chamada SIMAN, que possibilita a definição detalhada da lógica do sistema, permitindo um controle mais preciso sobre o modelo. O SIMAN é especialmente relevante para usuários avançados que necessitam personalizar aspectos específicos do processo de simulação além do que é oferecido pela interface gráfica. Esse código controla a lógica de eventos discretos, define variáveis e gerencia filas e recursos, possibilitando que o usuário ajuste a sequência de operações de acordo com as necessidades do sistema. Segundo (KELTON; SMITH; STURROCK, 2014), a combinação entre os módulos gráficos do Arena e o código SIMAN oferece uma alta flexibilidade, permitindo a personalização de elementos do modelo para uma análise mais aprofundada (LAW, 2014; KELTON; SMITH; STURROCK, 2014).

2.2.6 Exemplos de Aplicação do Arena

A aplicação do Arena é vasta, abrangendo setores como logística, manufatura e saúde. Ele tem sido utilizado para otimizar fluxos de produção, reduzir tempos de espera

e melhorar a eficiência na utilização de recursos. Por exemplo, em linhas de produção na indústria automobilística, o Arena permite a análise do impacto de diferentes configurações de linha de montagem na produtividade, sem a necessidade de modificar fisicamente o processo. Esse tipo de aplicação possibilita que gestores e engenheiros visualizem possíveis melhorias e implementem alterações de forma mais segura e econômica. Além disso, o Arena é utilizado em operações logísticas para o planejamento de processos, como a simulação de redes de distribuição e a análise de desempenho de centros de distribuição, proporcionando insights valiosos para a tomada de decisões (BANKS et al., 2009; SHANNON, 1998).

A aplicação do Arena no ambiente industrial mostra-se valiosa para prever gargalos, otimizar a utilização de recursos e simular cenários de operação em larga escala, reduzindo custos e aumentando a eficiência do sistema. Ao proporcionar análises estatísticas e gráficos para os resultados das simulações, o software permite uma visualização clara do desempenho dos processos simulados, oferecendo dados importantes para a tomada de decisões estratégicas (HEILEMANN; SKOGLUND, 2022; SARI et al., 2023). Essa ferramenta é, portanto, essencial para empresas que buscam uma abordagem dinâmica e prática para enfrentar os desafios de sistemas complexos.

3 Metodologia

3.1 Metodologia de Pesquisa

O trabalho seguiu as etapas centrais da pesquisa-ação: diagnóstico, planejamento, ação e avaliação. Primeiramente, foi elaborado um esboço do processo, onde os principais pontos e problemas a serem abordados foram identificados. Em seguida, houve a análise dos tipos de caminhões existentes, o que possibilitou definir os elementos específicos que seriam estudados. A partir disso, iniciou-se a coleta de dados, utilizando um cronômetro para registrar os tempos de operação.

Após a coleta, os dados passaram por um processo de tratamento para padronização e remoção de outliers, ajustando-os conforme os requisitos do software de simulação. Na fase de planejamento, foi utilizada a ferramenta Input Analyzer para descobrir a distribuição estatística de cada etapa do processo, tornando a simulação mais precisa. Com os dados prontos, a fase de ação consistiu na modelagem e simulação do sistema no software Arena, permitindo uma análise detalhada do comportamento e do desempenho das operações.

A fase de avaliação incluiu a revisão dos resultados da simulação, possibilitando reflexões e ajustes para melhorias contínuas. A natureza cíclica da pesquisa-ação e o envolvimento direto dos participantes ao longo de todas as fases fortaleceram a relevância e aplicabilidade dos resultados, alinhando-os tanto aos objetivos práticos quanto à produção de conhecimento para a melhoria do sistema de carregamento e descarregamento dos caminhões.

3.2 Esboço do Processo

Esse estudo foi realizado em uma indústria localizada em Uberlândia-MG, essa empresa é do ramo de insumos alimentícios e produz, nessa unidade, produtos oriundos da Soja e de milho, para manter o sigilo dos dados e do projeto em questão, foi adotado o nome fictício de “Amidos e Óleos”.

A Indústria possui dois processos de carga e descarga de seus produtos, nesse trabalho foi analisado apenas o processo referente a fábrica de Óleos derivados da Soja, uma vez que é o maior processo e posteriormente poderia ser replicado para o processo dos insumos de Milho.

Para obter uma compreensão mais aprofundada do processo de carga e descarga, foram realizadas visitas presenciais a cada etapa operacional, permitindo uma análise detalhada das atividades envolvidas. Durante essas visitas, observamos de perto o fluxo

de trabalho, a interação entre os operadores e os equipamentos, e identificamos pontos críticos no sistema. Além disso, foram realizadas reuniões com os responsáveis pelas operações, como supervisores e gestores, para discutir as principais dificuldades enfrentadas e validar as observações feitas em campo. Essas interações proporcionaram uma visão prática e colaborativa, ajudando a esclarecer o funcionamento do processo como um todo, e contribuíram para a elaboração de um esboço inicial do fluxo de trabalho, essencial para o desenvolvimento de soluções mais adequadas às necessidades da operação.

O processo de descarga inicia-se com a chegada dos caminhões à portaria, onde aguardam autorização para entrar no recinto. Após a liberação, os veículos seguem para o setor de documentação, onde são registrados e validados os dados necessários para a descarga. Em seguida, os caminhões são direcionados para a primeira pesagem, que registra o peso bruto do veículo antes da descarga. Após essa etapa, os caminhões aguardam na fila para o processo de classificação, onde a carga de soja é analisada para identificar a variedade e a qualidade do produto. Dependendo da classificação, o caminhão é encaminhado para a saída ou ao tombador, onde ocorre o tombamento para a retirada da soja. Com a descarga concluída, o veículo segue para a segunda pesagem, agora registrando o peso vazio para calcular a quantidade de soja efetivamente entregue. Por fim, os documentos finais de venda são emitidos e o caminhão é liberado para saída.

O processo de carga tem início com a chegada dos caminhões à portaria, onde aguardam liberação para entrada. Após a autorização, os veículos seguem para o setor de documentação, onde são registrados os dados da carga e da transação. Em seguida, os caminhões passam pela primeira pesagem, que determina o peso vazio antes do carregamento. A partir daí, são direcionados para o tipo de carga correspondente, que pode ser granel ou ensacados.

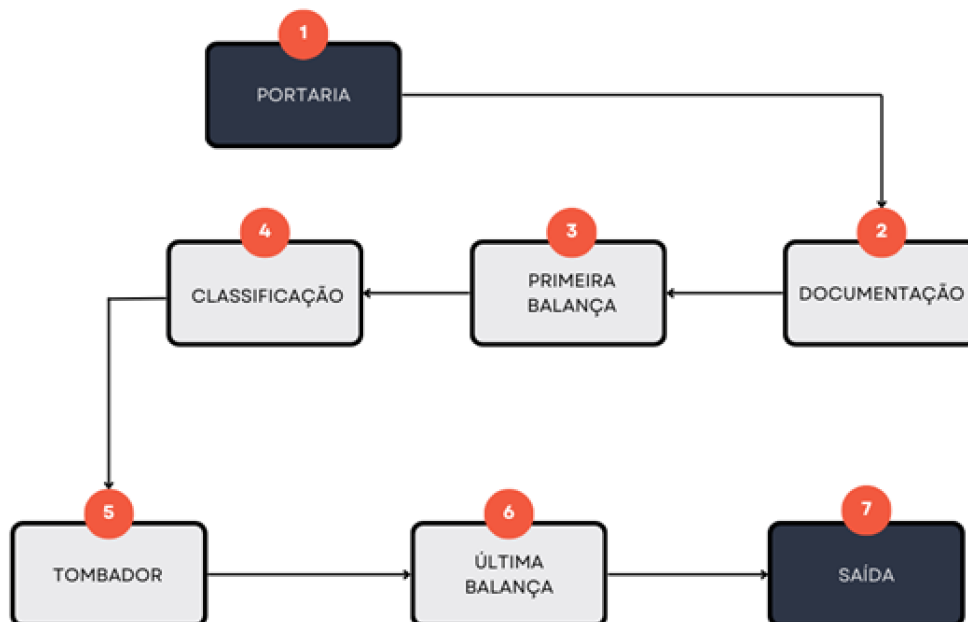
Se o caminhão for destinado a carga ensacada, ele passa por uma preparação, onde o veículo é forrado para proteger a mercadoria. Após essa etapa, o processo de carregamento dos sacos é iniciado. No caso de carga a granel, é necessário verificar o destino da venda. Se a carga for destinada ao mercado interno, o caminhão passa por uma inspeção visual da carroceria e, em seguida, procede para o carregamento. No entanto, se a carga for para exportação, o caminhão também passa pela etapa de forramento antes do carregamento, garantindo a proteção da mercadoria.

Após o carregamento, todos os caminhões, independentemente do tipo de carga, seguem para o fechamento da lona de proteção. Posteriormente, realizam a segunda pesagem, onde é calculada a diferença entre o peso inicial e o peso final para determinar a quantidade exata carregada. Por fim, o caminhão é liberado para a saída, com a documentação finalizada e a carga pronta para seguir viagem.

A seguir estão os esboços realizados, tanto do processo de Descarga (Figura 1) como o de Carga (Figura 2).

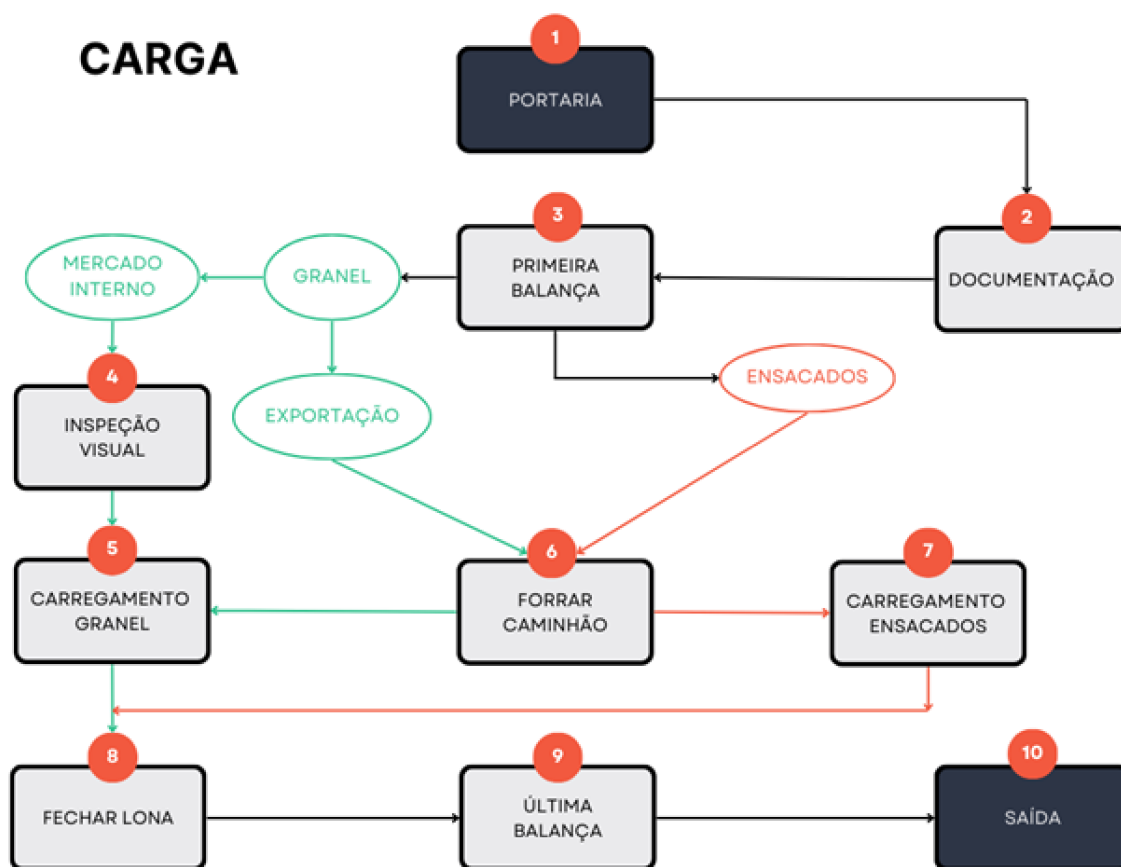
Figura 1 – Esboço processo (Descarga)

DESCARGA



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 2 – Esboço processo (Carga)



Fonte: Autoria própria (2024).

3.3 Tipos de caminhões

Existem diversos tipos de caminhões, cada um projetado para transportar diferentes tipos de cargas, dependendo de suas características e da legislação de transporte em cada país. Aqui estão alguns dos principais tipos de caminhões utilizados no transporte rodoviário:

3.3.1 Caminhão Toco (2 eixos)

- **Descrição:** Caminhão com dois eixos (um na frente e outro atrás) e capacidade de carga menor.
- **Capacidade de Carga:** Em média, entre 3 e 6 toneladas.
- **Aplicação:** Usado para entregas urbanas ou regionais com cargas pequenas e médias.

3.3.2 Caminhão Truck (3 eixos)

- **Descrição:** Possui três eixos (um dianteiro e dois traseiros), o que permite suportar mais peso.
- **Capacidade de Carga:** Entre 10 e 14 toneladas.
- **Aplicação:** Usado em transporte de cargas médias em distâncias urbanas e rodoviárias.

3.3.3 Carreta 2 eixos (Carreta Simples)

- **Descrição:** Caminhão com um cavalo mecânico que puxa uma carreta com dois eixos.
- **Capacidade de Carga:** Cerca de 25 toneladas.
- **Aplicação:** Transporte rodoviário de cargas de médio porte.

3.3.4 Carreta 3 eixos

- **Descrição:** Similar à carreta de dois eixos, mas com um terceiro eixo para aumentar a capacidade de carga.
- **Capacidade de Carga:** Cerca de 30 toneladas.
- **Aplicação:** Cargas de grande porte em transporte rodoviário de longas distâncias.

3.3.5 Bitrem (Carreta 7 eixos)

- **Descrição:** Composto por um cavalo mecânico e duas carretas, com sete eixos no total.
- **Capacidade de Carga:** Aproximadamente 38 toneladas.
- **Aplicação:** Usado para cargas pesadas como grãos, cimento, madeira e outros produtos volumosos.

3.3.6 Rodotrem (9 eixos)

- **Descrição:** Similar ao bitrem, mas com nove eixos e maior capacidade de transporte.
- **Capacidade de Carga:** Até 74 toneladas.
- **Aplicação:** Cargas superpesadas, normalmente para transporte de grãos, combustíveis e minério.

No Brasil, o caminhão mais utilizado para o transporte de soja é o bitrem. Esse tipo de veículo é bastante popular devido à sua capacidade de carga elevada, podendo transportar até 57 toneladas de carga útil, o que o torna ideal para o escoamento de grandes volumes de grãos, como a soja. O bitrem é composto por um cavalo mecânico e duas carrocerias acopladas, que otimizam o transporte em longas distâncias, comum nas rotas de exportação de soja. Outro modelo bastante utilizado é o rodotrem, que possui uma capacidade ainda maior, transportando até 74 toneladas de carga, sendo muito eficiente em regiões onde a infraestrutura rodoviária permite sua circulação.

Porém na empresa o mais comum é o bitrem e os dados coletados foram apenas desse tipo de caminhão.

3.4 Coleta de dados

Os dados foram coletados de maneira detalhada e rigorosa durante as visitas presenciais ao processo de carga e descarga, com o objetivo de captar o máximo de informações sobre o tempo de execução de cada etapa. Utilizamos um cronômetro para medir com precisão o tempo gasto em minutos em cada fase, desde a chegada dos caminhões até a finalização do processo, garantindo que nenhuma variação fosse desconsiderada. Além disso, contamos com o apoio direto dos funcionários, cuja experiência prática foi essencial para validar os dados coletados e para compreender nuances operacionais que não seriam evidentes apenas pela observação externa. Todos os tempos registrados foram organizados em uma tabela específica para facilitar a análise, e os valores obtidos foram posteriormente comparados e verificados com um banco de dados pré-existente, o que possibilitou uma avaliação mais precisa e confiável. Ao todo, foram coletadas 200 amostras (em minutos) de cada etapa A e B, proporcionando uma base sólida de informações para análise estatística e futura simulação dos processos.

3.5 Tratamento de dados

Todos os dados coletados precisam passar por um tratamento cuidadoso para garantir um entendimento mais claro e preciso do processo, além de facilitar a análise posterior na simulação de eventos discretos. O tratamento de dados é essencial para eliminar inconsistências, identificar padrões e assegurar que as informações sejam representativas da realidade operacional. Para isso, utilizaremos o software Past, uma ferramenta robusta para análises estatísticas. Com ele, iremos gerar gráficos boxplot, que são particularmente úteis para visualizar a distribuição dos dados e identificar possíveis outliers em cada etapa do processo. Esses outliers são pontos fora do padrão que podem indicar anomalias ou eventos raros que merecem atenção especial. Ao tratar esses dados, garantimos uma maior

confiabilidade na simulação, o que permitirá a criação de modelos mais precisos e uma análise mais eficaz de melhorias no processo de carga e descarga.

Ao utilizar o Past para a análise dos dados, observou-se que o formato em que os tempos foram coletados (minutos:segundos, ou mm:ss) não permite a plotagem direta do gráfico boxplot, já que o software requer que os valores estejam em formato numérico decimal para serem processados corretamente. Para superar essa limitação, é necessário transformar os dados de minutos e segundos em valores decimais, de forma que possam ser manipulados pelo software.

Como exemplo, tomemos o valor 09:38 (9 minutos e 38 segundos). A transformação para decimal segue a seguinte expressão algébrica:

$$T_{\text{decimal}} = M + \frac{S}{60} \quad (1)$$

Onde:

- T_{decimal} é o tempo em formato decimal.
- M representa os minutos.
- S representa os segundos.

Aplicando ao exemplo 09:38:

$$T_{\text{decimal}} = 9 + \frac{38}{60} = 9 + 0,6333 = 9,6333 \quad (2)$$

Dessa forma, o tempo de 09:38 convertido em decimal é 9,6333 minutos. Este processo deve ser repetido para todos os valores, garantindo que os dados estejam no formato adequado para a criação dos gráficos boxplot no Past, permitindo a correta identificação de outliers e a visualização clara das variações entre as etapas do processo. Assim, todos os 200 dados de cada etapa foram convertidos para o formato decimal C e D.

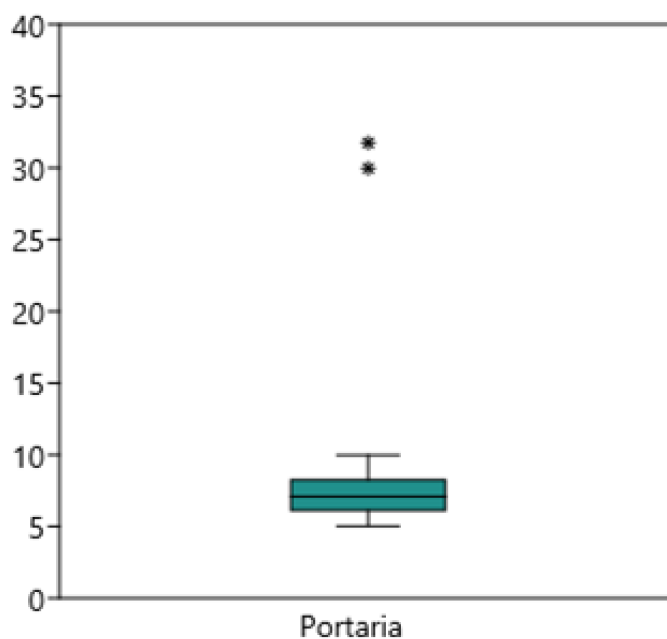
Neste ponto, é fundamental destacar a relevância do tratamento de dados na análise do processo de carga e descarga. A remoção de pontos fora da curva, ou outliers, é um passo essencial para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados, pois esses valores atípicos podem distorcer a média e outras métricas, levando a interpretações errôneas. O gráfico boxplot foi utilizado como ferramenta principal para essa análise, devido à sua capacidade de representar visualmente a dispersão dos dados e identificar facilmente os outliers. Esse cuidado permite que a análise estatística seja mais robusta, refletindo a realidade do processo de forma mais fiel e permitindo insights mais confiáveis para a melhoria das operações.

Agora, com os dados devidamente convertidos para o formato decimal, podemos inseri-los no Past e realizar as análises estatísticas de maneira adequada. Ao organizar os dados dessa forma, garantimos que o software consiga processá-los corretamente, permitindo que os gráficos boxplot sejam plotados sem erros ou distorções.

O boxplot é uma ferramenta poderosa para visualizar a dispersão dos dados, identificar o intervalo interquartil e, mais importante, detectar outliers em cada etapa do processo. Esses gráficos nos fornecem uma visão clara de como os dados se distribuem ao longo das diferentes fases do processo de carga e descarga, facilitando a identificação de padrões, variações significativas e áreas de melhoria. Com isso, podemos interpretar melhor os resultados e ajustar o processo conforme necessário, contribuindo diretamente para a eficácia das futuras simulações e otimizações operacionais. Dessa forma o gráfico boxplot de cada etapa foi plotado e os outliers foram identificados.

Na Figura 3, temos o gráfico boxplot do processo de Carga, na etapa Portaria, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

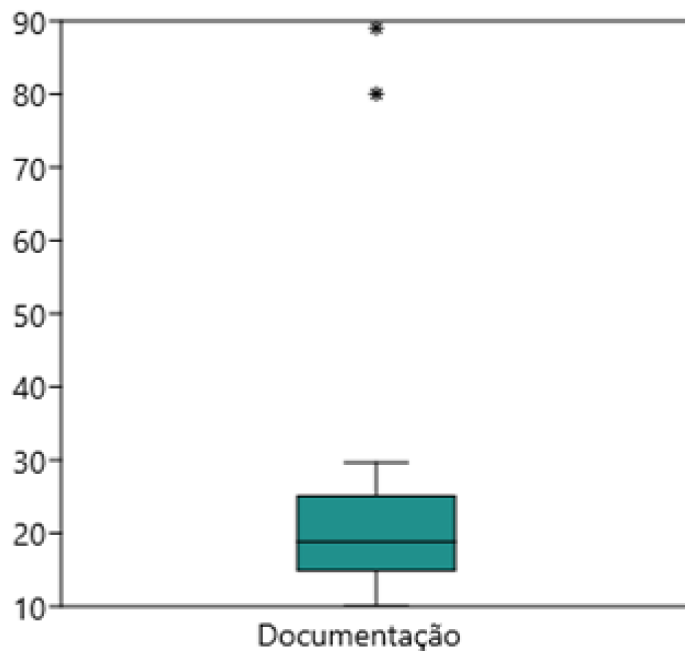
Figura 3 – Gráfico Boxplot Portaria (Carga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 4, temos o gráfico boxplot do processo de Carga, na etapa Documentação, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

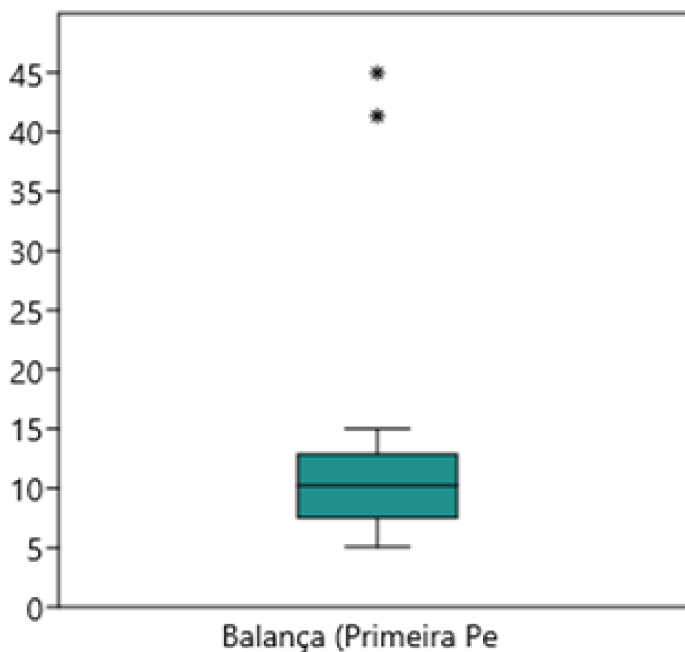
Figura 4 – Gráfico Boxplot Documentação (Carga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 5, temos o gráfico boxplot do processo de Carga, na etapa Primeira Balança, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

Figura 5 – Gráfico Boxplot primeira Balança (Carga)

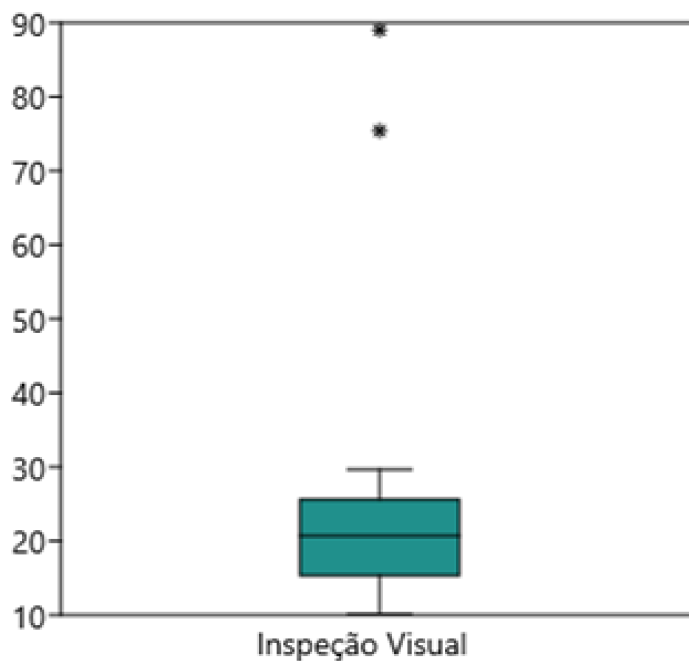


Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 6, temos o gráfico boxplot do processo de Carga, na etapa Inspeção

Visual, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

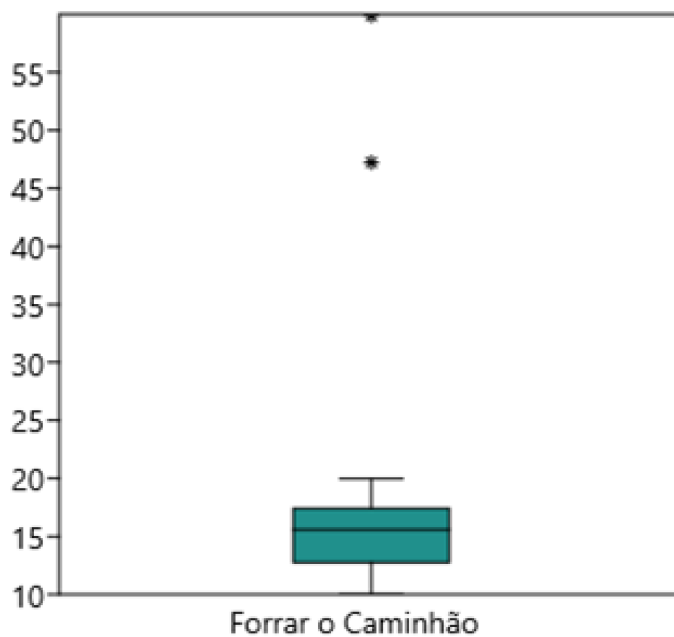
Figura 6 – Gráfico Boxplot Inspeção Visual (Carga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 7, temos o gráfico boxplot do processo de Carga, na etapa Forrar Caminhão, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

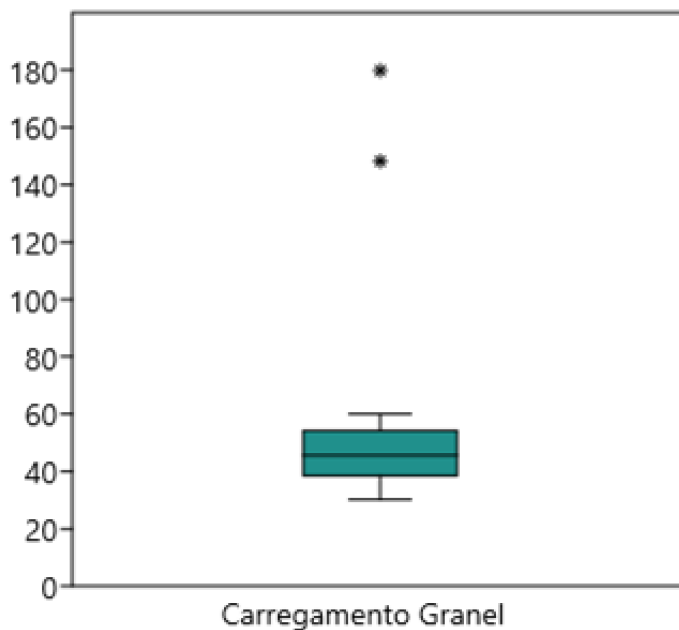
Figura 7 – Gráfico Boxplot Forrar Caminhão (Carga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 8, temos o gráfico boxplot do processo de Carga, na etapa Carregamento Granel, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

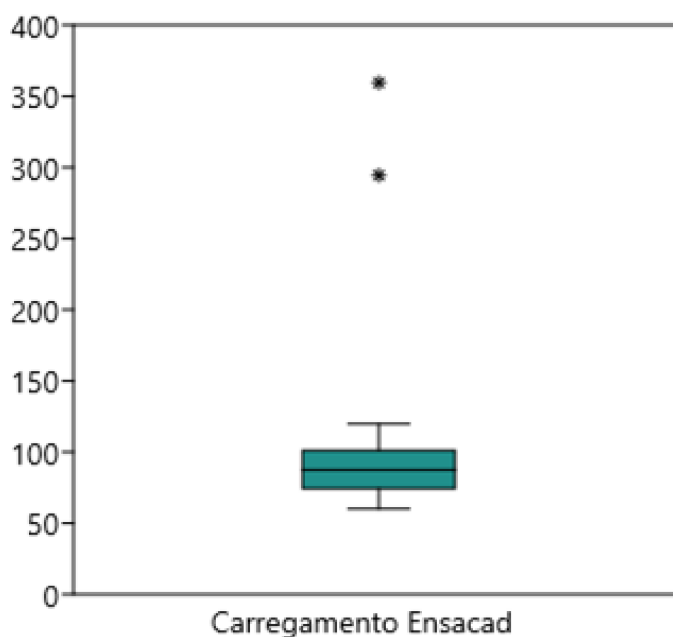
Figura 8 – Gráfico Boxplot Carregamento Granel (Carga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 9, temos o gráfico boxplot do processo de Carga, na etapa Carregamento Ensacados, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

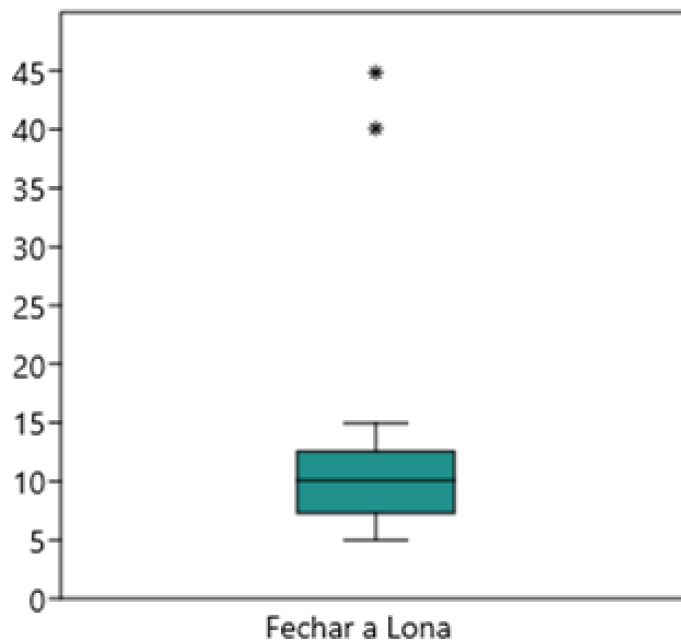
Figura 9 – Gráfico Boxplot Carregamento Ensacados (Carga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 10, temos o gráfico boxplot do processo de Carga, na etapa Fechar Lona, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

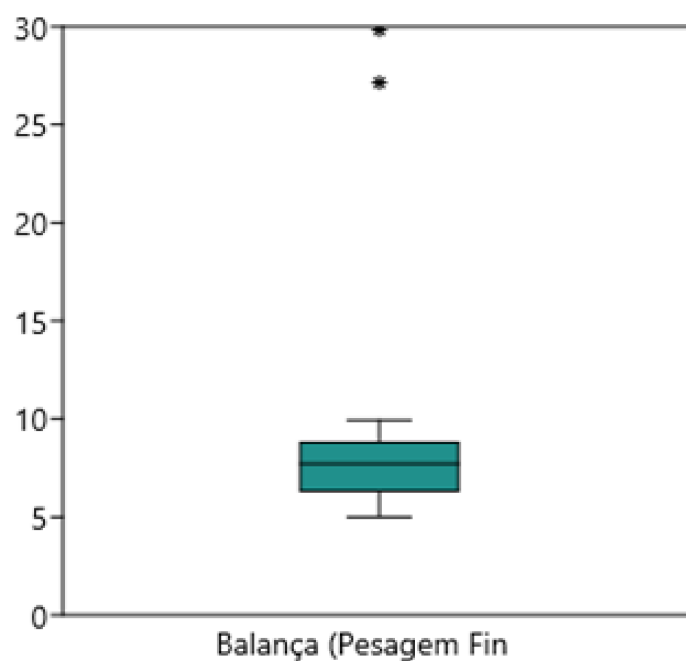
Figura 10 – Gráfico Boxplot Fechar Lona (Carga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 11, temos o gráfico boxplot do processo de Carga, na etapa Última Balança, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

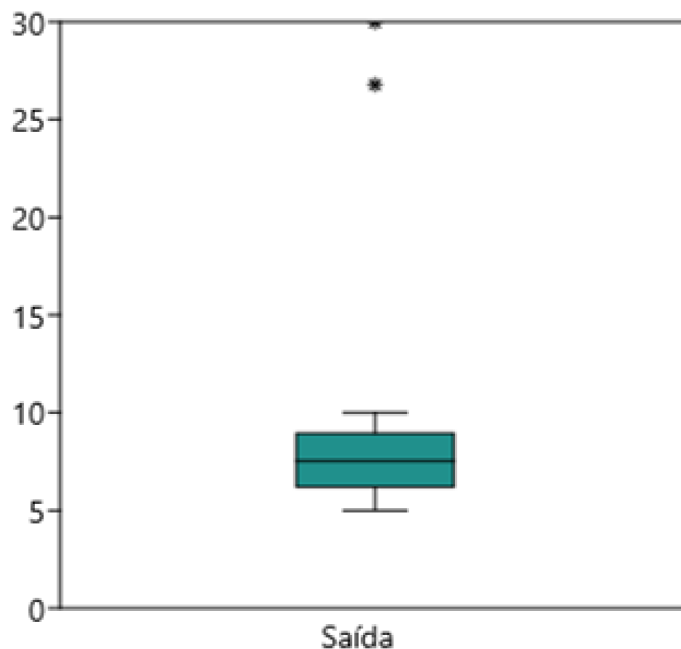
Figura 11 – Gráfico Boxplot última Balança (Carga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 12, temos o gráfico boxplot do processo de Carga, na etapa Saída, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

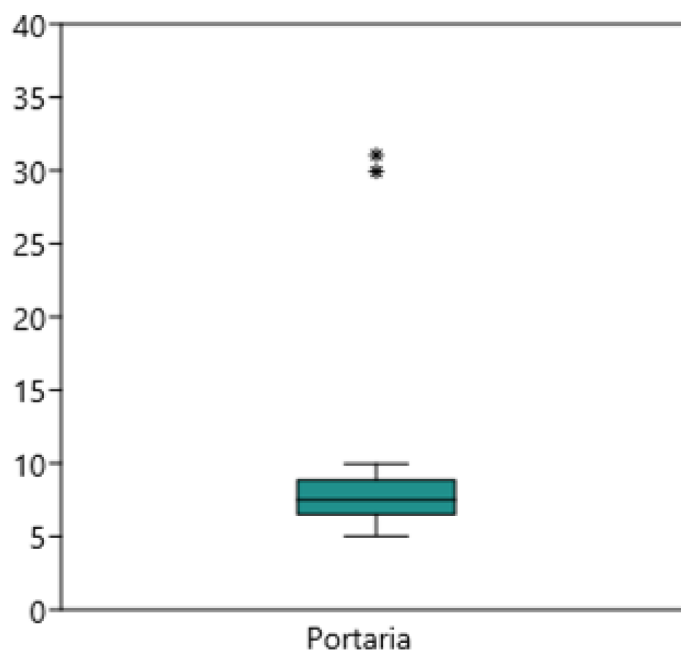
Figura 12 – Gráfico Boxplot Saída (Carga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 13, temos o gráfico boxplot do processo de Descarga, na etapa Portaria, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

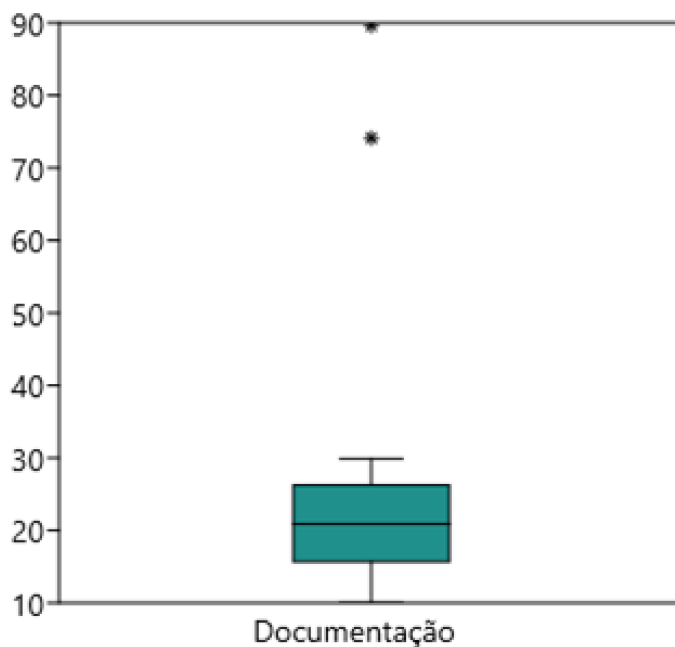
Figura 13 – Gráfico Boxplot Portaria (Descarga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 14, temos o gráfico boxplot do processo de Descarga, na etapa Documentação, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

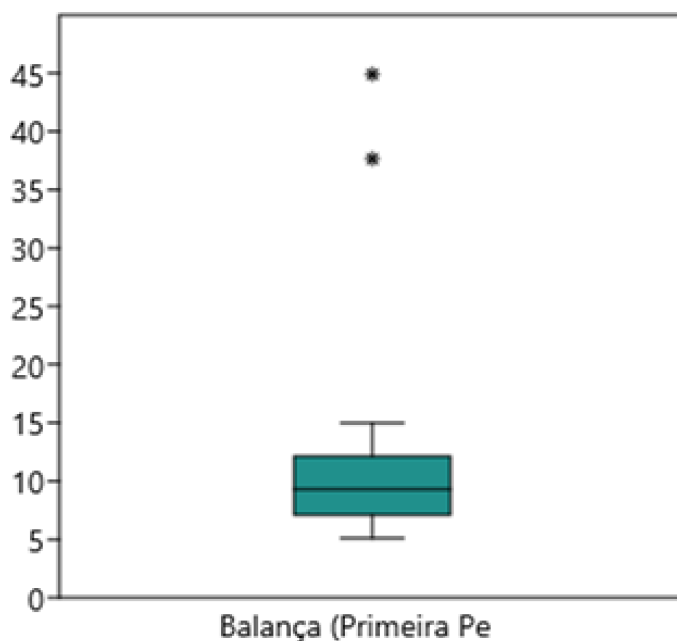
Figura 14 – Gráfico Boxplot Documentação (Descarga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 15, temos o gráfico boxplot do processo de Descarga, na etapa Primeira Balança, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

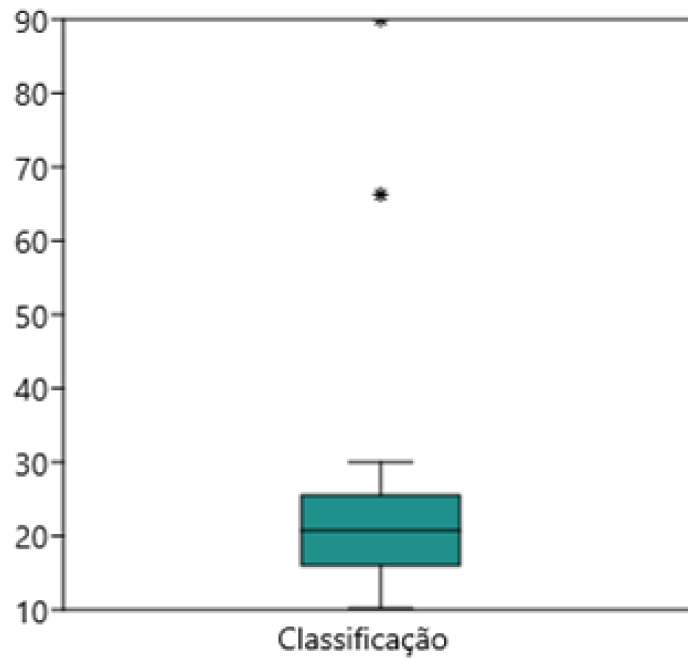
Figura 15 – Gráfico Boxplot primeira Balança (Descarga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 16, temos o gráfico boxplot do processo de Descarga, na etapa Classificação, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

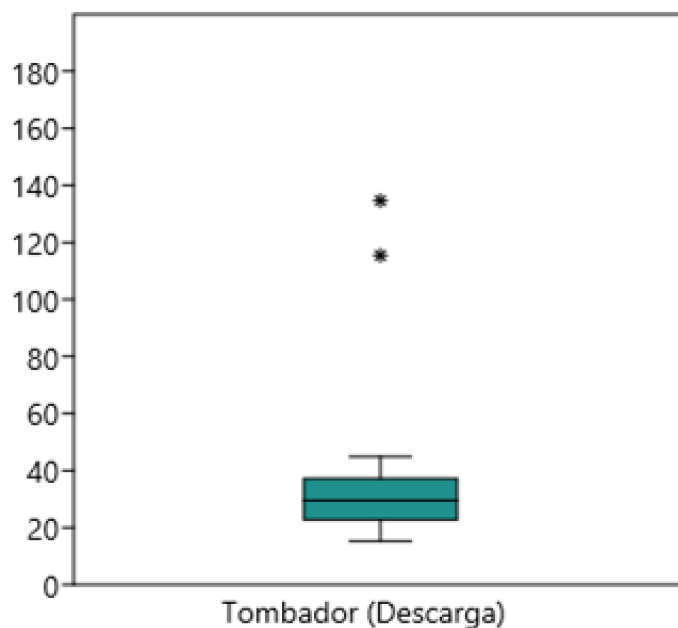
Figura 16 – Gráfico Boxplot Classificação (Descarga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 17, temos o gráfico boxplot do processo de Descarga, na etapa Tombador, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

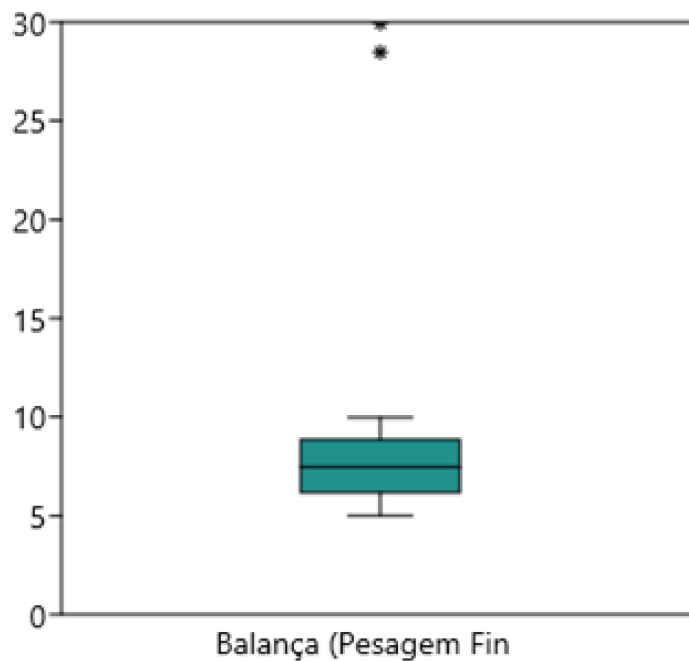
Figura 17 – Gráfico Boxplot Tombador (Descarga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 18, temos o gráfico boxplot do processo de Descarga, na etapa Última Balança, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

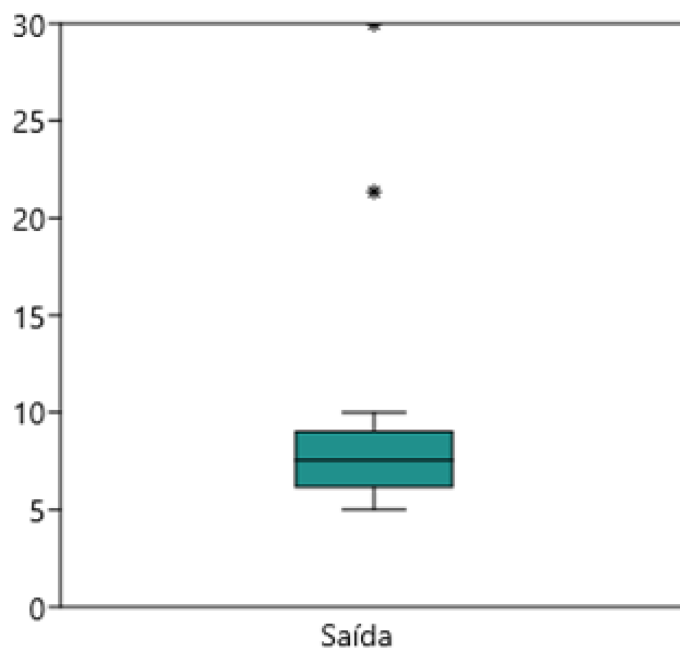
Figura 18 – Gráfico Boxplot última Balança (Descarga)



Fonte: Software Past (2024).

Na Figura 19, temos o gráfico boxplot do processo de Descarga, na etapa Saída, onde seu eixo Y está representado em minutos e os outliers por *.

Figura 19 – Gráfico Boxplot Saída (Descarga)



Fonte: Software Past (2024).

Agora, com todos os gráficos boxplot devidamente plotados, foi possível identificar com clareza os outliers em cada etapa do processo de carga e descarga. Esses outliers, que representam valores extremos fora do padrão esperado, foram destacados para facilitar a análise. Embora não sejam removidos imediatamente, sua identificação permite uma avaliação mais criteriosa de sua relevância ou impacto no processo.

A seguir, apresentamos tabelas com os outliers identificados em cada etapa, para que possam ser analisados separadamente, se necessário, antes da execução de simulações mais detalhadas.

Na Tabela 1 estão os outliers retirados de cada etapa do processo de Carga e os dados estão em minutos.

Tabela 1 – Outliers do processo (Carga)

| Port. | Docum. | 1^a Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2^a Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------|
| 29,97 | 89,04 | 44,99 | 89,02 | 59,88 | 179,86 | 294,48 | 44,85 | 27,14 | 26,78 |
| 31,75 | 80,03 | 41,36 | 75,41 | 47,23 | 148,24 | 359,53 | 40,09 | 29,83 | 29,98 |

Fonte: Autoria própria (2024).

Na Tabela 2 estão os outliers retirados de cada etapa do processo de Descarga e os dados estão em minutos.

Tabela 2 – Outliers do processo (Descarga)

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 29,92 | 89,63 | 37,66 | 89,98 | 134,65 | 29,95 | 21,35 |
| 31,05 | 74,12 | 44,91 | 66,25 | 115,48 | 28,47 | 29,96 |

Fonte: Autoria própria (2024).

3.6 Input Analyzer

O Input Analyzer é uma ferramenta fundamental para modelagem de dados em simulações de eventos discretos, como as envolvidas no processo de carga e descarga. Em simulações que visam representar de forma realista o comportamento de sistemas, é crucial identificar a distribuição estatística que melhor se adapta aos dados observados. Isso permite que a simulação reflita as características reais do sistema, como variações no tempo de espera e no tempo de processamento. Para garantir que a distribuição escolhida seja a mais adequada, o Input Analyzer realiza uma análise detalhada, utilizando critérios rigorosos de ajuste, entre eles o critério do menor erro quadrático.

3.6.1 Funcionamento do Input Analyzer

Ao inserir os dados coletados em um processo (como tempos de espera ou tempos de processamento) no Input Analyzer, o software oferece uma variedade de distribuições teóricas, como normal, exponencial, uniforme, triangular, entre outras, para ajustar os dados. O Input Analyzer testa cada uma dessas distribuições e compara como cada uma se adapta aos dados observados. A qualidade desse ajuste é avaliada com base em testes estatísticos, como o teste de aderência (goodness-of-fit), que verifica o quão bem a distribuição teórica representa os dados reais.

3.6.2 Critério do Menor Erro Quadrático

Um dos métodos utilizados pelo Input Analyzer para avaliar a qualidade do ajuste é o critério do menor erro quadrático. Esse critério, também conhecido como soma dos erros ao quadrado (least squares error), mede a diferença entre os valores observados (dados reais) e os valores previstos pela distribuição ajustada. Em outras palavras, ele calcula o desvio de cada ponto de dado em relação à curva da distribuição proposta e eleva esse desvio ao quadrado, somando todos esses valores. O objetivo é minimizar essa soma dos desvios ao quadrado, o que resulta em uma curva de distribuição que fica o mais próximo possível dos dados reais.

O uso do menor erro quadrático é vantajoso porque penaliza desvios maiores mais fortemente do que desvios menores, devido à elevação ao quadrado. Isso ajuda a evitar que grandes discrepâncias entre o valor observado e o valor previsto afetem a qualidade do ajuste. Quando a soma dos erros quadráticos é minimizada, a distribuição ajustada representa melhor o conjunto de dados e, portanto, a curva gerada é mais fiel ao comportamento real do sistema.

3.6.3 Benefícios da Escolha de uma Distribuição Adequada

Escolher a distribuição correta com base no menor erro quadrático e em outros critérios de ajuste é crucial para o sucesso da simulação. No contexto de um processo de carga e descarga, por exemplo, uma distribuição bem ajustada permite prever tempos de espera, identificar gargalos, calcular o tempo de processamento médio e outras métricas críticas com maior precisão. Sem esse ajuste, as previsões feitas pela simulação poderiam estar incorretas, levando a decisões baseadas em informações pouco confiáveis.

3.6.4 Aplicação no Projeto

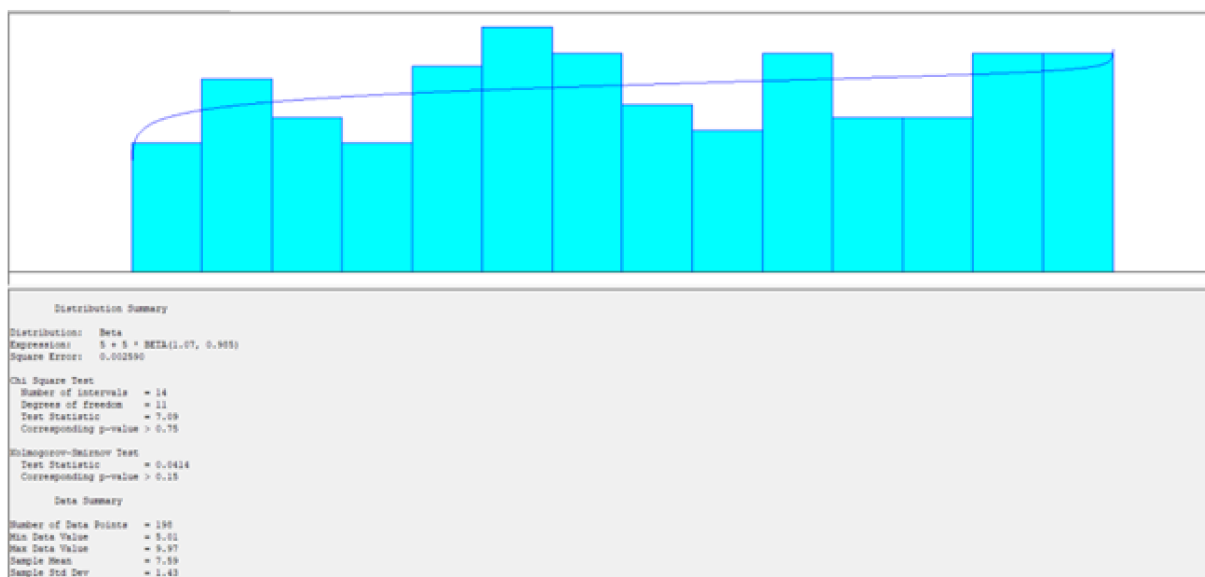
Ao aplicar o Input Analyzer no processo de carga e descarga, inserimos dados de cada etapa, desde o tempo de chegada dos caminhões até o tempo de descarga e liberação. A ferramenta testa várias distribuições e calcula a soma dos erros ao quadrado para cada

uma delas, fornecendo uma recomendação baseada no menor erro quadrático e em outros testes de ajuste. Isso nos ajuda a entender como os dados se comportam em cada fase, o que nos permite criar uma simulação com maior grau de confiança e precisão.

Portanto, ao utilizar o Input Analyzer para cada etapa do processo, podemos identificar as distribuições que melhor representam os dados coletados, seja uma distribuição normal, exponencial, uniforme, entre outras. Com isso, garantimos uma base sólida para a construção de um modelo de simulação que reflita fielmente o sistema real e, conseqüentemente, melhore a qualidade das previsões e das decisões tomadas com base na simulação. A seguir podemos ver cada etapa dos processos no Input Analyzer, onde mostra a sua distribuição estatística.

Na Figura 20 temos a distribuição estatística da etapa Portaria, do processo de Descarga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

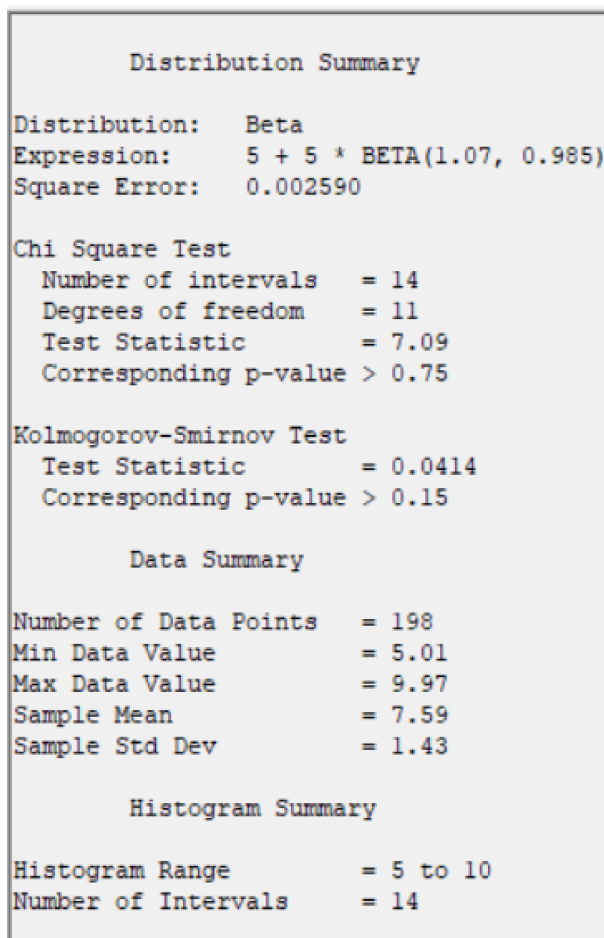
Figura 20 – Distribuição estatística Portaria (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 21 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 20. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

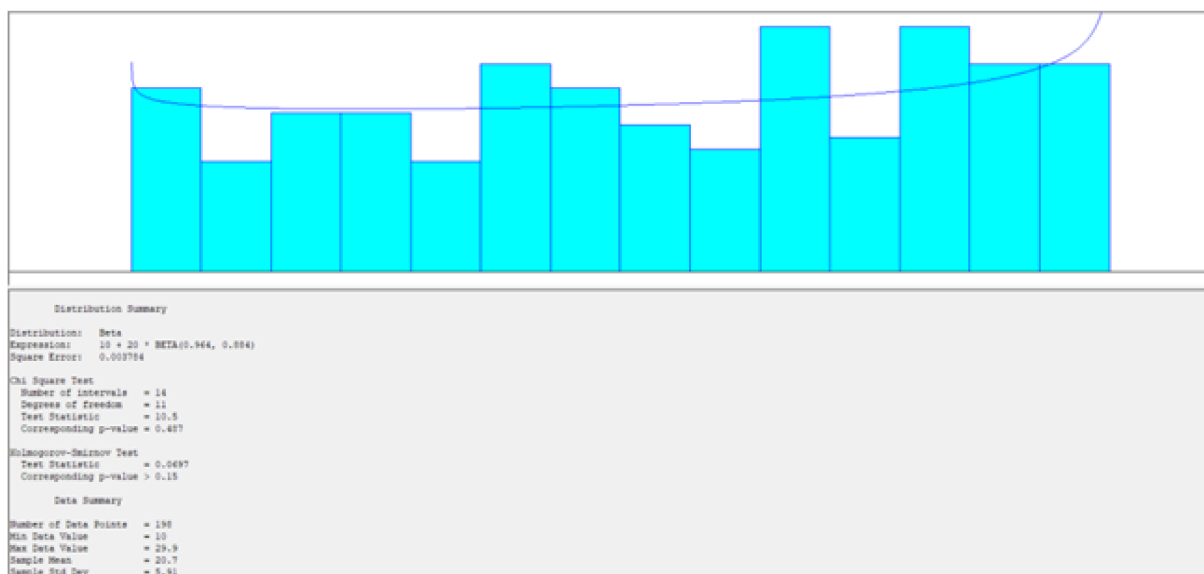
Figura 21 – Legenda - Distribuição estatística Portaria (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 22 temos a distribuição estatística da etapa Documentação, do processo de Descarga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

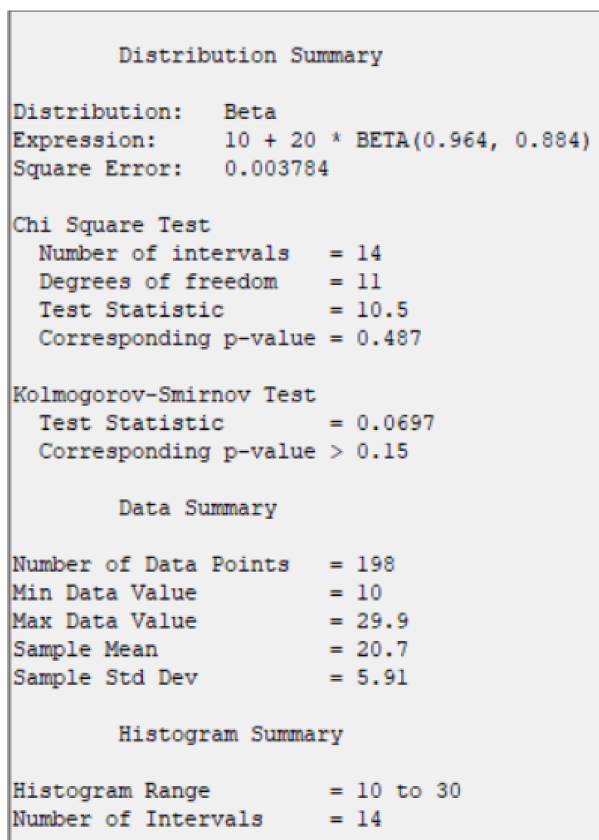
Figura 22 – Distribuição estatística Documentação (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 23 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 22. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

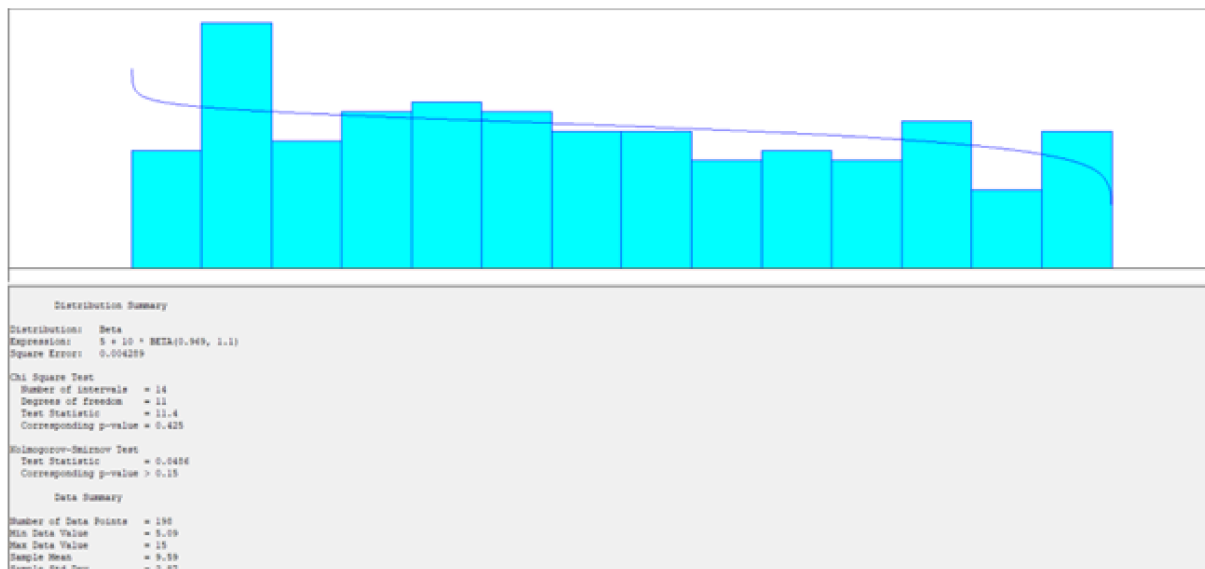
Figura 23 – Legenda - Distribuição estatística Documentação (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 24 temos a distribuição estatística da etapa Primeira Balança, do processo de Descarga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

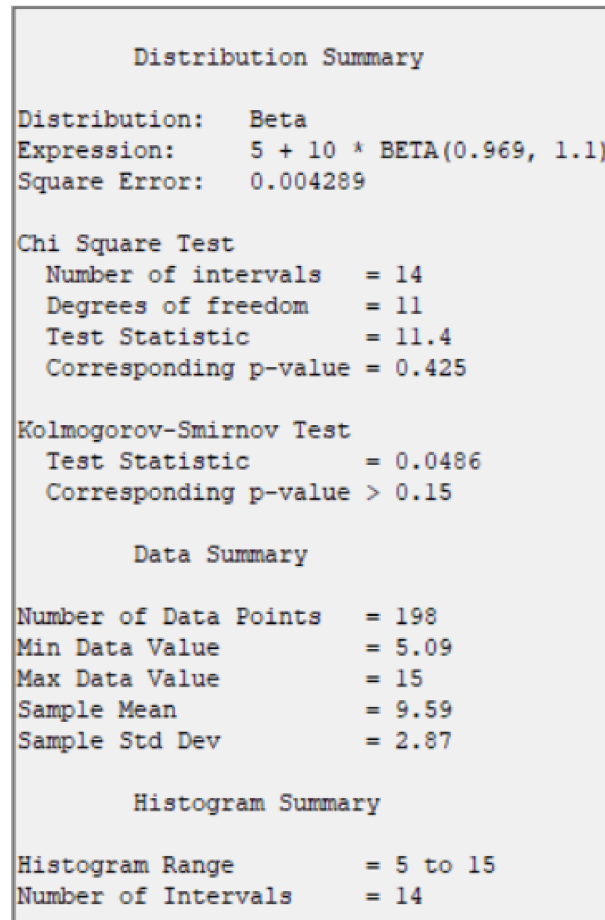
Figura 24 – Distribuição estatística primeira Balança (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 25 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 24. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

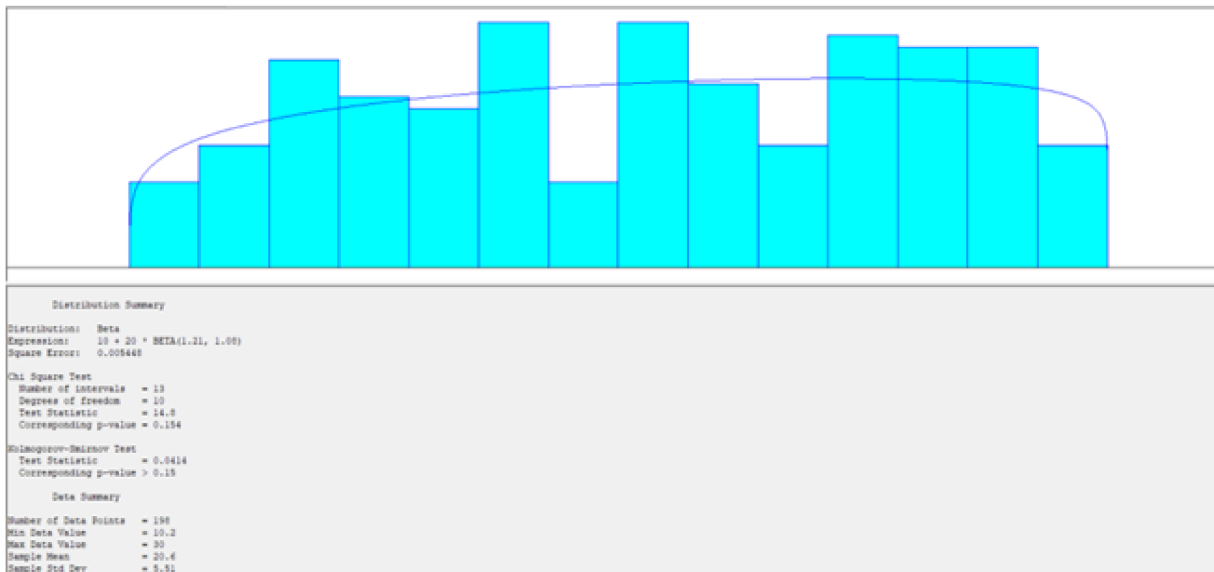
Figura 25 – Legenda - Distribuição estatística primeira Balança (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 26 temos a distribuição estatística da etapa Classificação, do processo de Descarga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

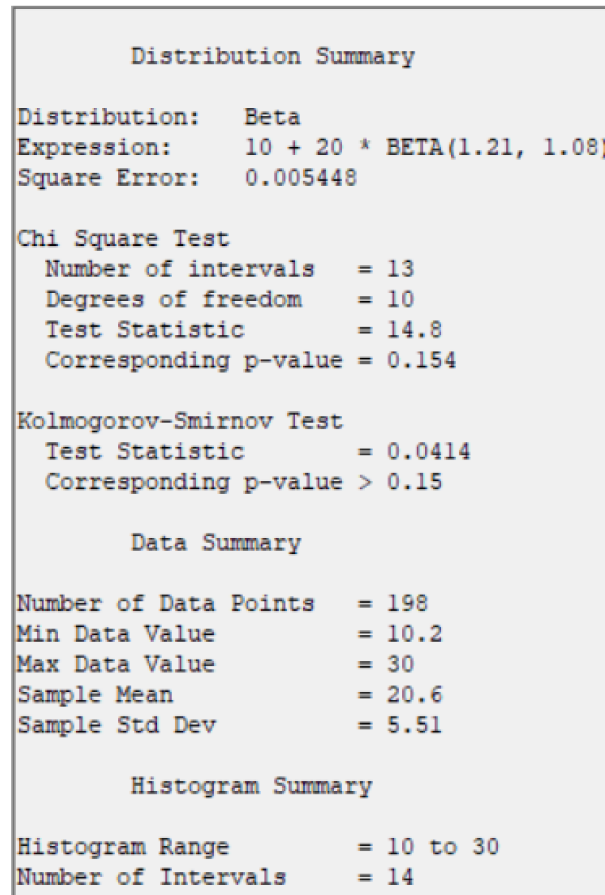
Figura 26 – Distribuição estatística Classificação (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 27 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 26. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

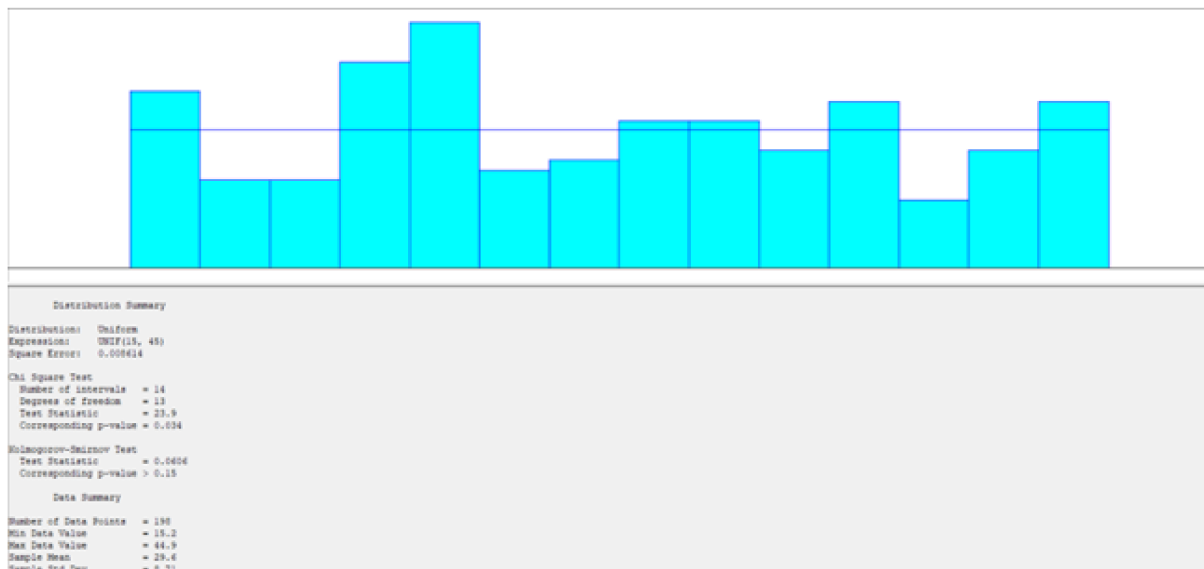
Figura 27 – Legenda - Distribuição estatística Classificação (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 28 temos a distribuição estatística da etapa Tombador, do processo de Descarga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

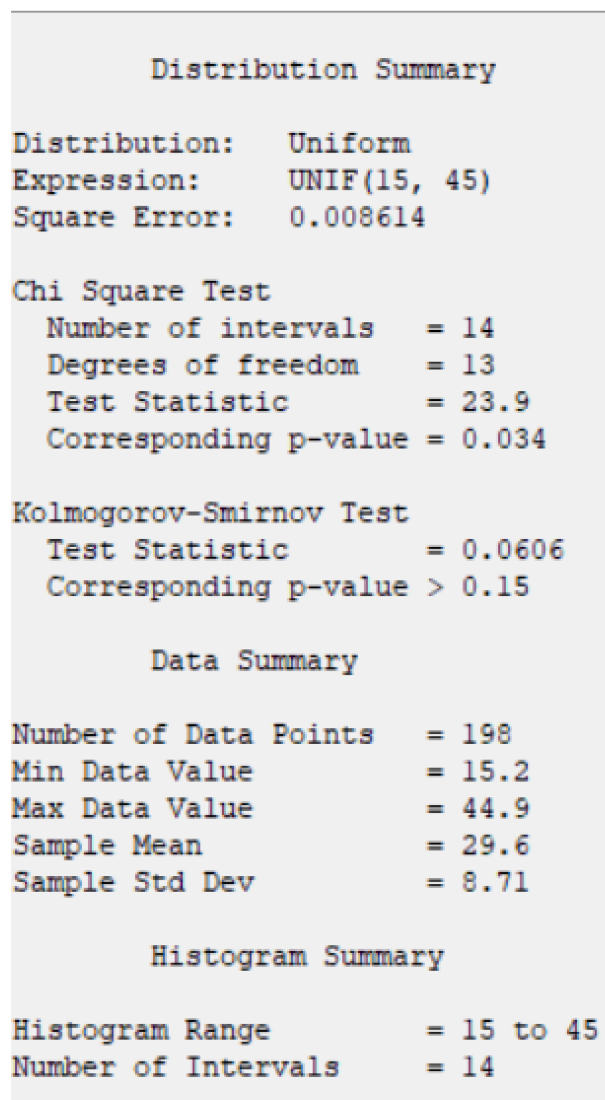
Figura 28 – Distribuição estatística Tombador (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 29 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 28. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

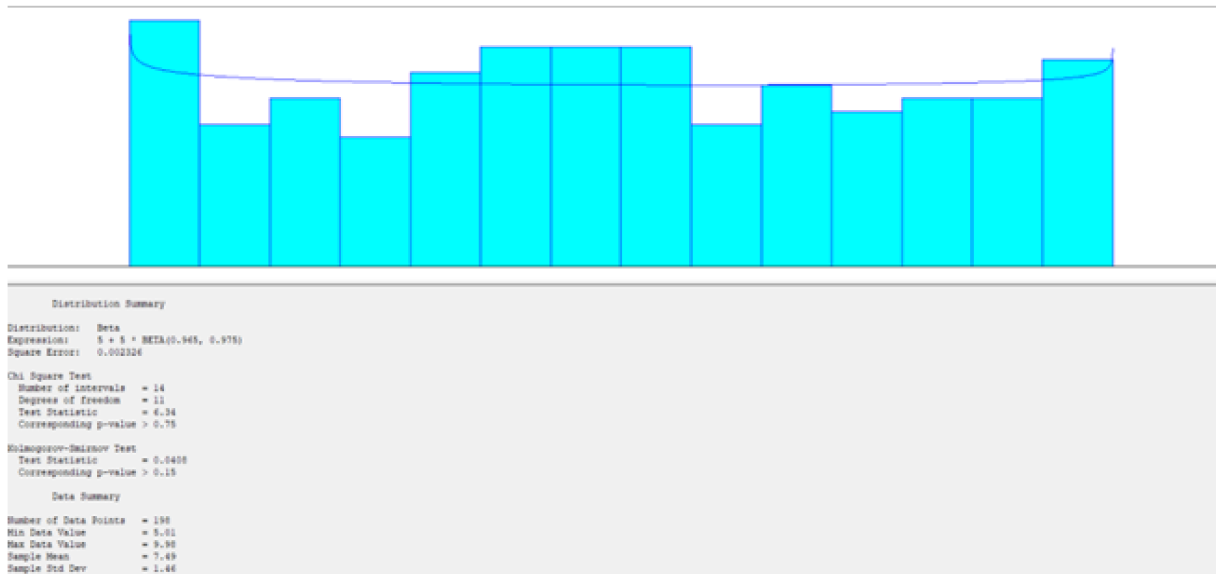
Figura 29 – Legenda - Distribuição estatística Tombador (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 30 temos a distribuição estatística da etapa Última Balança, do processo de Descarga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

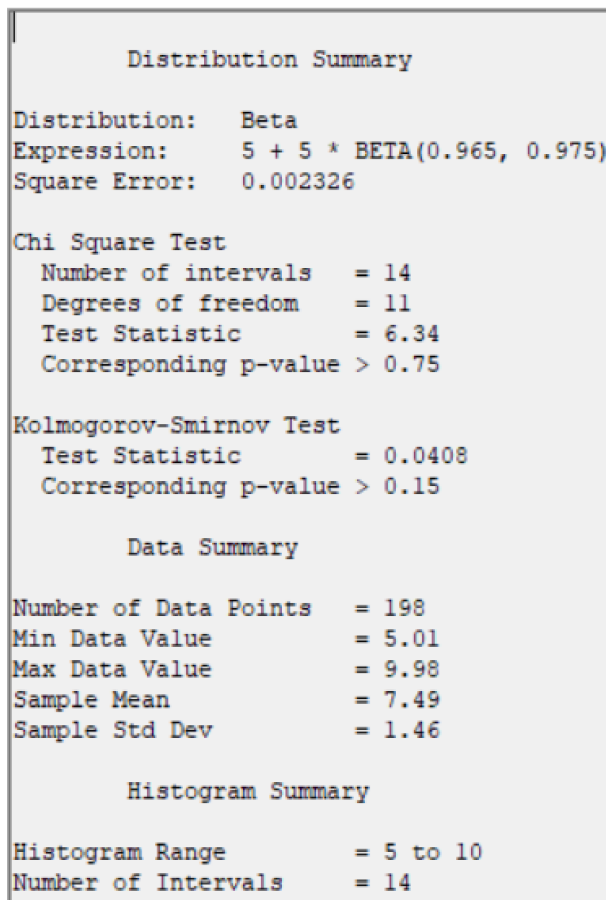
Figura 30 – Distribuição estatística última Balança (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 31 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 30. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

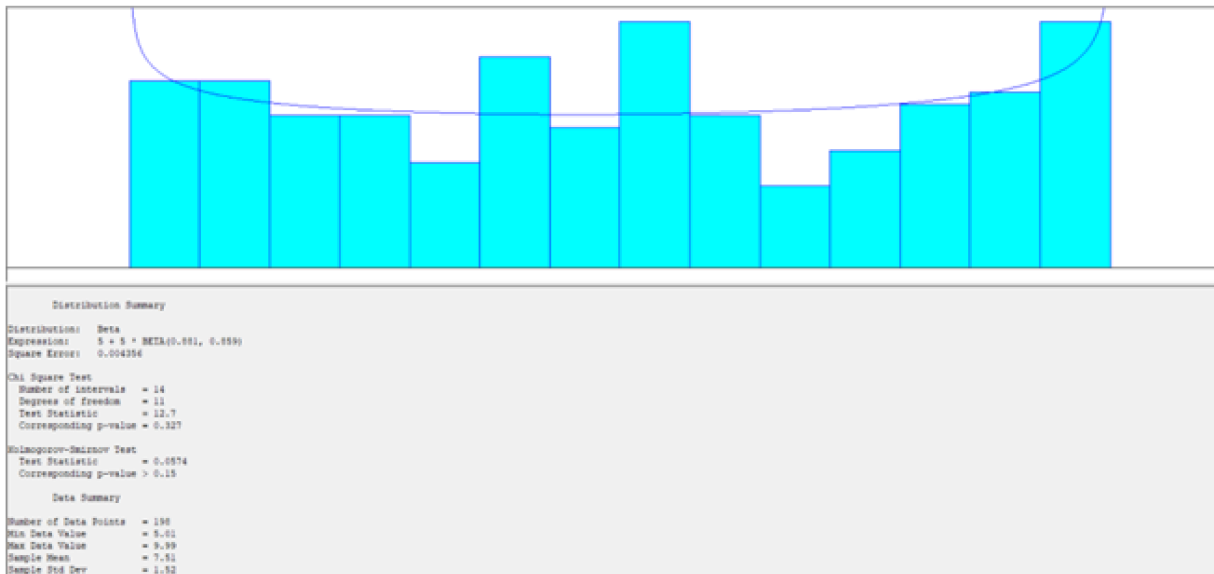
Figura 31 – Legenda - Distribuição estatística Última Balança (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 32 temos a distribuição estatística da etapa Saída, do processo de Descarga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

Figura 32 – Distribuição estatística Saída (Descarga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 33 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 32. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

Figura 33 – Legenda - Distribuição estatística Saída (Descarga)

```
Distribution Summary
Distribution:      Beta
Expression:      5 + 5 * BETA(0.881, 0.859)
Square Error:    0.004356

Chi Square Test
Number of intervals = 14
Degrees of freedom  = 11
Test Statistic      = 12.7
Corresponding p-value = 0.327

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic      = 0.0574
Corresponding p-value > 0.15

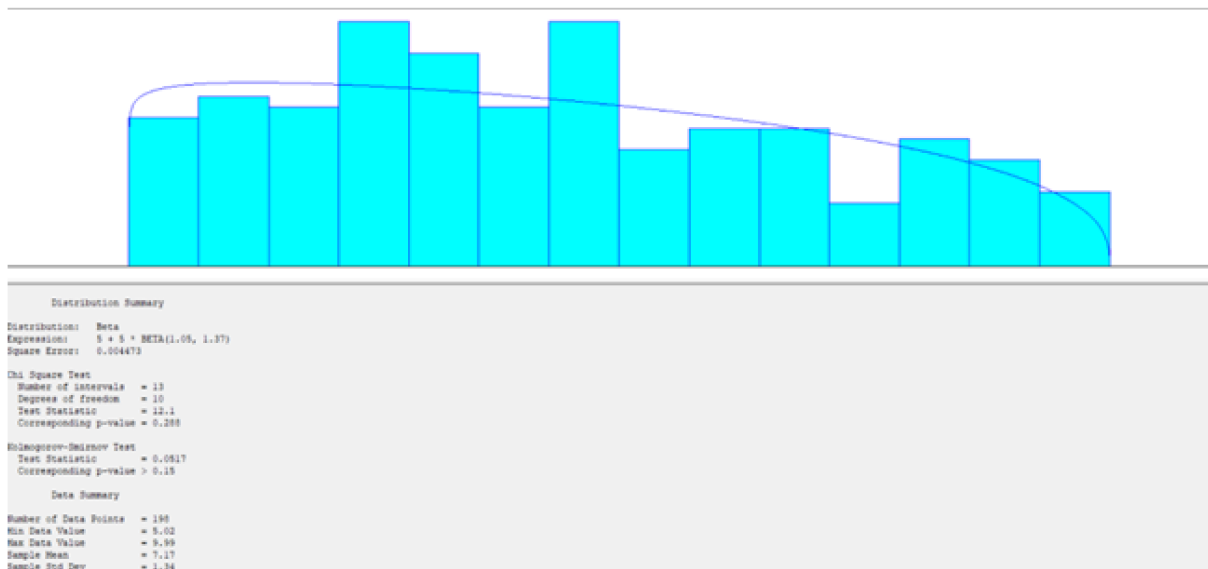
Data Summary
Number of Data Points = 198
Min Data Value        = 5.01
Max Data Value        = 9.99
Sample Mean           = 7.51
Sample Std Dev        = 1.52

Histogram Summary
Histogram Range       = 5 to 10
Number of Intervals   = 14
```

Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 34 temos a distribuição estatística da etapa Portaria, do processo de Carga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

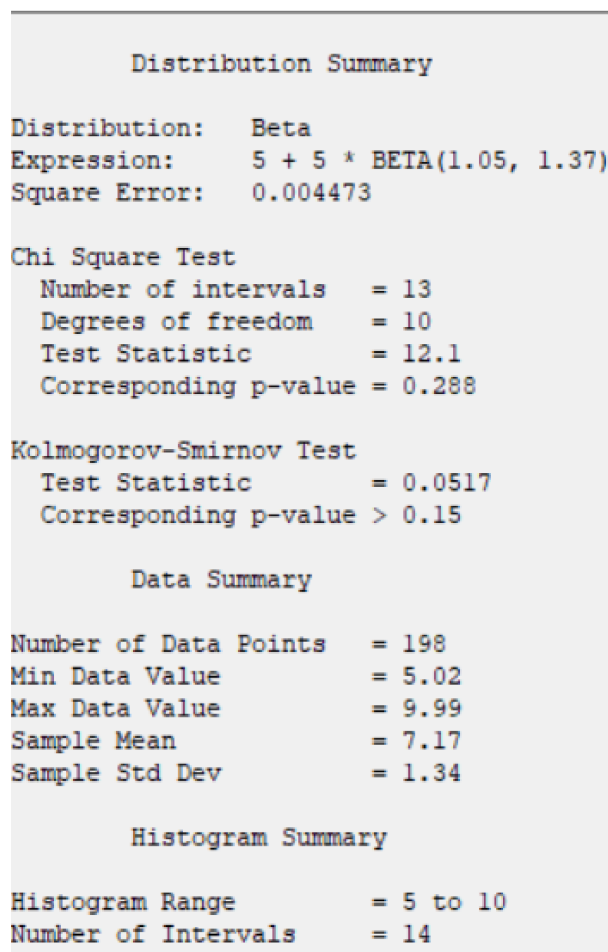
Figura 34 – Distribuição estatística Portaria (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 35 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 34. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

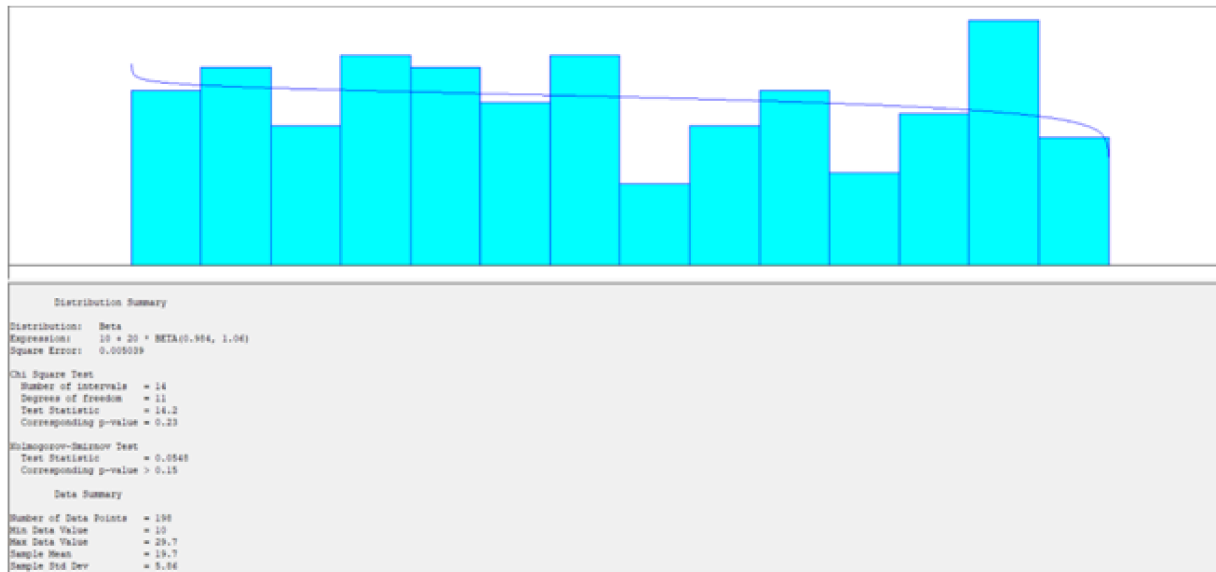
Figura 35 – Legenda - Distribuição estatística Portaria (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 36 temos a distribuição estatística da etapa Documentação, do processo de Carga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

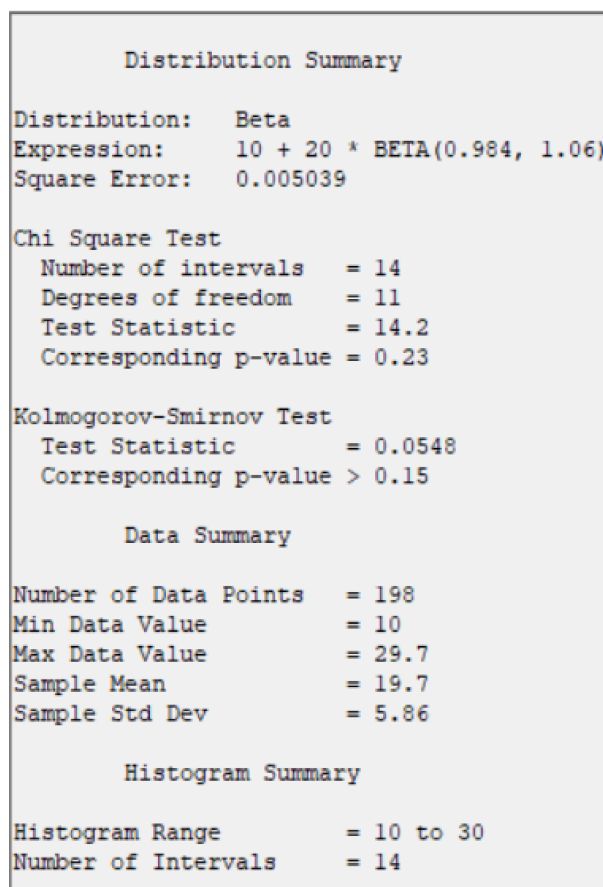
Figura 36 – Distribuição estatística Documentação (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 37 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 36. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

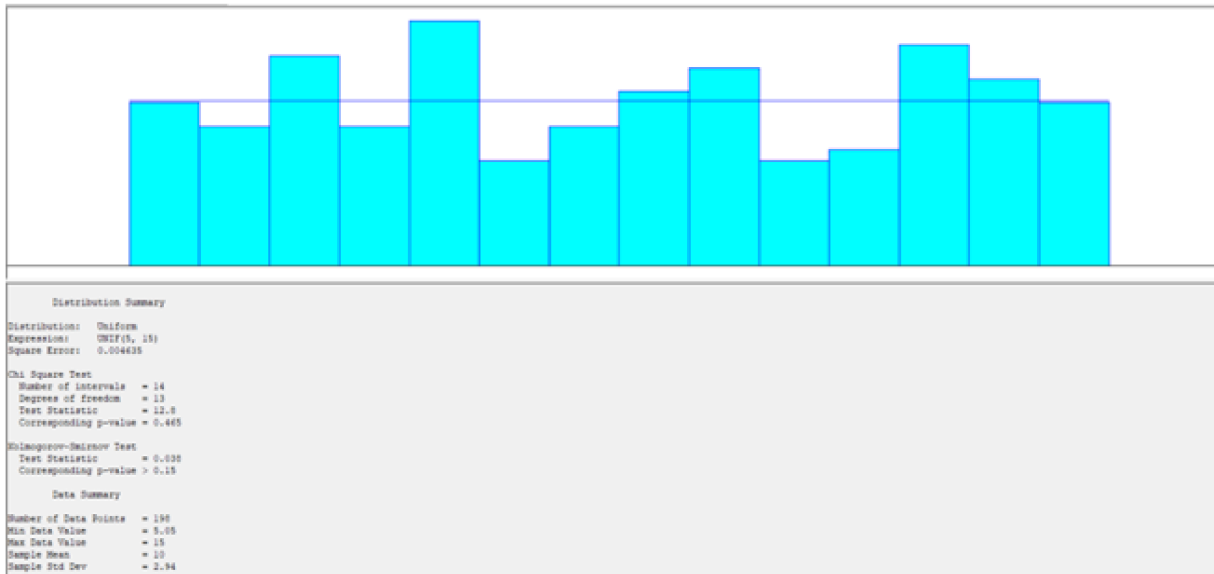
Figura 37 – Legenda - Distribuição estatística Documentação (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 38 temos a distribuição estatística da etapa Primeira Balança, do processo de Carga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

Figura 38 – Distribuição estatística primeira Balança (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 39 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 38. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

Figura 39 – Legenda - Distribuição estatística Primeira Balança (Carga)

```
Distribution Summary

Distribution:    Uniform
Expression:    UNIF(5, 15)
Square Error:  0.004635

Chi Square Test
Number of intervals = 14
Degrees of freedom  = 13
Test Statistic     = 12.8
Corresponding p-value = 0.465

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic     = 0.038
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 198
Min Data Value       = 5.05
Max Data Value       = 15
Sample Mean          = 10
Sample Std Dev       = 2.94

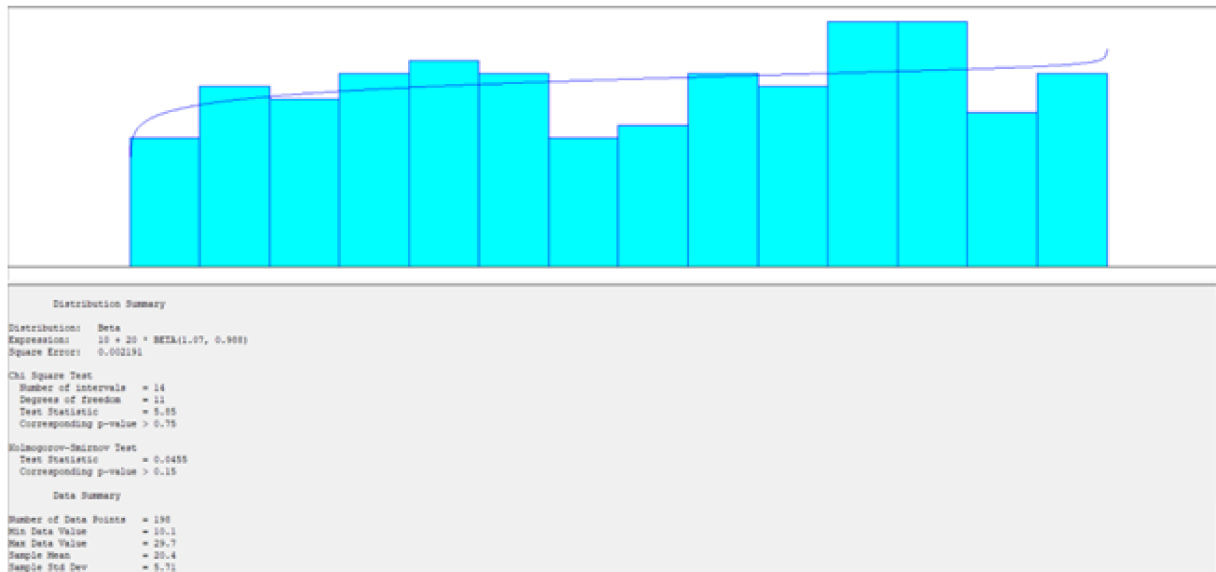
Histogram Summary

Histogram Range     = 5 to 15
Number of Intervals = 14
```

Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 40 temos a distribuição estatística da etapa Inspeção Visual, do processo de Carga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

Figura 40 – Distribuição estatística Inspeção Visual (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 41 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 40. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

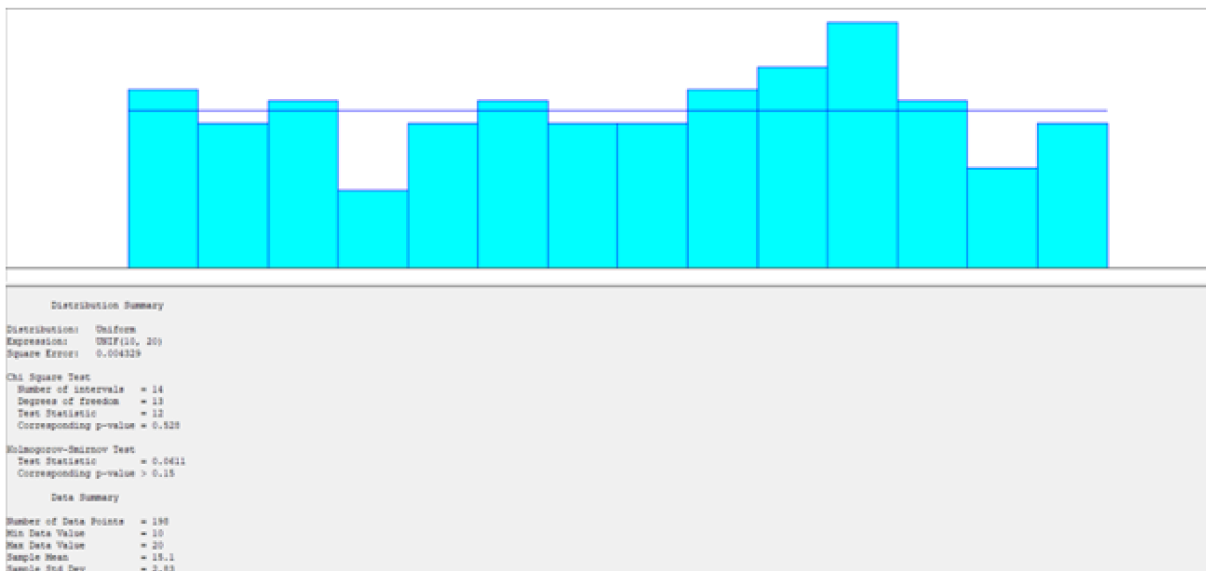
Figura 41 – Legenda - Distribuição estatística Inspeção Visual (Carga)

| Distribution Summary | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Distribution: | Beta |
| Expression: | $10 + 20 * \text{BETA}(1.07, 0.988)$ |
| Square Error: | 0.002191 |
| Chi Square Test | |
| Number of intervals | = 14 |
| Degrees of freedom | = 11 |
| Test Statistic | = 5.85 |
| Corresponding p-value | > 0.75 |
| Kolmogorov-Smirnov Test | |
| Test Statistic | = 0.0455 |
| Corresponding p-value | > 0.15 |
| Data Summary | |
| Number of Data Points | = 198 |
| Min Data Value | = 10.1 |
| Max Data Value | = 29.7 |
| Sample Mean | = 20.4 |
| Sample Std Dev | = 5.71 |
| Histogram Summary | |
| Histogram Range | = 10 to 30 |
| Number of Intervals | = 14 |

Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 42 temos a distribuição estatística da etapa Forrar Caminhão, do processo de Carga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

Figura 42 – Distribuição estatística Forrar Caminhão (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 43 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 42. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

Figura 43 – Legenda - Distribuição estatística Forrar Caminhão (Carga)

```
Distribution Summary

Distribution:      Uniform
Expression:      UNIF(10, 20)
Square Error:    0.004329

Chi Square Test
Number of intervals = 14
Degrees of freedom  = 13
Test Statistic      = 12
Corresponding p-value = 0.528

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic      = 0.0611
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 198
Min Data Value       = 10
Max Data Value       = 20
Sample Mean          = 15.1
Sample Std Dev       = 2.83

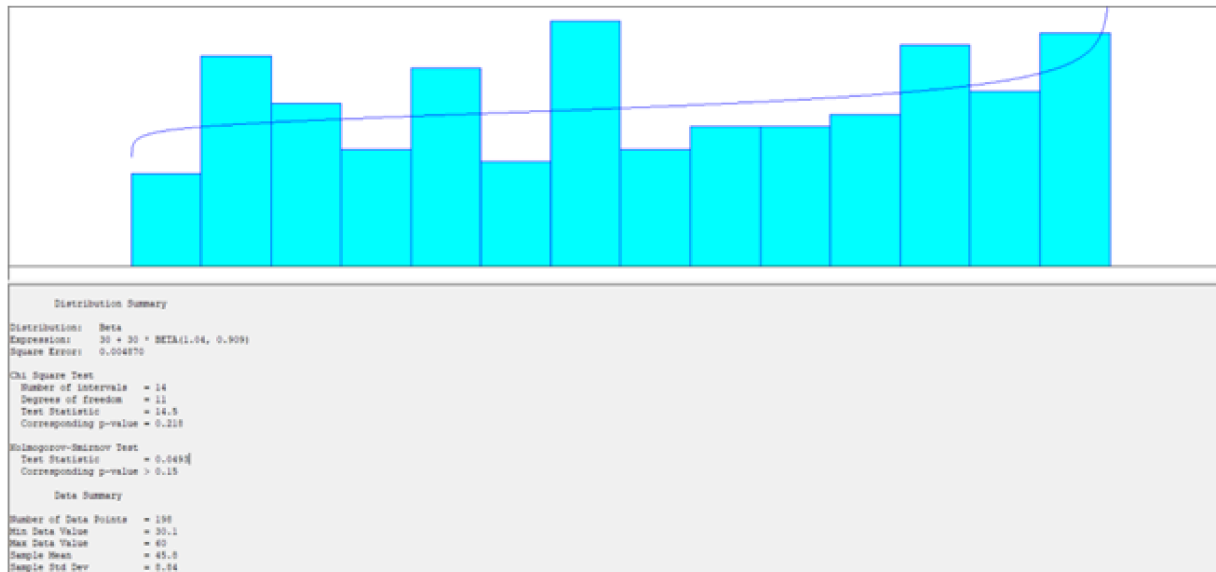
Histogram Summary

Histogram Range      = 10 to 20
Number of Intervals  = 14
```

Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 44 temos a distribuição estatística da etapa Carregamento Granel, do processo de Carga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

Figura 44 – Distribuição estatística Carregamento Granel (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 45 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 44. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

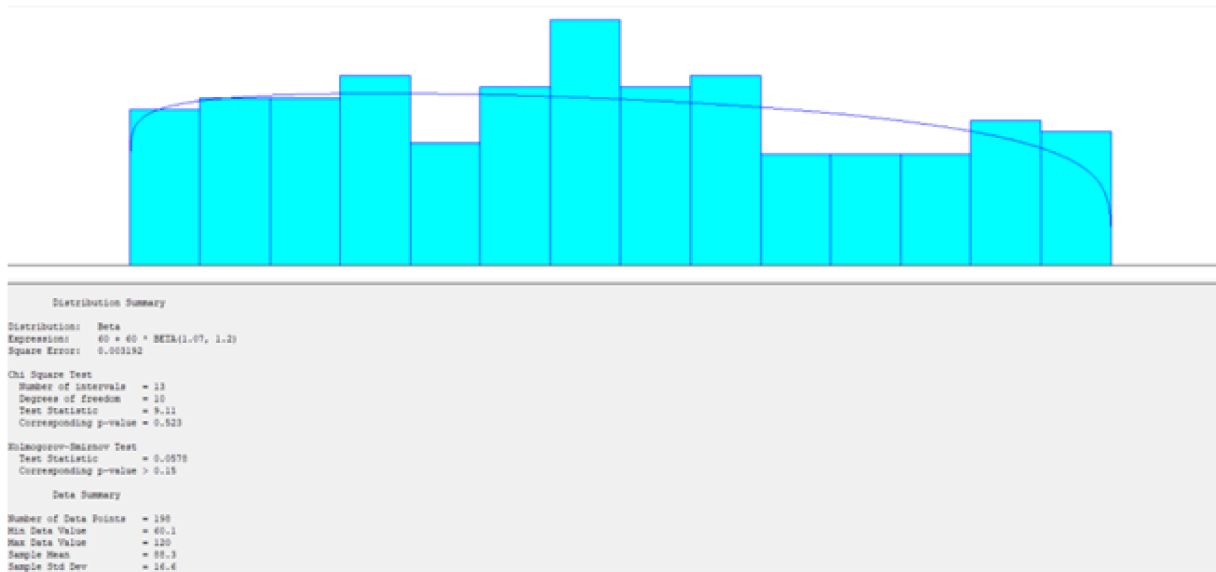
Figura 45 – Legenda - Distribuição estatística Carregamento Granel (Carga)

| Distribution Summary | |
|-------------------------|-----------------------------|
| Distribution: | Beta |
| Expression: | 30 + 30 * BETA(1.04, 0.909) |
| Square Error: | 0.004870 |
| Chi Square Test | |
| Number of intervals | = 14 |
| Degrees of freedom | = 11 |
| Test Statistic | = 14.5 |
| Corresponding p-value | = 0.218 |
| Kolmogorov-Smirnov Test | |
| Test Statistic | = 0.0493 |
| Corresponding p-value | > 0.15 |
| Data Summary | |
| Number of Data Points | = 198 |
| Min Data Value | = 30.1 |
| Max Data Value | = 60 |
| Sample Mean | = 45.8 |
| Sample Std Dev | = 8.84 |
| Histogram Summary | |
| Histogram Range | = 30 to 60 |
| Number of Intervals | = 14 |

Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 46 temos a distribuição estatística da etapa Carregamento Ensacados, do processo de Carga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

Figura 46 – Distribuição estatística Carregamento Ensacados (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 47 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 46. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

Figura 47 – Legenda - Distribuição estatística Carregamento Ensacados (Carga)

```
Distribution Summary
Distribution:      Beta
Expression:      60 + 60 * BETA(1.07, 1.2)
Square Error:   0.003192

Chi Square Test
Number of intervals = 13
Degrees of freedom = 10
Test Statistic      = 9.11
Corresponding p-value = 0.523

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic      = 0.0578
Corresponding p-value > 0.15

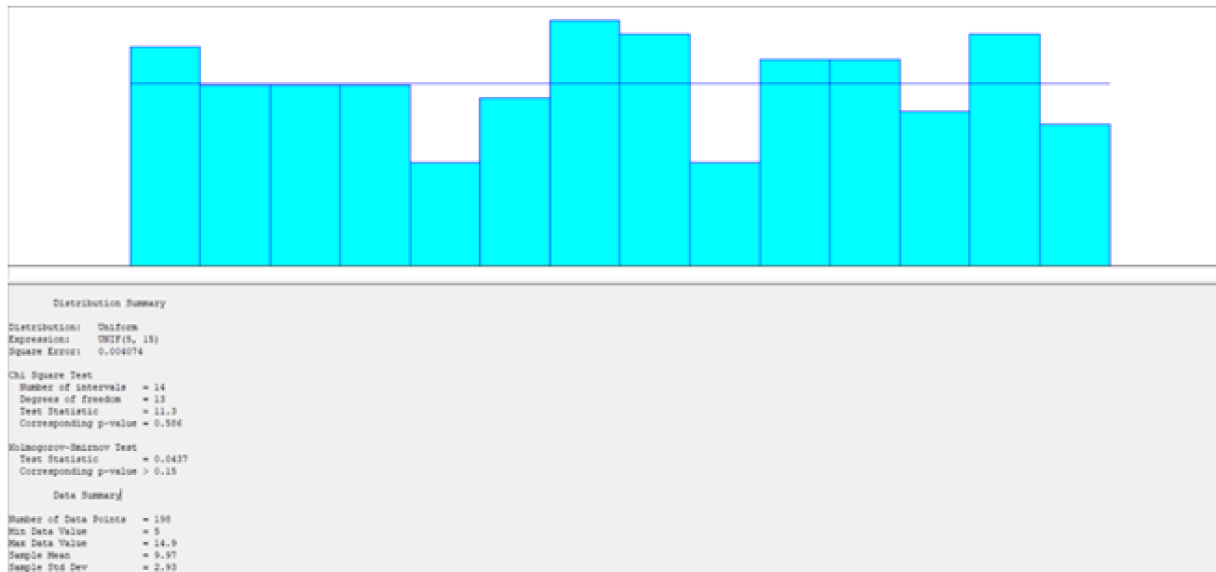
Data Summary
Number of Data Points = 198
Min Data Value       = 60.1
Max Data Value       = 120
Sample Mean          = 88.3
Sample Std Dev       = 16.6

Histogram Summary
Histogram Range      = 60 to 120
Number of Intervals = 14
```

Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 48 temos a distribuição estatística da etapa Fechar Lona, do processo de Carga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

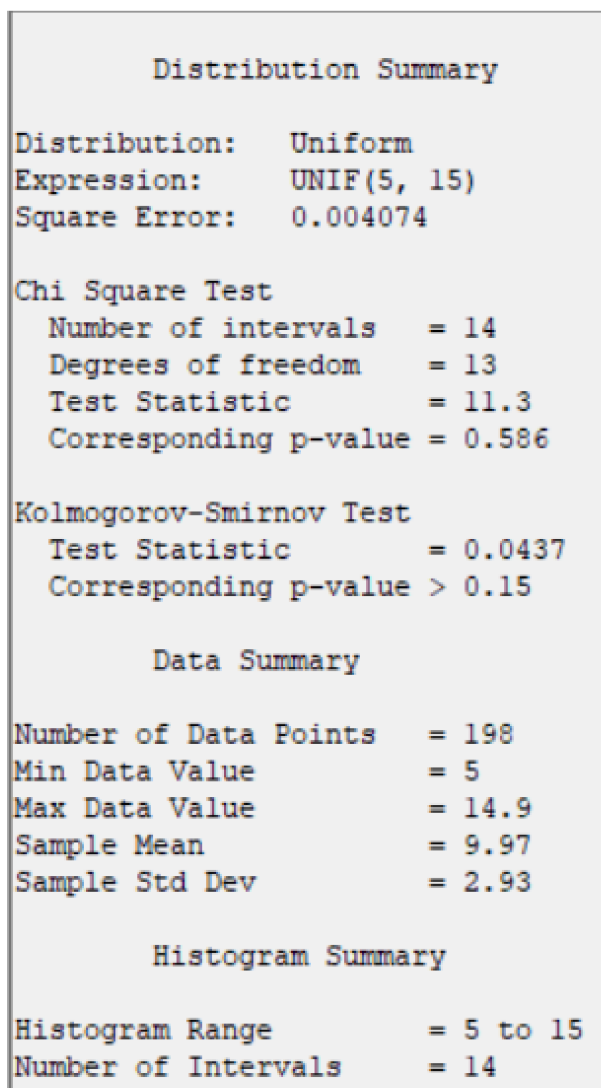
Figura 48 – Distribuição estatística Fechar Lona (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 49 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 48. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

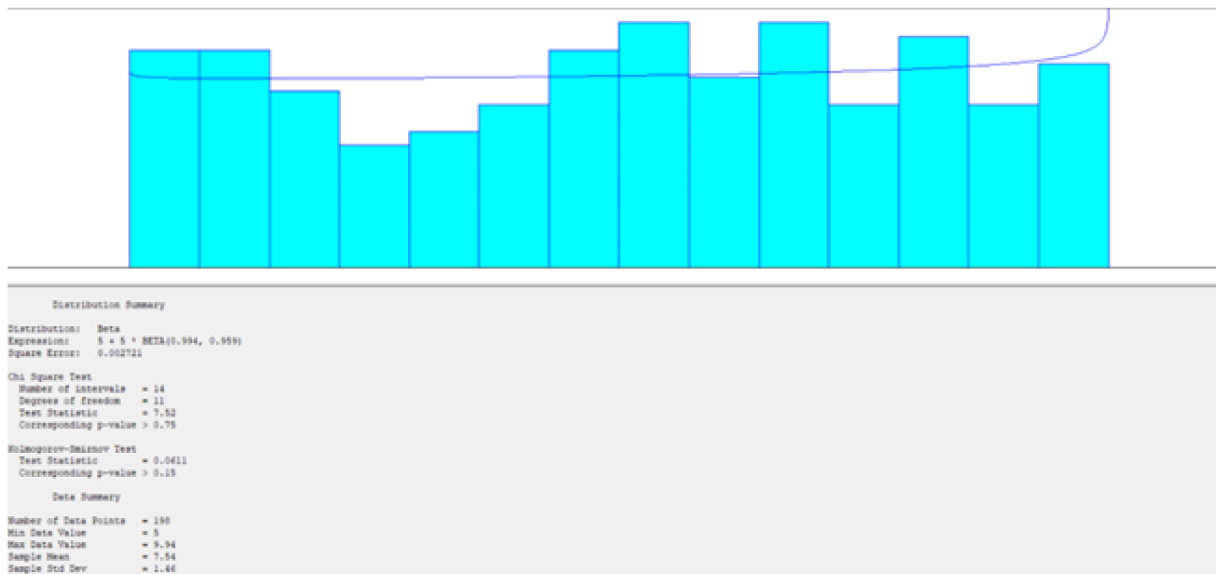
Figura 49 – Legenda - Distribuição estatística Fechar Lona (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 50 temos a distribuição estatística da etapa Última Balança, do processo de Carga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

Figura 50 – Distribuição estatística última Balança (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 51 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 50. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

Figura 51 – Legenda - Distribuição estatística Última Balança (Carga)

```
Distribution Summary
Distribution:      Beta
Expression:      5 + 5 * BETA(0.994, 0.959)
Square Error:    0.002721

Chi Square Test
Number of intervals = 14
Degrees of freedom  = 11
Test Statistic      = 7.52
Corresponding p-value > 0.75

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic      = 0.0611
Corresponding p-value > 0.15

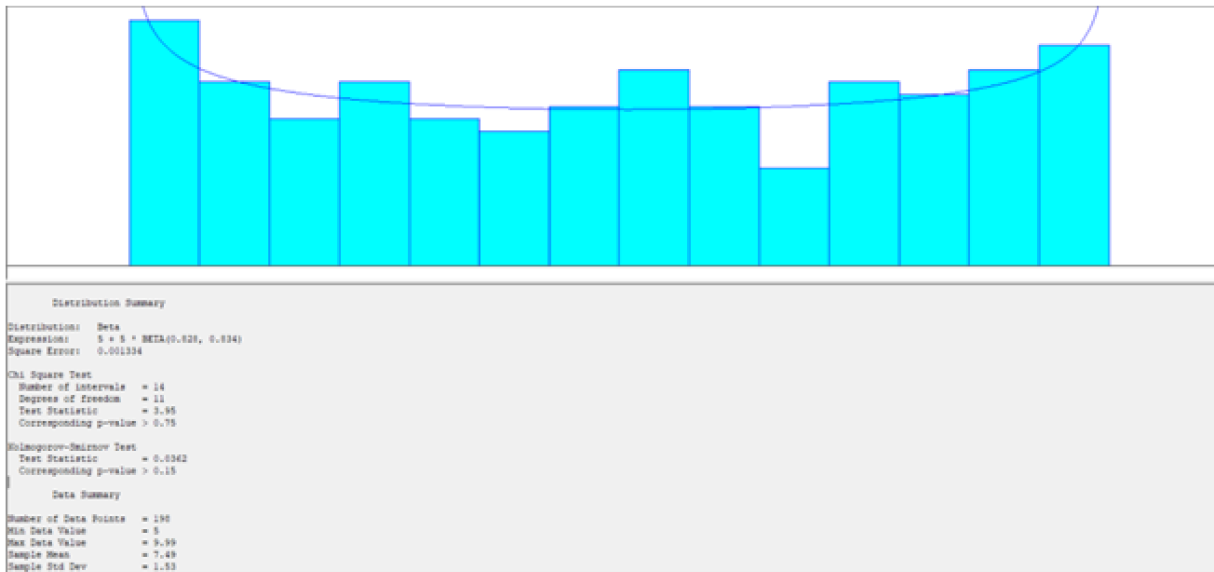
Data Summary
Number of Data Points = 198
Min Data Value        = 5
Max Data Value        = 9.94
Sample Mean           = 7.54
Sample Std Dev        = 1.46

Histogram Summary
Histogram Range       = 5 to 10
Number of Intervals   = 14
```

Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 52 temos a distribuição estatística da etapa Saída, do processo de Carga. Onde o eixo X representa os intervalos dos dados, em blocos, e o eixo Y a frequência com que eles aparecem.

Figura 52 – Distribuição estatística Saída (Carga)



Fonte: Software Input Analyzer (2024).

Na Figura 53 podemos ver com mais clareza os detalhes da legenda da Figura 52. Onde é possível ver a distribuição estatística que melhor se adequa, a expressão que será utilizada na simulação, o erro quadrático, alguns testes e outras informações.

Figura 53 – Legenda - Distribuição estatística Saída (Carga)

```
Distribution Summary
Distribution:      Beta
Expression:      5 + 5 * BETA(0.828, 0.834)
Square Error:   0.001334

Chi Square Test
Number of intervals = 14
Degrees of freedom  = 11
Test Statistic     = 3.95
Corresponding p-value > 0.75

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic     = 0.0362
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary
Number of Data Points = 198
Min Data Value       = 5
Max Data Value       = 9.99
Sample Mean          = 7.49
Sample Std Dev       = 1.53

Histogram Summary
Histogram Range      = 5 to 10
Number of Intervals = 14
```

Fonte: Software Input Analyzer (2024).

3.7 Simulação Arena

Para realizar a simulação no software Arena, é essencial primeiramente entender os blocos fundamentais que serão utilizados. No caso da simulação do processo de carga e descarga, utilizaremos os blocos Create, Process, Decide e Dispose.

O bloco Create (Figura 54) é responsável pela criação das entidades, que no nosso caso podem representar os caminhões que entram no sistema para serem carregados ou descarregados.

Figura 54 – Bloco Create (Arena)



Fonte: Software Arena (2024).

O bloco Process (Figura 55) define as atividades ou operações que essas entidades passarão, como a pesagem, documentação ou carregamento. Cada operação pode ser configurada com tempos de processamento específicos, seja por distribuições estatísticas ou valores fixos.

Figura 55 – Bloco Process (Arena)



Fonte: Software Arena (2024).

O bloco Decide (Figura 56) permite a tomada de decisões dentro do fluxo da simulação, separando as entidades em diferentes caminhos com base em condições lógicas ou probabilísticas. No processo de carga, por exemplo, ele pode ser usado para decidir se o caminhão será carregado com granel ou ensacado.

Figura 56 – Bloco Decide (Arena)



Fonte: Software Arena (2024).

Por fim, o bloco Dispose (Figura 57) é utilizado para encerrar o ciclo de vida da entidade, ou seja, quando o caminhão finaliza o processo e deixa o sistema.

Figura 57 – Bloco Dispose (Arena)



Fonte: Software Arena (2024).

Esses blocos formam a estrutura básica da simulação no Arena, permitindo a modelagem e análise do comportamento do processo.

Dessa forma, os processos de carga e descarga foram modelados no software Arena, com base nos esboços iniciais e na descrição detalhada das etapas envolvidas. Utilizando os blocos fundamentais do Arena, como Create, Process, Decide e Dispose, foi possível estruturar os fluxos de trabalho de forma lógica e precisa.

Para o processo de carga, cada etapa, desde a chegada do caminhão, passando pela pesagem e escolha do tipo de carga (granel ou ensacado), foi representada e simulada. O mesmo foi feito para o processo de descarga, que incluiu etapas como a classificação da soja, pesagens e tombamento.

A seguir, são apresentados os modelos conceituais de simulação de Carga (Figura 58) e Descarga (Figura 61), mostrando como cada processo foi configurado no Arena para refletir fielmente o funcionamento real observado durante as visitas e coleta de dados.

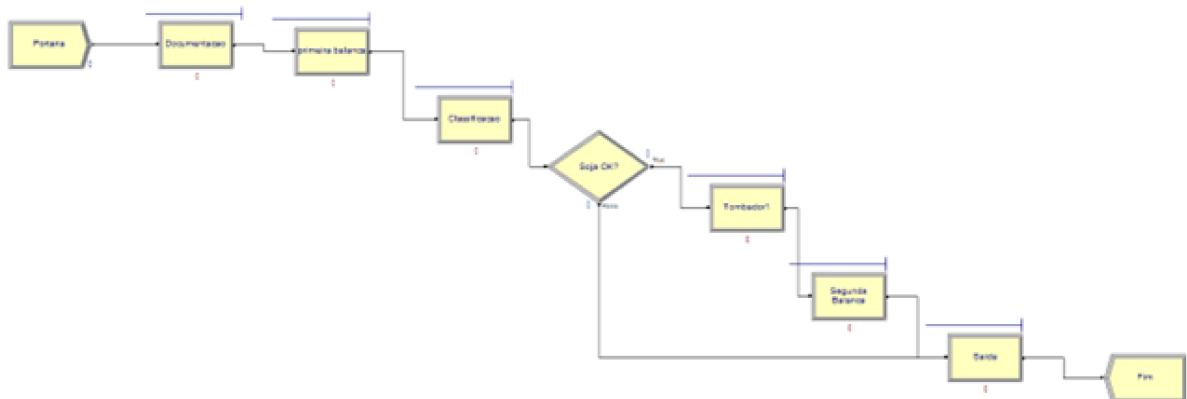
O modelo conceitual representa o primeiro passo no desenvolvimento da simulação, servindo como uma base visual que estrutura o processo. A ferramenta Arena, então, utiliza esse modelo para criar um código em SIMAN, traduzindo o conceito em uma simulação executável. Dessa forma, o modelo conceitual e o modelo computacional trabalham juntos para garantir que a simulação ofereça uma análise precisa e confiável do sistema.

Na simulação, todos os tempos de processamento foram definidos em minutos, e cada bloco Process foi configurado de acordo com as distribuições estatísticas obtidas por meio do Input Analyzer, garantindo que as etapas do processo refletissem os padrões reais identificados nos dados.

3.7.1 Modelo Simulação Descarga

3.7.1.1 Modelo Conceitual Descarga

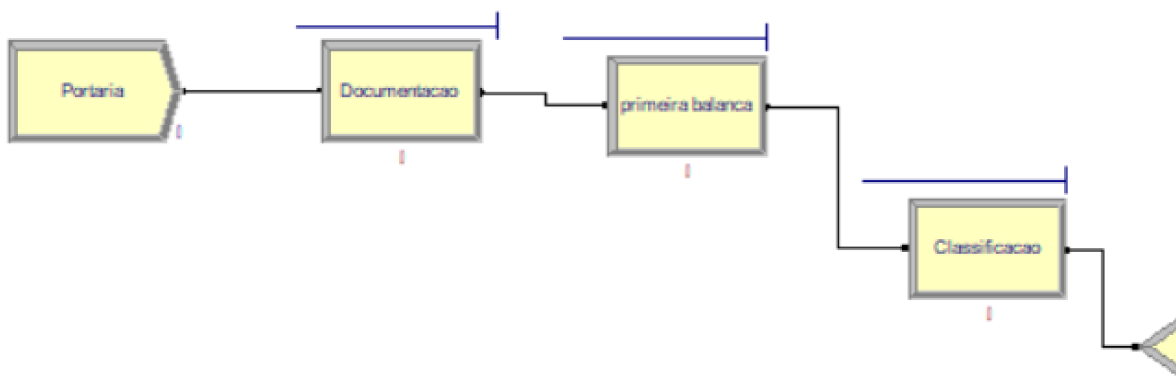
Figura 58 – Modelo de Simulação no Arena (Descarga)



Fonte: Software Arena (2024).

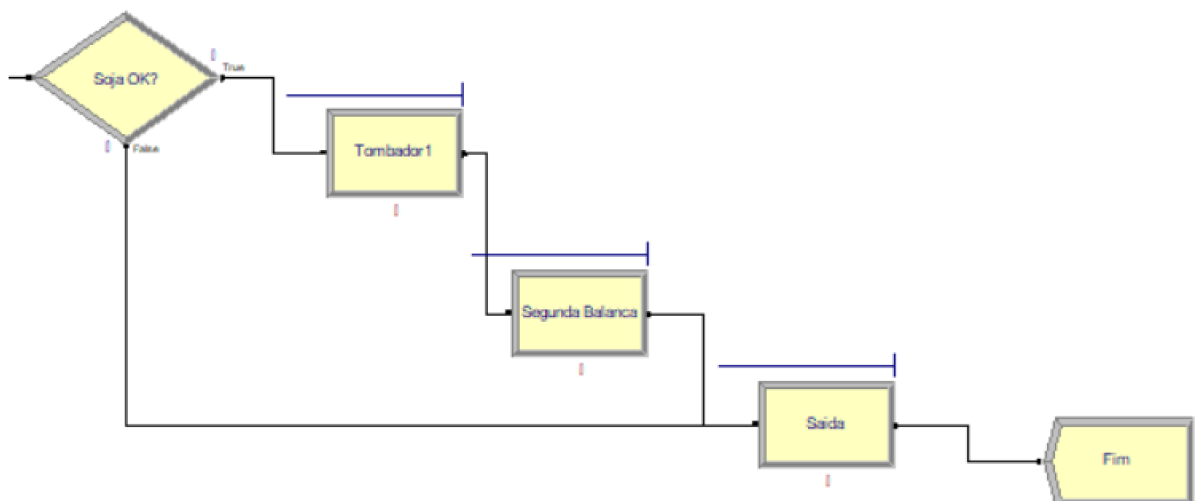
Para uma melhor visualização, o modelo conceitual foi dividido em duas partes, uma que mostra o lado esquerdo (Figura 59) e outra o lado direito (Figura 60).

Figura 59 – Lado Esquerdo - Modelo de Simulação no Arena (Descarga)



Fonte: Software Arena (2024).

Figura 60 – Lado Direito - Modelo de Simulação no Arena (Descarga)



Fonte: Software Arena (2024).

3.7.1.2 Recursos e Pontos Importantes Descarga

Pontos importantes:

- No processo de Descarga, a soja passa por um controle de qualidade (classificação), onde a chance de ser aprovada é de 90%.
- A simulação foi configurada para processar no máximo 100 caminhões por processo, correspondendo à quantidade média diária de caminhões observada na operação da empresa. Esse limite foi estabelecido para garantir que a simulação refletisse o volume típico de trabalho, permitindo uma análise realista da eficiência e dos tempos envolvidos em cada etapa.

Esses parâmetros foram validados e refinados a partir de consultas com os responsáveis da empresa estudada, garantindo que a simulação reflita as condições reais de operação.

Recursos:

- **3 responsáveis pela documentação:** responsáveis pelo processamento dos documentos dos caminhões que chegam.
- **2 balanças iniciais:** utilizadas para a primeira pesagem dos caminhões.
- **3 classificadores:** encarregados de avaliar e classificar a soja.
- **3 tombadores:** responsáveis por descarregar a soja dos caminhões.

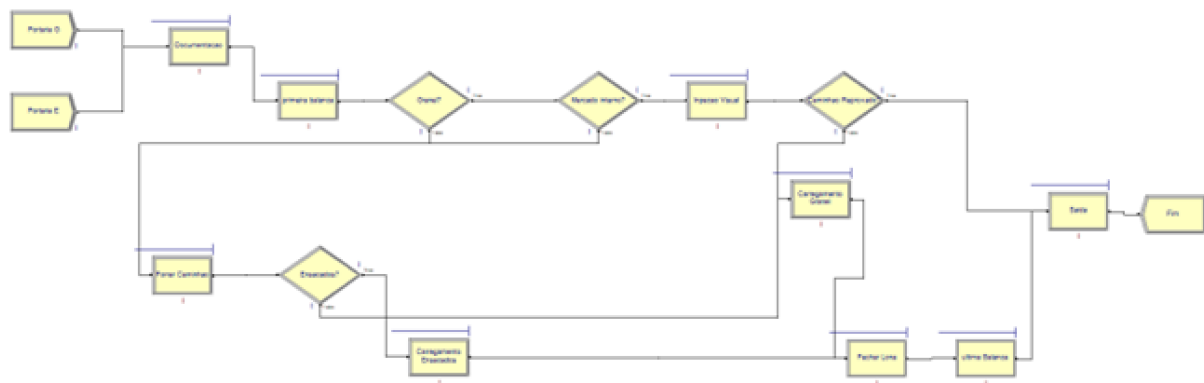
- **2 balanças finais:** utilizadas para a pesagem final, que contabiliza a quantidade de soja descarregada.
- **1 percurso de saída:** para que os caminhões deixem o sistema após a conclusão do processo.

Esses recursos foram configurados na simulação para garantir que todos os passos do processo fossem realizados de forma coordenada, representando adequadamente as operações reais da empresa.

3.7.2 Modelo Simulação Carga

3.7.2.1 Modelo Conceitual Carga

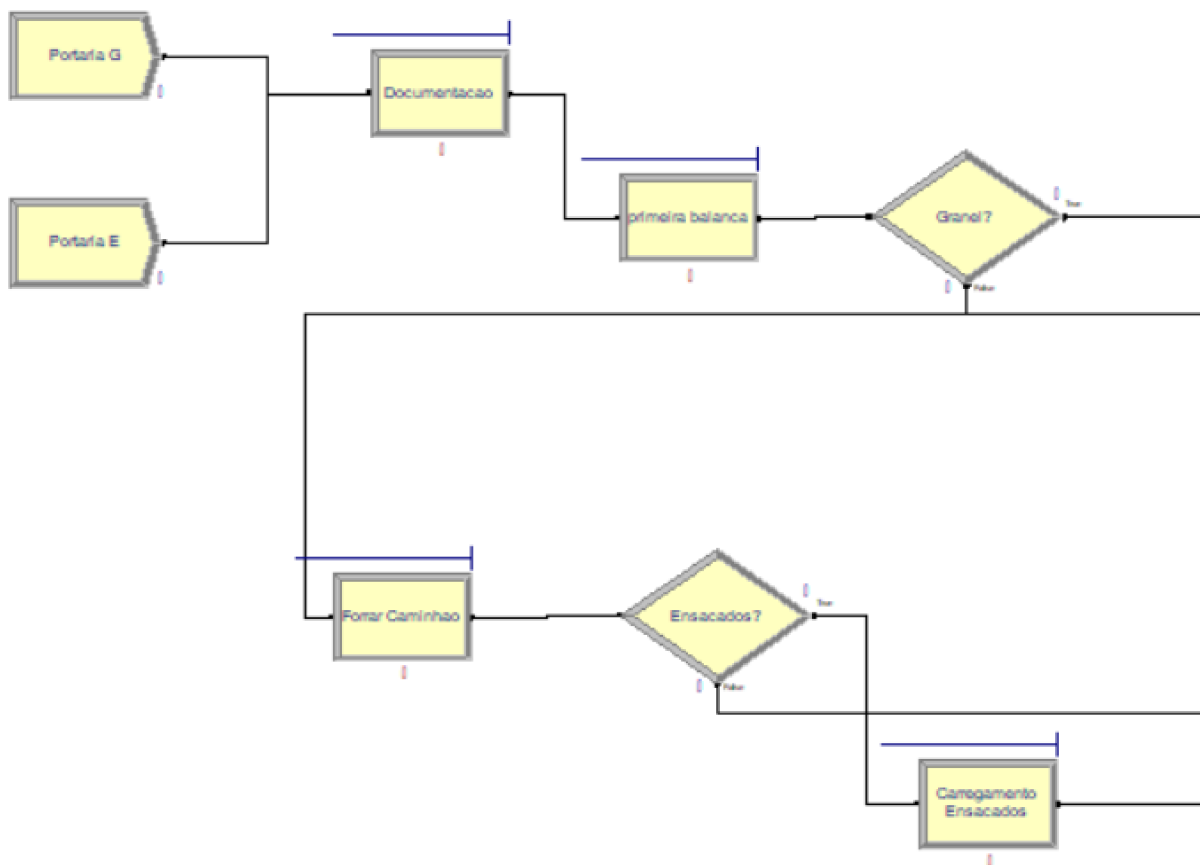
Figura 61 – Modelo de Simulação no Arena (Carga)



Fonte: Software Arena (2024).

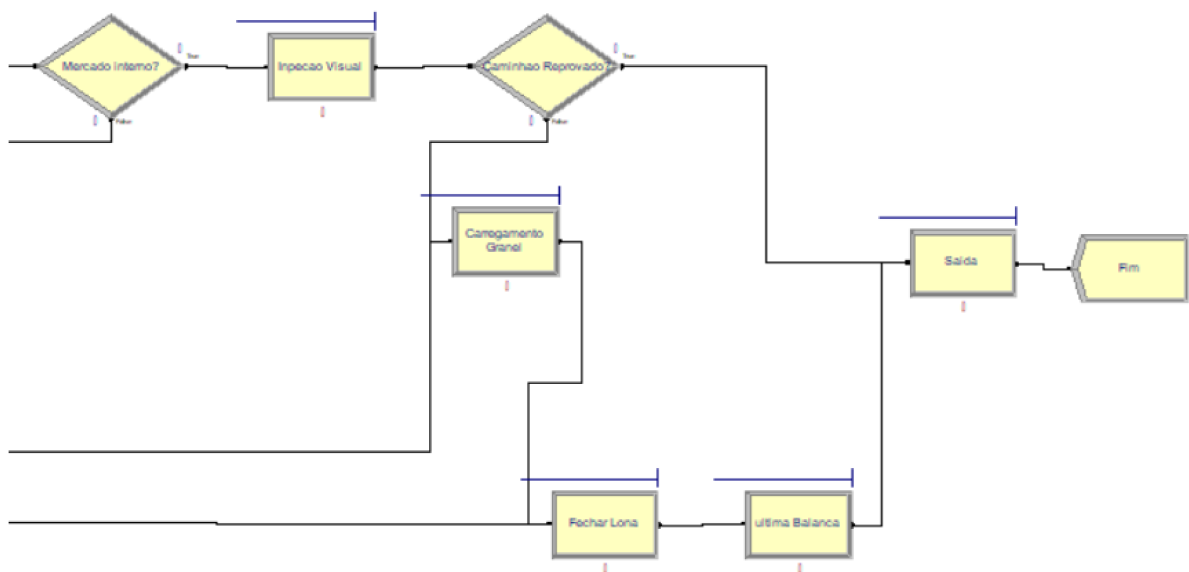
Para uma melhor visualização, o modelo conceitual foi dividido em duas partes, uma que mostra o lado esquerdo (Figura 62) e outra o lado direito (Figura 63).

Figura 62 – Lado Esquerdo - Modelo de Simulação no Arena (Carga)



Fonte: Software Arena (2024).

Figura 63 – Lado Direito - Modelo de Simulação no Arena (Carga)



Fonte: Software Arena (2024).

3.7.2.2 Recursos e Pontos Importantes Carga

Pontos importantes:

- No processo de Carga, duas entidades diferentes entram no sistema: caminhões que transportam granel e caminhões que transportam ensacados. A distribuição é de 70% para granel e 30% para ensacados. Além disso, há uma inspeção visual para o carregamento a granel, onde existe uma chance de 10% de o caminhão ser reprovado.
- A simulação foi configurada para processar no máximo 100 caminhões por processo, correspondendo à quantidade média diária de caminhões observada na operação da empresa. Esse limite foi estabelecido para garantir que a simulação refletisse o volume típico de trabalho, permitindo uma análise realista da eficiência e dos tempos envolvidos em cada etapa.

Esses parâmetros foram validados e refinados a partir de consultas com os responsáveis da empresa estudada, garantindo que a simulação reflita as condições reais de operação.

Recursos:

- **3 responsáveis pela documentação:** responsáveis pelo processamento dos documentos dos caminhões que chegam para carregar.
- **2 balanças iniciais:** utilizadas para a primeira pesagem dos caminhões.

- **2 inspetores visuais:** realizam a inspeção dos caminhões que carregam granel para o mercado interno.
- **2 forradores:** responsáveis por forrar os caminhões (granel para exportação e ensacados).
- **2 carregadores de granel:** encarregados de carregar os caminhões com carga a granel.
- **2 carregadores de ensacados:** encarregados de carregar os caminhões com carga ensacada.
- **2 fechadores de lona:** responsáveis por fechar as lonas dos caminhões após o carregamento.
- **2 balanças finais:** realizam a pesagem final após o carregamento.
- **1 percurso de saída:** utilizado para a saída dos caminhões após o processo de carga.

Esses recursos foram configurados na simulação para garantir que todos os passos do processo fossem realizados de forma coordenada, representando adequadamente as operações reais da empresa.

4 Resultados e Discussões

O objetivo deste trabalho foi realizar a simulação dos processos de Carga e Descarga de caminhões em uma fábrica de insumos alimentícios especializada em Milho e Soja. A simulação permitiu identificar potenciais gargalos nas operações e avaliar alternativas para otimizar o fluxo dentro do cenário atual da empresa, antes da implementação de possíveis mudanças ou investimentos. Ao mapear e simular o processo, buscou-se obter uma visão clara de onde ajustes podem ser feitos para aumentar a eficiência e reduzir o tempo total de operação.

A utilização da ferramenta Arena foi fundamental para o sucesso da simulação. Com a capacidade de reproduzir cenários próximos à realidade operacional, o Arena permitiu que os resultados obtidos fossem comparados diretamente com os dados coletados em campo, o que trouxe maior credibilidade ao estudo. A precisão dos resultados fortalece a base para futuras tomadas de decisão, possibilitando que qualquer alteração no processo seja feita de forma mais informada e com um ponto de referência sólido para medir os impactos das mudanças. Além disso, a simulação com o Arena oferece uma visão preditiva de como os processos podem se comportar com diferentes configurações, facilitando a identificação de melhorias contínuas no ambiente produtivo da empresa.

Após a simulação dos processos de Carga e Descarga, foi gerado um relatório detalhado que permitiu identificar o tempo médio que cada caminhão passa na fila de cada etapa, a quantidade de caminhões em espera e a porcentagem de utilização dos recursos em cada fase do processo. Esses dados forneceram uma visão clara de como o fluxo operacional estava sendo conduzido, permitindo uma análise precisa dos gargalos.

Com essas informações, foi possível identificar os verdadeiros pontos críticos no processo e compará-los com as suspeitas e observações feitas previamente pelos funcionários da empresa. A simulação confirmou ou desmentiu essas percepções iniciais, dando uma base quantitativa para as decisões de melhoria.

Assim vamos ao resultado do processo de Descarga, que tinha como principal suspeita a etapa de classificação. Temos as figuras 64 e 65 que mostram os resultados dos relatórios gerados pelo Arena, onde os tempos são apresentados em Minutos.

Figura 64 – Relatório Fila (Descarga)

| Fila | | | | |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Etapa | Tempo Médio | Tempo Máximo | Número Médio | Número Máximo |
| Documentação | 1,7745 | 10,6927 | 0,1792 | 2 |
| Primeira Balança | 0,7579 | 9,0351 | 0,0765 | 1 |
| Classificação | 2,0605 | 12,5654 | 0,2081 | 2 |
| Tombador | 60,1511 | 140,56 | 5,4685 | 14 |
| Última Balança | 0,1624 | 5,5238 | 0,0147 | 1 |
| Saída | 6,5701 | 26,9917 | 0,6637 | 4 |

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 65 – Relatório Recursos (Descarga)

| Recursos | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Nome | Quantidade | Quantidade Média Utilizada | Porcentagem de Utilização |
| Documentador | 3 | 2,0429 | 68% |
| Primeira Balança | 2 | 1,0221 | 51% |
| Classificador | 3 | 1,9939 | 66% |
| Tombador | 3 | 2,7148 | 90% |
| Última Balança | 2 | 0,6834 | 34% |
| Percurso de Saída | 1 | 0,7701 | 77% |

Fonte: Autoria própria (2024).

Todos os tempos nos relatórios foram registrados em minutos, o que possibilitou uma análise detalhada de cada etapa do processo. A análise mostrou que a etapa com maior tempo de espera foi a do Tombador, com uma média de 60 minutos de espera e cerca de 5 caminhões na fila, confirmando a sobrecarga nessa fase. Além disso, os dados revelaram que tanto o Tombador (90%) quanto o Percurso de Saída (77%) estavam operando acima da capacidade ideal, com uma utilização superior ao esperado, onde o ideal seria que ambos os processos operassem com uma taxa de ocupação em torno de 70%.

Concluindo, a simulação confirmou que os principais gargalos no processo de Descarga estão concentrados nas etapas de Tombadores e no Percurso de Saída, sendo essas as áreas prioritárias para possíveis intervenções e melhorias na operação. Essas melhorias podem envolver o aumento da capacidade dos recursos ou a reestruturação do fluxo para diminuir a carga nessas etapas críticas.

Vamos ao resultado do processo de Carga, que tinha como principal suspeita as etapas de carregamentos Granel e Ensacados e a Inspeção Visual. Temos as figuras 66, 67 e 68 que mostram os resultados dos relatórios gerados pelo Arena, onde os tempos são apresentados em Minutos.

Figura 66 – Relatório Entidades (Carga)

| Entidades | |
|------------------|-------------------|
| Tipo | Quantidade |
| Ensacados | 30 |
| Granel | 70 |

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 67 – Relatório Fila (Carga)

| Fila | | | | |
|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Etapas | Tempo Médio | Tempo Máximo | Número Médio | Número Máximo |
| Documentação | 4,4373 | 17,9243 | 0,2864 | 3 |
| Primeira Balança | 1,1479 | 11,7642 | 0,074 | 2 |
| Inspeção Visual | 2,5808 | 13,8542 | 0,0849 | 2 |
| Forrar Caminhão | 0,5599 | 7,5011 | 0,0177 | 1 |
| Carregamento Granel | 362,83 | 751,66 | 14,287 | 32 |
| Carregamento Ensacados | 220,94 | 500,45 | 4,2787 | 12 |
| Fechar Lona | 0,0851 | 4,7059 | 0,005 | 1 |
| Última Balança | 0,0156 | 1,4268 | 0,0009 | 1 |
| Saída | 1,5911 | 9,0925 | 0,1027 | 2 |

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 68 – Relatório Recursos (Carga)

| Recursos | | | |
|----------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Nome | Quantidade | Quantidade Média Utilizada | Porcentagem de Utilização |
| Documentador | 3 | 1,2545 | 41% |
| Primeira Balança | 2 | 0,6481 | 32% |
| Inspetor | 2 | 0,6516 | 33% |
| Forrador | 2 | 0,4837 | 24% |
| Carregador Granel | 2 | 1,8613 | 93% |
| Carregador Ensacados | 2 | 1,6486 | 82% |
| Loneiro | 2 | 0,5739 | 29% |
| Última Balança | 2 | 0,433 | 22% |
| Percurso de Saída | 1 | 0,4793 | 48% |

Fonte: Autoria própria (2024).

A análise dos dados mostrou que a quantidade de caminhões de Ensacados e Granel que entraram no processo foi fiel à realidade, o que valida a simulação como representativa das operações reais. No entanto, o estudo também revelou que os maiores gargalos do processo de carga estão nas etapas de carregamento, com tempos médios de espera alarmantes. Para os caminhões de Ensacados, o tempo médio de espera na fila foi de 221 minutos, com uma média de 4 caminhões aguardando. Já para os caminhões de Granel, o tempo médio de espera foi ainda maior, 363 minutos, com uma média de 14 caminhões na fila.

Além disso, as etapas de carregamento estão claramente sobrecarregadas, com uma taxa de ocupação de 82% para o carregador de Ensacados e 93% para o carregador de Granel, muito acima do ideal de 70%. Essa sobrecarga compromete o fluxo eficiente dos processos e resulta em filas longas e tempos de espera elevados.

Com base nesses resultados, conclui-se que, apesar das suspeitas iniciais de que a Inspeção Visual seria um gargalo, os dados refutam essa hipótese. Os verdadeiros gargalos no processo de carga são as etapas de carregamento, que precisam de atenção prioritária para melhorar a eficiência operacional da empresa.

Para resolver os gargalos identificados no processo de Descarga, foram testadas várias alternativas para otimizar o fluxo e reduzir os tempos de espera. Entre as opções testadas, a única que atendeu às expectativas da empresa foi a que envolveu a adição de 2 tombadores, 1 estação de documentação, 1 estação de classificação e um percurso de saída com eficiência duplicada.

Essa solução se mostrou eficaz, pois distribuiu melhor a carga de trabalho nas etapas mais críticas, reduzindo significativamente os tempos de espera e a sobrecarga observada no tombador e no percurso de saída. Os resultados mostram a eficácia dessa configuração, demonstrando uma melhoria significativa no desempenho do processo e alinhando-se com os objetivos de otimização da empresa.

Temos as figuras 69 e 70 que mostram os resultados dos relatórios gerados pelo Arena, onde o tempos são apresentados em Minutos.

Figura 69 – Relatório Solução Fila (Descarga)

| Fila | | | | |
|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| Etapa | Tempo Médio | Tempo Máximo | Número Médio | Número Máximo |
| Documentação | 0,0377 | 3,1507 | 0,0044 | 1 |
| Primeira Balança | 0,7301 | 9,8918 | 0,0869 | 2 |
| Classificação | 0,2435 | 7,9174 | 0,029 | 2 |
| Tombador | 1,1467 | 13,0219 | 0,1229 | 2 |
| Última Balança | 0,6475 | 8,3082 | 0,0694 | 3 |
| Saída | 0,4651 | 7,178 | 0,0554 | 2 |

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 70 – Relatório Solução Recursos (Descarga)

| Recursos | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Nome | Quantidade | Quantidade Média Utilizada | Porcentagem de Utilização |
| Documentador | 4 | 2,489 | 62% |
| Primeira Balança | 2 | 1,1285 | 56% |
| Classificador | 4 | 2,3499 | 59% |
| Tombador | 5 | 3,3238 | 66% |
| Última Balança | 2 | 0,8026 | 40% |
| Percurso de Saída | 2 | 0,9124 | 46% |

Fonte: Autoria própria (2024).

Para resolver os gargalos identificados no processo de Carga, foram testadas várias alternativas com o objetivo de otimizar o fluxo e reduzir os tempos de espera nas etapas mais críticas. Entre as diversas opções avaliadas, a única que atendeu plenamente às expectativas da empresa foi a implementação de uma solução que triplicou a eficiência de cada um dos carregadores e duplicou a eficiência do percurso de saída.

Essa configuração permitiu uma distribuição mais eficiente das tarefas e reduziu substancialmente os tempos de espera tanto na etapa de carregamento quanto no percurso de saída. A solução se mostrou eficaz, atendendo às necessidades operacionais da empresa e refletindo uma melhora expressiva na fluidez e no desempenho do processo de Carga.

Temos as figuras 71 e 72 que mostram os resultados dos relatórios gerados pelo Arena, onde o tempos são apresentados em Minutos.

Figura 71 – Relatório Solução Fila (Carga)

| Fila | | | | |
|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Etapa | Tempo Médio | Tempo Máximo | Número Médio | Número Máximo |
| Documentação | 1,8099 | 13,6399 | 0,2044 | 2 |
| Primeira Balança | 0,9558 | 7,6869 | 0,1079 | 2 |
| Inspeção Visual | 5,4721 | 24,7217 | 0,3337 | 2 |
| Forrar Caminhão | 0,9203 | 12,6154 | 0,0478 | 2 |
| Carregamento Granel | 0,6095 | 19,0963 | 0,044 | 2 |
| Carregamento Ensacados | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fechar Lona | 1,469 | 20,3778 | 0,1559 | 3 |
| Última Balança | 0,0374 | 1,5279 | 0,0039 | 1 |
| Saída | 0,1232 | 5,174 | 0,0139 | 1 |

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 72 – Relatório Solução Recursos (Carga)

| Recursos | | | |
|----------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Nome | Quantidade | Quantidade Média Utilizada | Porcentagem de Utilização |
| Documentador | 3 | 2,1534 | 72% |
| Primeira Balança | 2 | 1,1044 | 55% |
| Inspetor | 2 | 1,3321 | 67% |
| Forrador | 2 | 0,7416 | 37% |
| Carregador Granel | 6 | 3,5146 | 59% |
| Carregador Ensacados | 6 | 2,9101 | 49% |
| Loneiro | 2 | 1,0249 | 51% |
| Última Balança | 2 | 0,8119 | 41% |
| Percurso de Saída | 2 | 0,8312 | 42% |

Fonte: Autoria própria (2024).

5 Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho foi realizado durante uma experiência de estágio em uma empresa multinacional, permitindo uma imersão prática no campo da logística, além de proporcionar o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento da simulação dos processos de Carga e Descarga. A oportunidade de observar de perto o funcionamento de uma empresa desse porte foi essencial para compreender a dinâmica da área de logística, especialmente no que diz respeito ao fluxo de caminhões e à gestão de produtos como milho e soja. As informações coletadas, tanto em campo quanto por meio de consulta com os responsáveis pela operação, foram fundamentais para o entendimento e modelagem dos processos.

Com base nos dados coletados e nas simulações realizadas, foi possível identificar com precisão os gargalos presentes nos processos e propor soluções viáveis para a otimização das operações. As análises detalhadas revelaram etapas críticas, como o tombamento e o percurso de saída, que demandaram intervenções específicas para alcançar maior eficiência. As simulações, ajustadas com base em distribuições estatísticas, confirmaram que as melhorias propostas seriam eficazes no cenário atual da empresa.

Pensando em trabalhos futuros, é possível propor um sistema de automação que integre dados meteorológicos ao controle automatizado dos processos de carregamento. Ao monitorar fatores climáticos, como umidade e temperatura, o sistema poderia ajustar automaticamente as condições de armazenamento dos produtos, garantindo maior eficiência e preservação da qualidade. Além disso, a automação poderia triplicar a capacidade dos carregadores, enquanto um projeto de infraestrutura poderia dobrar a eficiência do percurso de saída, aumentando significativamente a produtividade.

A coleta e análise de dados são essenciais para qualquer proposta de automação, uma vez que fornecem o embasamento necessário para que as decisões operacionais sejam mais precisas e embasadas em evidências concretas. Por fim, o objetivo deste trabalho foi alcançado, proporcionando uma visão clara dos processos logísticos, propondo soluções práticas e permitindo que a empresa tenha um ponto de partida para futuras melhorias em sua operação.

Referências Bibliográficas

- ALITOK, T.; MELAMED, B. *Simulation Modeling and Analysis with Arena*. Boston: Elsevier, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 25.
- AUTOMATION, R. *Arena Simulation Software Documentation*. [S.l.], 2021. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.
- BAE, K.; KIM, H.; PARK, S. Application of discrete-event simulation in complex manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 58, p. 55–68, 2021. Citado na página 22.
- BANKS, J. et al. *Discrete-Event System Simulation*. 5th. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2009. Citado 7 vezes nas páginas 17, 18, 20, 22, 23, 24 e 26.
- DUDIN, A. N.; KLIMENOK, V. I.; VISHNEVSKY, V. M. Discrete-event simulation in logistics operations using arena. *Journal of Logistics Management*, v. 10, p. 78–94, 2023. Citado na página 24.
- HEILEMANN, K.; SKOGLUND, K. A. Using arena simulation in queuing models to optimize service times at railway stations. In: *AIP Conference Proceedings*. [S.l.: s.n.], 2022. Citado na página 26.
- KELTON, W. D.; SADOWSKI, R. P.; STURROCK, N. B. *Simulation with Arena*. 6th. ed. New York: McGraw-Hill, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 18, 19 e 22.
- KELTON, W. D.; SMITH, J. S.; STURROCK, D. T. *Simio and Simulation: Modeling, Analysis, Applications*. New York: McGraw-Hill, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 18, 23 e 25.
- KUMAR, V.; SINGH, A. Optimization of patient flow in healthcare through discrete-event simulation. *Health Services Management Research*, v. 35, p. 78–89, 2022. Citado na página 22.
- LAW, A. M. *Simulation Modeling and Analysis*. 5th. ed. New York: McGraw-Hill, 2014. Citado 6 vezes nas páginas 17, 19, 21, 22, 23 e 25.
- LIN, Z.; SHI, W.; HUANG, T. Discrete-event simulation in urban transportation systems. *Journal of Transport and Land Use*, v. 10, p. 120–133, 2022. Citado na página 21.
- MILLER, A. J.; ZHAN, F. B. *Simulation and Model-Based Design*. New York: Springer, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- NICHOLAS, J. E.; IGABARI, J. N. Analysis of service efficiency using arena simulation in public transport ticketing queues. *Journal of Service Management*, v. 21, p. 45–58, 2023. Citado na página 25.
- PAIGE, R.; KLEIN, J. *Understanding Simulation Modeling*. London: Academic Press, 2018. Citado 3 vezes nas páginas 18, 21 e 23.

- PIDD, M. *Tools for Thinking: Modelling in Management Science*. 3rd. ed. Chichester: Wiley, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- SARI, F. Y. et al. Simulation of production systems and queue management using arena simulation for efficiency optimization. *Applied Sciences*, v. 13, n. 6, p. 1230–1245, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- SHANNON, R. E. *Systems Simulation: The Art and Science*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1998. Citado 4 vezes nas páginas 17, 18, 23 e 26.

Apêndices

APÊNDICE A – Dados Processo Carga (Minutos)

Tabela 3 – Dados em minutos do processo (Carga)

| Port. | Docum. | 1^a Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2^a Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------|
| 6:05 | 16:40 | 7:40 | 26:06 | 10:50 | 37:24 | 76:35 | 7:17 | 7:36 | 9:30 |
| 5:50 | 11:20 | 14:29 | 26:01 | 17:09 | 49:20 | 94:27 | 6:04 | 9:13 | 7:36 |
| 5:59 | 10:00 | 10:52 | 28:04 | 10:06 | 58:02 | 92:14 | 44:51 | 9:54 | 9:49 |
| 6:15 | 29:14 | 6:18 | 25:38 | 10:37 | 44:50 | 76:18 | 11:07 | 7:39 | 9:13 |
| 9:38 | 14:49 | 10:14 | 12:51 | 18:05 | 43:35 | 80:54 | 7:15 | 7:04 | 5:05 |
| 6:24 | 28:22 | 11:13 | 26:33 | 19:26 | 36:10 | 91:15 | 11:56 | 6:54 | 9:20 |
| 8:05 | 26:07 | 13:30 | 12:12 | 15:40 | 40:51 | 85:44 | 11:26 | 7:41 | 8:31 |
| 6:50 | 19:04 | 11:05 | 27:15 | 13:26 | 59:07 | 75:04 | 5:27 | 9:38 | 7:02 |
| 7:00 | 11:31 | 5:22 | 23:59 | 17:36 | 40:02 | 81:47 | 10:33 | 5:52 | 8:53 |
| 6:54 | 20:15 | 13:24 | 18:17 | 10:22 | 58:04 | 109:22 | 12:53 | 9:19 | 5:07 |
| 5:25 | 22:27 | 5:17 | 14:42 | 19:26 | 35:11 | 69:19 | 12:39 | 7:05 | 5:55 |
| 7:05 | 14:53 | 10:33 | 11:52 | 19:05 | 45:33 | 71:40 | 10:23 | 6:07 | 8:45 |
| 8:16 | 15:52 | 14:10 | 15:46 | 10:27 | 44:56 | 87:49 | 14:51 | 9:05 | 7:53 |
| 9:52 | 21:56 | 9:56 | 10:39 | 10:54 | 54:46 | 83:50 | 6:36 | 5:16 | 5:00 |
| 6:37 | 13:22 | 10:14 | 19:41 | 12:04 | 56:14 | 92:31 | 5:49 | 7:14 | 7:38 |
| 6:35 | 16:38 | 8:54 | 25:05 | 16:33 | 43:44 | 65:54 | 5:40 | 7:05 | 6:25 |
| 9:26 | 10:27 | 6:06 | 26:31 | 11:45 | 56:40 | 101:14 | 7:11 | 7:52 | 8:53 |
| 7:58 | 11:09 | 13:48 | 17:46 | 14:16 | 54:09 | 65:04 | 14:22 | 8:51 | 5:12 |
| 9:30 | 25:56 | 12:31 | 29:40 | 14:37 | 39:17 | 68:30 | 12:11 | 8:35 | 5:20 |
| 7:50 | 17:33 | 7:47 | 24:18 | 16:10 | 55:45 | 82:12 | 9:17 | 9:42 | 6:23 |
| 5:47 | 11:22 | 9:46 | 15:11 | 14:50 | 40:23 | 82:19 | 7:36 | 7:11 | 9:39 |
| 5:26 | 17:37 | 14:34 | 25:47 | 14:53 | 55:10 | 116:03 | 10:37 | 5:04 | 5:33 |
| 7:21 | 15:30 | 5:21 | 22:23 | 19:30 | 37:46 | 114:49 | 14:46 | 5:51 | 9:24 |
| 6:10 | 19:53 | 10:58 | 19:31 | 17:18 | 35:46 | 104:49 | 14:03 | 9:40 | 5:27 |
| 8:29 | 24:04 | 13:25 | 89:01 | 13:40 | 54:14 | 113:59 | 13:05 | 9:36 | 5:39 |
| 6:16 | 17:18 | 9:56 | 18:46 | 15:41 | 44:13 | 97:43 | 7:16 | 9:10 | 6:51 |
| 8:22 | 11:00 | 11:06 | 19:38 | 17:24 | 30:42 | 72:08 | 6:09 | 7:03 | 9:38 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 6:40 | 14:55 | 10:29 | 17:26 | 17:24 | 32:54 | 60:05 | 9:02 | 9:02 | 9:21 |
| 8:19 | 16:38 | 7:17 | 25:05 | 12:04 | 51:26 | 108:39 | 10:29 | 7:33 | 6:33 |
| 6:48 | 13:04 | 6:12 | 20:37 | 17:27 | 35:18 | 76:04 | 14:53 | 7:55 | 6:55 |
| 8:27 | 27:43 | 5:49 | 28:24 | 10:27 | 49:23 | 95:55 | 8:18 | 7:50 | 9:26 |
| 7:33 | 13:26 | 8:16 | 26:03 | 17:36 | 45:52 | 73:12 | 8:07 | 7:21 | 9:23 |
| 6:25 | 26:59 | 10:48 | 25:38 | 59:53 | 58:21 | 92:51 | 12:27 | 7:00 | 5:04 |
| 5:43 | 16:28 | 14:28 | 20:15 | 16:08 | 49:24 | 86:04 | 8:37 | 9:53 | 8:01 |
| 9:17 | 13:07 | 14:10 | 12:39 | 10:29 | 37:50 | 101:49 | 14:12 | 6:04 | 6:53 |
| 7:14 | 18:34 | 13:16 | 21:28 | 10:17 | 32:40 | 78:17 | 5:36 | 5:52 | 5:48 |
| 7:57 | 18:48 | 14:01 | 20:17 | 12:17 | 30:49 | 98:32 | 13:50 | 27:08 | 7:25 |
| 8:12 | 89:02 | 11:57 | 22:43 | 15:23 | 47:24 | 64:11 | 14:57 | 7:48 | 9:41 |
| 5:09 | 18:48 | 6:04 | 28:37 | 10:57 | 33:15 | 104:43 | 9:55 | 7:58 | 9:59 |
| 5:03 | 15:11 | 6:13 | 14:30 | 18:12 | 32:26 | 100:55 | 6:33 | 5:19 | 8:15 |
| 8:25 | 25:56 | 12:21 | 25:52 | 18:16 | 56:30 | 109:11 | 6:21 | 7:07 | 7:40 |
| 8:20 | 21:23 | 14:14 | 24:09 | 13:29 | 45:45 | 73:58 | 12:15 | 29:50 | 7:45 |
| 5:59 | 18:39 | 7:01 | 12:00 | 11:30 | 36:01 | 89:09 | 5:41 | 5:48 | 8:43 |
| 6:51 | 12:17 | 8:12 | 24:43 | 16:56 | 40:17 | 64:30 | 10:50 | 7:48 | 5:04 |
| 6:28 | 11:01 | 13:14 | 28:36 | 17:52 | 41:29 | 73:18 | 10:19 | 8:32 | 7:28 |
| 7:04 | 11:30 | 6:43 | 14:43 | 15:21 | 179:52 | 62:54 | 7:44 | 7:13 | 6:09 |
| 6:22 | 12:03 | 7:53 | 10:57 | 10:32 | 49:32 | 75:18 | 9:48 | 6:35 | 5:34 |
| 5:46 | 15:39 | 5:32 | 28:38 | 11:24 | 31:50 | 74:27 | 6:19 | 8:31 | 5:53 |
| 7:17 | 23:34 | 11:31 | 75:24 | 18:18 | 44:58 | 61:10 | 5:14 | 5:23 | 8:53 |
| 7:58 | 10:10 | 14:07 | 14:12 | 10:50 | 48:55 | 79:40 | 5:33 | 9:49 | 7:33 |
| 9:00 | 29:40 | 13:43 | 20:28 | 16:16 | 50:05 | 111:39 | 13:51 | 5:58 | 7:56 |
| 6:28 | 11:02 | 5:15 | 14:24 | 14:23 | 39:29 | 114:02 | 11:00 | 9:37 | 7:54 |
| 6:56 | 15:57 | 13:01 | 13:56 | 18:57 | 59:11 | 85:42 | 10:36 | 5:41 | 9:55 |
| 7:08 | 14:04 | 9:35 | 22:21 | 15:51 | 48:26 | 62:45 | 5:02 | 8:36 | 7:01 |
| 9:01 | 15:59 | 7:54 | 13:20 | 13:06 | 41:05 | 74:28 | 12:25 | 8:05 | 5:03 |
| 7:24 | 24:03 | 6:46 | 20:26 | 17:03 | 34:26 | 69:06 | 12:16 | 8:48 | 8:06 |
| 6:04 | 18:50 | 11:56 | 29:04 | 19:57 | 52:48 | 70:42 | 8:43 | 9:25 | 6:40 |
| 6:45 | 22:24 | 7:25 | 29:26 | 16:07 | 49:27 | 91:40 | 10:38 | 5:38 | 8:05 |
| 9:43 | 22:40 | 9:20 | 15:34 | 12:16 | 59:46 | 110:45 | 11:19 | 6:32 | 7:43 |
| 5:12 | 27:53 | 6:36 | 14:11 | 13:56 | 36:11 | 108:04 | 11:33 | 6:13 | 5:07 |
| 8:47 | 25:48 | 8:48 | 27:57 | 15:33 | 46:02 | 113:51 | 10:49 | 8:07 | 6:18 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 6:56 | 23:04 | 5:25 | 10:06 | 13:48 | 40:07 | 99:41 | 12:36 | 6:30 | 5:59 |
| 7:14 | 23:24 | 6:40 | 23:16 | 13:13 | 41:01 | 72:03 | 10:10 | 8:31 | 8:55 |
| 6:02 | 19:54 | 7:33 | 13:23 | 19:35 | 38:45 | 99:05 | 10:10 | 5:02 | 7:42 |
| 7:27 | 21:50 | 10:28 | 15:21 | 11:27 | 52:05 | 86:34 | 8:40 | 9:30 | 9:20 |
| 6:24 | 28:39 | 14:50 | 11:52 | 13:04 | 44:26 | 76:51 | 9:55 | 7:06 | 6:21 |
| 7:39 | 12:26 | 10:27 | 13:23 | 10:00 | 59:03 | 105:02 | 6:29 | 9:31 | 5:42 |
| 9:23 | 27:20 | 8:09 | 27:39 | 17:30 | 37:29 | 72:46 | 11:40 | 9:13 | 7:28 |
| 5:14 | 22:10 | 8:54 | 16:13 | 18:34 | 49:11 | 93:15 | 8:44 | 7:32 | 9:31 |
| 6:33 | 16:18 | 12:52 | 26:18 | 12:21 | 32:27 | 104:39 | 8:38 | 8:00 | 6:11 |
| 9:40 | 18:40 | 10:00 | 19:38 | 17:25 | 35:36 | 72:06 | 9:34 | 6:00 | 9:45 |
| 8:26 | 29:15 | 12:31 | 13:22 | 13:52 | 52:33 | 98:25 | 12:31 | 8:05 | 7:25 |
| 7:28 | 19:34 | 5:59 | 22:03 | 11:48 | 41:48 | 118:04 | 10:04 | 6:20 | 26:47 |
| 6:39 | 23:46 | 14:01 | 18:37 | 16:01 | 41:21 | 79:23 | 9:20 | 5:01 | 9:09 |
| 9:00 | 28:39 | 6:59 | 21:13 | 12:37 | 30:53 | 115:13 | 13:41 | 9:41 | 9:20 |
| 7:12 | 26:33 | 10:37 | 29:16 | 19:09 | 47:48 | 72:41 | 12:38 | 6:19 | 7:24 |
| 8:01 | 17:52 | 8:22 | 11:24 | 13:20 | 35:49 | 87:54 | 13:56 | 5:21 | 9:06 |
| 5:22 | 28:45 | 6:49 | 22:10 | 17:10 | 57:50 | 294:29 | 5:53 | 8:27 | 9:47 |
| 7:29 | 17:22 | 7:29 | 16:55 | 11:34 | 32:35 | 95:25 | 6:47 | 9:42 | 9:09 |
| 6:07 | 20:12 | 7:04 | 15:07 | 16:24 | 43:00 | 85:01 | 12:44 | 6:33 | 9:26 |
| 7:29 | 17:12 | 14:46 | 24:46 | 19:18 | 56:37 | 72:06 | 7:39 | 5:26 | 8:11 |
| 8:45 | 22:39 | 8:27 | 18:15 | 14:37 | 54:01 | 103:57 | 6:38 | 5:36 | 6:18 |
| 5:35 | 15:01 | 14:33 | 22:30 | 11:31 | 44:27 | 107:11 | 5:37 | 5:26 | 6:40 |
| 9:27 | 19:24 | 14:18 | 29:27 | 11:38 | 55:06 | 104:33 | 12:56 | 9:15 | 5:24 |
| 6:44 | 27:31 | 10:56 | 15:54 | 18:59 | 43:00 | 60:58 | 13:37 | 7:40 | 6:22 |
| 6:39 | 18:11 | 11:50 | 26:43 | 14:49 | 39:12 | 88:35 | 12:06 | 5:31 | 6:17 |
| 7:17 | 23:51 | 9:13 | 14:22 | 19:16 | 52:57 | 116:01 | 8:03 | 5:59 | 5:11 |
| 8:35 | 18:48 | 8:05 | 16:51 | 11:23 | 55:13 | 85:46 | 7:18 | 5:14 | 8:46 |
| 7:13 | 22:59 | 13:45 | 25:23 | 17:45 | 32:45 | 76:07 | 10:09 | 8:14 | 5:50 |
| 8:02 | 14:30 | 6:56 | 18:19 | 19:45 | 35:05 | 90:44 | 8:41 | 9:35 | 6:13 |
| 9:16 | 14:35 | 13:07 | 18:31 | 10:50 | 33:22 | 60:43 | 13:34 | 8:05 | 5:10 |
| 8:31 | 27:45 | 8:32 | 22:16 | 17:03 | 54:02 | 67:55 | 13:12 | 9:21 | 9:06 |
| 9:49 | 12:06 | 6:48 | 23:15 | 13:22 | 44:14 | 101:14 | 5:21 | 8:05 | 8:17 |
| 5:25 | 28:29 | 44:99 | 25:57 | 16:30 | 36:17 | 111:42 | 11:46 | 9:39 | 7:42 |
| 6:31 | 25:14 | 13:16 | 24:49 | 18:21 | 59:28 | 118:15 | 14:00 | 8:19 | 8:11 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 7:10 | 19:15 | 7:01 | 16:14 | 16:16 | 54:03 | 104:36 | 11:55 | 5:28 | 7:40 |
| 6:41 | 10:50 | 14:15 | 28:59 | 17:10 | 58:49 | 60:22 | 13:45 | 5:05 | 8:06 |
| 8:05 | 19:03 | 8:23 | 26:00 | 14:26 | 54:54 | 115:22 | 9:28 | 5:06 | 9:04 |
| 7:39 | 18:51 | 10:38 | 10:34 | 11:48 | 51:33 | 359:32 | 7:20 | 8:39 | 9:59 |
| 5:28 | 21:54 | 10:18 | 25:48 | 13:00 | 58:27 | 62:36 | 6:55 | 7:55 | 7:11 |
| 7:01 | 16:00 | 8:35 | 18:20 | 12:49 | 58:56 | 89:03 | 8:48 | 7:15 | 6:25 |
| 6:07 | 27:53 | 12:21 | 11:17 | 16:53 | 34:25 | 94:23 | 12:36 | 9:43 | 5:38 |
| 8:59 | 24:57 | 10:55 | 17:38 | 11:20 | 40:42 | 93:09 | 12:31 | 6:11 | 8:10 |
| 7:15 | 27:39 | 9:04 | 23:38 | 10:27 | 36:25 | 114:39 | 8:35 | 7:25 | 8:41 |
| 6:07 | 16:48 | 8:26 | 12:22 | 14:32 | 148:14 | 86:15 | 5:01 | 9:11 | 8:13 |
| 5:15 | 24:11 | 41:22 | 27:35 | 15:56 | 54:33 | 74:26 | 14:27 | 8:26 | 5:20 |
| 6:17 | 11:12 | 9:52 | 24:40 | 13:52 | 59:51 | 91:32 | 10:14 | 6:22 | 5:07 |
| 5:04 | 11:48 | 9:42 | 19:48 | 14:27 | 48:56 | 90:37 | 10:33 | 8:13 | 8:37 |
| 5:25 | 14:33 | 11:13 | 21:46 | 15:52 | 52:56 | 96:07 | 5:05 | 6:19 | 5:00 |
| 5:38 | 29:38 | 9:49 | 17:50 | 15:44 | 44:34 | 76:41 | 5:04 | 5:37 | 8:41 |
| 29:58 | 13:03 | 12:53 | 15:44 | 11:20 | 37:47 | 77:21 | 14:07 | 5:34 | 5:39 |
| 6:38 | 27:42 | 10:32 | 15:58 | 17:33 | 56:16 | 79:50 | 7:57 | 8:50 | 5:53 |
| 7:32 | 23:34 | 9:22 | 28:48 | 19:47 | 32:49 | 106:10 | 6:28 | 8:59 | 7:18 |
| 5:24 | 17:08 | 7:25 | 29:25 | 16:30 | 59:23 | 99:08 | 11:29 | 7:18 | 7:27 |
| 9:25 | 22:37 | 6:32 | 24:44 | 13:46 | 39:35 | 89:42 | 12:18 | 8:14 | 6:25 |
| 7:49 | 24:43 | 8:04 | 18:18 | 14:13 | 33:43 | 67:52 | 7:01 | 9:11 | 6:37 |
| 5:41 | 29:10 | 12:56 | 23:44 | 12:15 | 43:22 | 85:16 | 6:01 | 7:12 | 8:56 |
| 5:44 | 18:10 | 10:21 | 26:35 | 10:59 | 38:43 | 114:30 | 9:26 | 7:04 | 9:46 |
| 8:23 | 13:42 | 12:37 | 23:43 | 47:14 | 54:22 | 83:11 | 10:14 | 7:42 | 7:06 |
| 9:59 | 16:46 | 11:20 | 11:40 | 14:58 | 33:01 | 87:29 | 7:47 | 7:18 | 5:41 |
| 7:13 | 23:06 | 14:14 | 12:57 | 18:14 | 40:27 | 66:07 | 8:17 | 6:44 | 7:03 |
| 7:09 | 28:29 | 14:23 | 24:13 | 15:35 | 50:24 | 98:38 | 5:57 | 5:42 | 5:26 |
| 6:57 | 15:16 | 11:09 | 11:42 | 16:38 | 49:53 | 107:06 | 9:48 | 8:20 | 5:37 |
| 5:09 | 26:36 | 5:31 | 16:02 | 15:57 | 43:16 | 88:53 | 11:46 | 8:35 | 9:20 |
| 9:27 | 27:21 | 5:18 | 15:56 | 10:38 | 53:39 | 118:37 | 6:24 | 5:34 | 6:25 |
| 9:00 | 12:14 | 14:59 | 28:18 | 16:34 | 58:55 | 79:45 | 11:21 | 7:09 | 5:59 |
| 5:48 | 20:46 | 7:01 | 24:52 | 15:37 | 41:34 | 77:03 | 13:48 | 7:19 | 8:38 |
| 9:07 | 15:05 | 7:24 | 29:30 | 16:32 | 51:50 | 65:35 | 7:14 | 5:31 | 8:14 |
| 6:13 | 17:27 | 14:37 | 29:14 | 17:19 | 51:30 | 115:47 | 14:01 | 5:55 | 9:29 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 6:28 | 19:29 | 12:36 | 10:45 | 15:04 | 46:56 | 86:22 | 9:07 | 8:25 | 6:30 |
| 8:12 | 19:24 | 8:01 | 24:29 | 17:25 | 34:32 | 80:31 | 12:07 | 6:33 | 8:41 |
| 5:05 | 18:34 | 14:40 | 21:53 | 10:29 | 39:42 | 89:35 | 9:16 | 8:37 | 29:59 |
| 6:38 | 21:17 | 5:12 | 18:17 | 16:49 | 58:19 | 86:00 | 6:06 | 9:54 | 8:21 |
| 7:29 | 26:06 | 13:27 | 25:14 | 17:09 | 44:30 | 93:55 | 5:00 | 5:21 | 7:29 |
| 7:50 | 29:25 | 12:29 | 15:08 | 10:40 | 59:55 | 116:23 | 14:45 | 6:31 | 7:32 |
| 7:36 | 28:33 | 6:27 | 22:42 | 18:00 | 38:52 | 69:28 | 6:52 | 7:45 | 5:31 |
| 6:48 | 26:44 | 8:14 | 13:44 | 17:52 | 45:03 | 72:32 | 8:14 | 8:07 | 5:23 |
| 5:21 | 13:44 | 6:48 | 15:20 | 13:08 | 56:41 | 118:40 | 11:10 | 7:20 | 6:04 |
| 8:01 | 27:53 | 10:51 | 22:46 | 16:05 | 51:21 | 73:56 | 6:37 | 9:52 | 7:09 |
| 7:56 | 28:11 | 9:56 | 26:40 | 17:44 | 34:11 | 99:01 | 12:30 | 5:00 | 9:49 |
| 8:20 | 23:59 | 13:12 | 23:34 | 10:35 | 33:00 | 82:51 | 6:49 | 7:42 | 6:06 |
| 9:12 | 21:07 | 6:11 | 22:32 | 14:17 | 42:54 | 97:04 | 11:04 | 6:42 | 6:18 |
| 7:49 | 19:32 | 8:09 | 11:52 | 17:35 | 53:28 | 60:06 | 14:44 | 5:01 | 6:51 |
| 6:06 | 25:02 | 11:59 | 17:10 | 12:05 | 33:03 | 66:14 | 9:18 | 8:22 | 9:45 |
| 6:24 | 18:16 | 8:27 | 10:53 | 13:24 | 59:57 | 95:47 | 8:57 | 7:34 | 9:51 |
| 5:01 | 27:10 | 6:32 | 25:48 | 16:39 | 51:26 | 81:50 | 5:29 | 5:42 | 6:47 |
| 6:19 | 26:49 | 6:11 | 19:44 | 19:49 | 45:42 | 62:49 | 13:30 | 8:13 | 6:25 |
| 7:09 | 24:40 | 11:46 | 23:35 | 11:21 | 56:53 | 70:43 | 14:45 | 5:22 | 9:33 |
| 6:07 | 26:40 | 12:35 | 27:04 | 11:55 | 45:28 | 66:46 | 13:57 | 8:56 | 6:00 |
| 9:11 | 22:21 | 13:11 | 25:30 | 18:14 | 52:47 | 84:51 | 8:45 | 5:07 | 7:23 |
| 7:26 | 21:49 | 5:28 | 20:42 | 17:18 | 43:30 | 95:43 | 9:31 | 8:08 | 9:02 |
| 6:16 | 11:43 | 12:06 | 16:07 | 19:15 | 38:23 | 78:14 | 9:19 | 9:19 | 8:06 |
| 6:49 | 17:24 | 10:31 | 10:50 | 19:28 | 44:11 | 116:14 | 6:42 | 7:44 | 5:10 |
| 5:05 | 27:45 | 7:46 | 24:18 | 16:34 | 32:09 | 97:12 | 7:01 | 9:22 | 9:17 |
| 6:00 | 11:44 | 11:23 | 11:32 | 19:04 | 54:28 | 104:22 | 6:53 | 5:47 | 5:12 |
| 8:15 | 16:17 | 10:43 | 16:11 | 17:53 | 48:59 | 111:39 | 9:37 | 6:08 | 9:21 |
| 7:08 | 13:56 | 14:48 | 20:44 | 16:14 | 57:05 | 86:10 | 11:51 | 5:47 | 6:15 |
| 5:14 | 15:18 | 7:37 | 13:58 | 14:15 | 43:34 | 90:10 | 12:56 | 7:23 | 5:43 |
| 6:09 | 16:52 | 13:38 | 11:58 | 13:09 | 48:45 | 84:46 | 5:58 | 7:59 | 8:59 |
| 6:42 | 25:03 | 5:54 | 18:19 | 15:20 | 56:04 | 92:32 | 7:19 | 9:00 | 7:30 |
| 5:02 | 16:57 | 10:57 | 17:30 | 19:10 | 30:42 | 119:50 | 11:36 | 8:57 | 6:38 |
| 6:03 | 21:46 | 13:07 | 13:15 | 17:58 | 34:19 | 111:59 | 9:55 | 9:51 | 5:02 |
| 8:54 | 27:23 | 5:02 | 14:35 | 19:19 | 57:01 | 67:46 | 10:09 | 6:27 | 6:53 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 5:39 | 15:31 | 9:17 | 15:54 | 12:42 | 48:45 | 60:45 | 7:18 | 5:05 | 8:08 |
| 7:50 | 17:54 | 5:21 | 26:27 | 15:33 | 40:56 | 97:00 | 14:13 | 8:16 | 6:26 |
| 6:04 | 11:07 | 8:23 | 12:52 | 11:50 | 48:18 | 117:26 | 14:53 | 8:34 | 5:30 |
| 9:04 | 15:46 | 8:27 | 19:44 | 15:54 | 37:53 | 90:38 | 11:58 | 8:22 | 8:40 |
| 5:50 | 14:00 | 8:28 | 11:19 | 15:13 | 57:22 | 87:08 | 9:29 | 7:20 | 7:46 |
| 9:59 | 25:40 | 6:28 | 19:29 | 11:23 | 32:39 | 73:24 | 6:06 | 8:44 | 9:00 |
| 5:28 | 13:12 | 13:02 | 28:32 | 10:29 | 39:11 | 87:20 | 9:21 | 5:16 | 8:44 |
| 6:00 | 12:37 | 5:03 | 26:48 | 16:43 | 30:07 | 77:13 | 9:21 | 5:16 | 7:18 |
| 5:36 | 14:46 | 12:12 | 16:03 | 16:49 | 38:52 | 83:33 | 13:33 | 8:51 | 6:39 |
| 7:11 | 12:42 | 10:39 | 12:19 | 19:40 | 44:10 | 63:14 | 13:28 | 7:28 | 9:07 |
| 6:30 | 24:19 | 11:26 | 27:10 | 19:49 | 56:26 | 95:00 | 10:33 | 5:53 | 6:01 |
| 6:37 | 10:56 | 14:50 | 20:07 | 11:26 | 56:42 | 85:44 | 5:10 | 8:33 | 9:14 |
| 7:30 | 27:14 | 13:11 | 12:06 | 13:58 | 31:53 | 65:14 | 9:52 | 5:03 | 9:27 |
| 9:10 | 10:02 | 8:03 | 17:40 | 14:06 | 55:26 | 65:52 | 7:14 | 6:25 | 5:02 |
| 9:57 | 24:09 | 11:53 | 24:58 | 17:32 | 53:26 | 107:29 | 40:05 | 7:45 | 9:13 |
| 6:18 | 14:01 | 13:43 | 27:39 | 16:28 | 33:55 | 107:10 | 12:06 | 8:05 | 9:42 |
| 5:35 | 12:11 | 14:15 | 16:36 | 14:00 | 38:21 | 72:09 | 9:52 | 9:17 | 5:16 |
| 7:26 | 29:33 | 7:36 | 23:17 | 13:15 | 59:22 | 92:24 | 11:42 | 8:37 | 6:58 |
| 5:44 | 28:14 | 14:05 | 29:37 | 12:00 | 54:56 | 85:47 | 6:01 | 7:47 | 5:49 |
| 8:12 | 11:39 | 7:59 | 14:55 | 13:29 | 44:27 | 115:08 | 13:27 | 9:12 | 9:56 |
| 9:32 | 16:24 | 8:48 | 15:19 | 14:58 | 58:15 | 98:43 | 13:29 | 6:54 | 5:42 |
| 7:11 | 23:30 | 13:49 | 23:35 | 15:45 | 51:03 | 85:23 | 8:32 | 7:42 | 8:24 |
| 9:03 | 15:18 | 14:33 | 29:12 | 16:45 | 53:45 | 66:49 | 5:33 | 8:36 | 7:42 |
| 8:46 | 23:49 | 7:10 | 25:12 | 13:55 | 31:22 | 68:49 | 5:23 | 6:35 | 7:16 |
| 31:45 | 18:35 | 5:15 | 22:40 | 19:09 | 42:22 | 107:19 | 11:40 | 7:15 | 6:38 |
| 8:45 | 12:13 | 8:47 | 14:28 | 11:05 | 38:58 | 63:24 | 14:07 | 9:55 | 8:54 |
| 5:26 | 29:03 | 10:38 | 16:56 | 15:36 | 45:59 | 93:34 | 12:32 | 8:57 | 5:00 |
| 7:54 | 80:02 | 13:15 | 25:04 | 13:40 | 58:22 | 82:52 | 12:44 | 9:02 | 7:30 |
| 6:11 | 12:39 | 12:25 | 12:51 | 10:02 | 47:31 | 97:19 | 10:21 | 7:50 | 6:24 |
| 6:43 | 26:59 | 10:57 | 25:56 | 14:48 | 46:33 | 89:33 | 8:34 | 6:54 | 9:10 |
| 8:29 | 14:52 | 6:17 | 22:57 | 14:03 | 48:48 | 116:54 | 14:25 | 8:19 | 7:37 |
| 7:19 | 27:30 | 11:06 | 21:07 | 18:28 | 33:06 | 98:00 | 13:50 | 9:04 | 9:52 |
| 9:28 | 15:35 | 6:01 | 21:15 | 16:58 | 54:16 | 98:15 | 6:04 | 5:47 | 7:57 |
| 5:05 | 26:23 | 8:36 | 22:20 | 17:11 | 36:35 | 107:55 | 10:03 | 9:13 | 7:35 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2^a Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------|
| 5:45 | 10:31 | 13:30 | 27:30 | 17:30 | 50:30 | 65:56 | 14:14 | 9:56 | 9:58 |
| 5:14 | 12:24 | 6:27 | 28:19 | 17:52 | 49:48 | 84:38 | 13:30 | 7:06 | 8:23 |
| 6:16 | 20:27 | 9:23 | 23:40 | 15:12 | 54:31 | 77:10 | 13:30 | 9:53 | 9:58 |

Fonte: Autoria própria (2024).

APÊNDICE B – Dados Processo Descarga (Minutos)

Tabela 4 – Dados em minutos do processo (Descarga)

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 6:55 | 10:10 | 5:33 | 16:54 | 31:48 | 6:13 | 6:50 |
| 6:21 | 10:23 | 5:26 | 26:14 | 21:10 | 9:25 | 6:34 |
| 7:31 | 10:50 | 9:30 | 22:18 | 44:33 | 7:24 | 9:54 |
| 7:10 | 18:29 | 10:13 | 16:05 | 36:25 | 7:49 | 8:39 |
| 9:19 | 24:01 | 14:54 | 14:59 | 24:37 | 9:46 | 7:09 |
| 9:38 | 16:02 | 11:43 | 25:56 | 20:30 | 9:07 | 7:06 |
| 9:29 | 18:51 | 5:49 | 25:26 | 44:34 | 7:26 | 5:18 |
| 9:52 | 24:50 | 14:26 | 20:02 | 21:33 | 7:00 | 9:23 |
| 8:32 | 18:24 | 13:17 | 20:33 | 24:32 | 8:43 | 6:26 |
| 8:57 | 13:28 | 14:44 | 27:53 | 23:45 | 8:44 | 8:51 |
| 6:20 | 19:40 | 12:21 | 21:24 | 38:52 | 9:24 | 9:17 |
| 7:03 | 24:09 | 5:12 | 17:18 | 44:48 | 6:07 | 9:06 |
| 7:44 | 28:35 | 6:09 | 29:13 | 22:15 | 8:51 | 9:01 |
| 6:11 | 18:36 | 6:53 | 13:58 | 44:44 | 5:00 | 7:15 |
| 9:52 | 10:44 | 11:36 | 89:59 | 18:05 | 9:37 | 8:45 |
| 9:51 | 22:02 | 9:18 | 25:50 | 15:33 | 5:57 | 6:52 |
| 5:55 | 14:55 | 12:19 | 24:12 | 33:20 | 7:28 | 5:18 |
| 6:52 | 26:16 | 14:58 | 22:41 | 43:53 | 9:29 | 7:31 |
| 9:50 | 27:36 | 12:24 | 12:59 | 21:57 | 5:48 | 5:22 |
| 5:15 | 23:24 | 11:27 | 26:24 | 24:28 | 7:16 | 8:25 |
| 5:22 | 18:59 | 7:53 | 17:39 | 44:16 | 6:52 | 6:45 |
| 8:16 | 26:42 | 7:11 | 12:20 | 26:39 | 9:42 | 6:49 |
| 5:37 | 25:54 | 7:22 | 21:01 | 34:37 | 8:34 | 9:16 |
| 7:51 | 26:47 | 6:26 | 16:25 | 17:50 | 8:07 | 5:00 |
| 6:57 | 15:40 | 8:51 | 17:08 | 30:59 | 5:08 | 6:14 |
| 8:05 | 20:39 | 12:10 | 26:45 | 37:45 | 8:19 | 9:00 |
| 9:21 | 15:33 | 7:27 | 18:30 | 33:58 | 5:00 | 7:59 |
| 9:00 | 13:33 | 7:03 | 14:50 | 29:19 | 5:31 | 5:52 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 9:34 | 24:58 | 6:17 | 23:41 | 42:20 | 5:11 | 21:21 |
| 5:19 | 29:35 | 12:37 | 24:26 | 44:30 | 8:34 | 5:06 |
| 5:38 | 24:03 | 14:18 | 21:57 | 23:56 | 7:22 | 5:21 |
| 7:38 | 23:04 | 8:34 | 19:42 | 40:37 | 5:35 | 7:32 |
| 8:08 | 22:51 | 9:14 | 15:35 | 19:17 | 5:37 | 5:54 |
| 6:50 | 20:02 | 6:14 | 29:04 | 29:34 | 7:06 | 6:53 |
| 6:45 | 24:33 | 11:10 | 14:31 | 39:13 | 6:56 | 6:10 |
| 9:18 | 23:49 | 8:55 | 22:14 | 31:40 | 5:21 | 5:54 |
| 8:47 | 11:48 | 13:30 | 13:38 | 23:29 | 7:44 | 5:34 |
| 8:05 | 11:07 | 13:51 | 17:39 | 42:14 | 7:32 | 8:46 |
| 7:11 | 26:09 | 9:27 | 22:12 | 16:54 | 5:58 | 9:59 |
| 9:54 | 15:00 | 13:23 | 27:54 | 16:18 | 9:07 | 6:47 |
| 5:35 | 13:13 | 8:32 | 20:46 | 15:18 | 7:48 | 5:02 |
| 5:30 | 26:45 | 13:54 | 25:59 | 20:02 | 29:57 | 9:55 |
| 7:30 | 26:50 | 13:08 | 28:19 | 15:29 | 5:46 | 7:40 |
| 8:01 | 29:52 | 7:21 | 26:08 | 17:25 | 9:06 | 9:23 |
| 9:37 | 14:41 | 11:53 | 24:23 | 41:22 | 7:09 | 7:54 |
| 5:32 | 29:11 | 6:32 | 19:01 | 17:42 | 5:27 | 7:32 |
| 9:06 | 22:29 | 5:44 | 28:11 | 35:39 | 7:39 | 7:32 |
| 8:31 | 11:26 | 12:01 | 15:26 | 29:46 | 7:47 | 5:25 |
| 6:50 | 29:50 | 8:31 | 28:07 | 22:46 | 8:53 | 5:15 |
| 6:31 | 24:14 | 37:40 | 28:32 | 30:40 | 9:28 | 6:26 |
| 7:07 | 20:48 | 8:25 | 21:28 | 15:52 | 5:59 | 7:54 |
| 6:47 | 24:05 | 10:12 | 27:29 | 34:50 | 7:49 | 7:03 |
| 7:19 | 26:14 | 13:06 | 20:23 | 21:59 | 7:13 | 6:32 |
| 7:04 | 29:38 | 8:13 | 11:49 | 38:19 | 5:19 | 9:08 |
| 6:36 | 18:31 | 9:30 | 15:21 | 33:21 | 7:06 | 9:28 |
| 5:31 | 25:43 | 6:00 | 10:36 | 24:35 | 5:54 | 7:29 |
| 9:57 | 14:42 | 14:23 | 20:58 | 38:30 | 7:55 | 7:20 |
| 6:32 | 15:49 | 10:15 | 18:35 | 42:38 | 5:27 | 6:00 |
| 5:47 | 19:42 | 5:12 | 28:23 | 25:55 | 9:56 | 7:45 |
| 8:33 | 24:11 | 6:21 | 13:05 | 36:51 | 6:22 | 9:48 |
| 9:26 | 18:57 | 8:19 | 25:04 | 44:52 | 5:38 | 9:28 |
| 5:35 | 28:17 | 10:15 | 28:45 | 23:45 | 6:52 | 9:51 |
| 6:22 | 24:32 | 5:45 | 18:27 | 25:08 | 9:53 | 9:04 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 6:59 | 26:23 | 13:29 | 20:35 | 31:13 | 5:52 | 9:43 |
| 9:27 | 27:59 | 12:59 | 22:27 | 38:48 | 5:34 | 9:29 |
| 6:57 | 18:01 | 5:05 | 29:57 | 44:16 | 5:15 | 9:24 |
| 6:23 | 26:22 | 8:41 | 20:44 | 24:34 | 5:32 | 5:20 |
| 5:23 | 14:09 | 10:00 | 14:40 | 25:46 | 8:16 | 5:56 |
| 5:08 | 26:15 | 7:04 | 24:37 | 29:59 | 8:51 | 6:55 |
| 29:55 | 23:15 | 9:19 | 15:04 | 21:32 | 28:28 | 8:34 |
| 9:51 | 23:24 | 11:51 | 18:43 | 30:54 | 7:13 | 6:02 |
| 6:40 | 12:59 | 5:05 | 27:27 | 31:50 | 8:34 | 5:23 |
| 5:31 | 29:42 | 14:14 | 26:13 | 15:22 | 9:45 | 7:09 |
| 5:48 | 13:51 | 10:20 | 13:19 | 30:05 | 9:49 | 6:24 |
| 6:55 | 20:59 | 10:55 | 26:56 | 34:52 | 6:52 | 7:25 |
| 8:43 | 18:39 | 12:42 | 25:09 | 40:44 | 7:40 | 8:12 |
| 8:46 | 16:06 | 14:38 | 16:14 | 37:18 | 7:26 | 9:53 |
| 5:00 | 24:00 | 9:59 | 18:17 | 27:40 | 6:07 | 5:48 |
| 7:21 | 29:04 | 6:20 | 17:12 | 24:01 | 7:06 | 7:26 |
| 6:43 | 89:38 | 14:38 | 27:50 | 20:00 | 7:21 | 7:51 |
| 6:09 | 19:23 | 6:37 | 22:01 | 35:34 | 8:15 | 5:22 |
| 6:39 | 28:32 | 5:54 | 17:31 | 39:00 | 6:29 | 9:45 |
| 7:10 | 27:28 | 6:06 | 13:30 | 43:57 | 6:58 | 9:17 |
| 5:54 | 11:38 | 9:15 | 29:32 | 20:34 | 7:25 | 7:36 |
| 6:46 | 20:41 | 11:17 | 24:55 | 24:25 | 8:59 | 5:45 |
| 7:20 | 17:58 | 10:05 | 23:02 | 26:18 | 9:33 | 8:35 |
| 9:58 | 26:35 | 8:35 | 11:01 | 30:42 | 5:20 | 8:08 |
| 6:55 | 22:30 | 7:48 | 25:58 | 134:39 | 7:37 | 8:29 |
| 8:15 | 10:36 | 11:48 | 16:37 | 35:05 | 7:34 | 5:09 |
| 9:15 | 16:35 | 13:01 | 22:42 | 22:50 | 8:51 | 9:08 |
| 7:25 | 24:53 | 5:58 | 13:34 | 23:44 | 6:36 | 6:50 |
| 8:17 | 13:35 | 7:59 | 11:45 | 40:43 | 7:25 | 9:30 |
| 5:50 | 18:44 | 12:47 | 17:44 | 24:21 | 7:42 | 6:11 |
| 8:14 | 16:44 | 6:14 | 24:09 | 31:06 | 9:59 | 7:45 |
| 5:49 | 12:25 | 6:21 | 14:22 | 42:11 | 9:15 | 5:09 |
| 9:09 | 19:34 | 6:06 | 15:13 | 15:53 | 8:20 | 7:50 |
| 5:21 | 17:49 | 5:58 | 24:36 | 17:13 | 6:09 | 6:54 |
| 6:39 | 25:53 | 10:19 | 22:37 | 37:37 | 8:54 | 7:46 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 8:39 | 15:08 | 6:22 | 20:54 | 25:41 | 5:55 | 7:07 |
| 7:14 | 16:01 | 13:34 | 11:51 | 19:01 | 5:07 | 9:56 |
| 8:51 | 74:07 | 11:24 | 18:16 | 23:34 | 6:06 | 9:58 |
| 6:56 | 19:19 | 9:04 | 10:23 | 23:49 | 7:51 | 29:57 |
| 9:31 | 21:56 | 6:09 | 17:16 | 32:46 | 6:36 | 9:42 |
| 6:43 | 28:05 | 9:20 | 14:48 | 22:38 | 5:12 | 7:40 |
| 9:39 | 29:02 | 13:51 | 25:31 | 20:49 | 5:30 | 7:04 |
| 8:02 | 22:17 | 8:13 | 29:59 | 24:13 | 5:19 | 7:54 |
| 9:45 | 21:07 | 6:43 | 18:04 | 44:34 | 9:58 | 7:00 |
| 5:56 | 13:47 | 5:57 | 21:53 | 40:52 | 9:03 | 9:41 |
| 5:09 | 20:29 | 9:21 | 25:13 | 16:57 | 6:06 | 8:51 |
| 9:41 | 12:49 | 44:54 | 10:13 | 35:46 | 9:58 | 7:07 |
| 7:04 | 10:26 | 10:59 | 29:27 | 26:14 | 6:51 | 5:31 |
| 9:21 | 27:08 | 10:17 | 13:14 | 28:01 | 6:43 | 5:29 |
| 7:30 | 10:04 | 9:45 | 27:44 | 23:08 | 9:22 | 6:06 |
| 8:09 | 17:58 | 5:30 | 25:11 | 35:17 | 5:20 | 7:49 |
| 9:21 | 18:28 | 11:37 | 15:59 | 22:29 | 5:01 | 9:09 |
| 5:41 | 18:05 | 7:45 | 22:05 | 21:57 | 7:28 | 7:56 |
| 7:01 | 26:28 | 7:16 | 27:28 | 44:52 | 5:04 | 5:26 |
| 9:52 | 23:53 | 7:08 | 12:59 | 16:30 | 7:33 | 5:09 |
| 8:01 | 18:02 | 8:41 | 20:00 | 28:02 | 9:23 | 9:47 |
| 9:57 | 25:25 | 8:11 | 25:11 | 33:55 | 5:46 | 7:25 |
| 8:13 | 27:19 | 5:33 | 66:15 | 115:29 | 7:27 | 8:45 |
| 7:23 | 25:35 | 13:33 | 26:04 | 25:08 | 6:30 | 9:12 |
| 9:04 | 22:00 | 6:04 | 15:28 | 43:00 | 7:51 | 9:57 |
| 5:29 | 11:53 | 6:36 | 12:16 | 25:28 | 9:45 | 7:48 |
| 7:59 | 29:06 | 5:58 | 19:36 | 22:04 | 9:46 | 9:18 |
| 7:24 | 28:08 | 8:15 | 20:07 | 21:41 | 7:48 | 6:03 |
| 5:11 | 18:41 | 6:02 | 25:01 | 37:25 | 8:17 | 5:04 |
| 7:34 | 27:41 | 8:31 | 20:41 | 23:17 | 8:55 | 8:28 |
| 7:30 | 26:25 | 6:32 | 16:52 | 32:47 | 6:29 | 7:30 |
| 5:55 | 29:22 | 8:40 | 15:45 | 33:23 | 7:52 | 5:13 |
| 8:47 | 29:19 | 5:56 | 13:15 | 43:43 | 5:16 | 8:20 |
| 8:35 | 27:57 | 11:47 | 27:26 | 37:36 | 9:54 | 5:31 |
| 8:55 | 28:21 | 13:54 | 25:54 | 29:16 | 5:46 | 6:18 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 9:48 | 27:45 | 12:59 | 17:36 | 27:03 | 6:21 | 7:20 |
| 5:18 | 24:02 | 9:09 | 25:23 | 37:38 | 6:09 | 6:05 |
| 8:27 | 22:04 | 11:04 | 18:15 | 15:51 | 9:41 | 8:16 |
| 7:17 | 22:55 | 7:44 | 13:37 | 15:46 | 8:27 | 9:08 |
| 8:26 | 16:05 | 5:05 | 18:35 | 41:07 | 6:50 | 9:00 |
| 7:36 | 14:04 | 7:41 | 12:58 | 25:36 | 8:20 | 6:38 |
| 9:41 | 23:36 | 5:36 | 26:04 | 40:24 | 9:28 | 9:30 |
| 5:02 | 10:49 | 10:10 | 19:39 | 15:19 | 8:01 | 9:31 |
| 8:32 | 19:24 | 10:12 | 17:26 | 35:45 | 7:16 | 9:57 |
| 6:24 | 10:06 | 7:26 | 14:32 | 33:50 | 5:20 | 7:55 |
| 9:41 | 21:06 | 10:02 | 23:06 | 35:07 | 9:51 | 6:58 |
| 8:30 | 12:20 | 9:51 | 25:54 | 30:48 | 6:45 | 7:37 |
| 8:47 | 27:31 | 12:40 | 10:26 | 35:33 | 7:32 | 7:50 |
| 7:42 | 28:15 | 14:30 | 11:17 | 33:16 | 7:45 | 7:09 |
| 6:08 | 25:22 | 14:21 | 28:19 | 23:04 | 6:41 | 6:21 |
| 31:05 | 22:41 | 5:10 | 16:59 | 44:16 | 5:49 | 7:45 |
| 9:13 | 15:21 | 14:36 | 13:11 | 24:26 | 6:35 | 8:48 |
| 5:43 | 29:30 | 8:51 | 20:23 | 21:02 | 6:54 | 9:55 |
| 7:05 | 28:08 | 7:51 | 29:43 | 17:00 | 7:21 | 9:41 |
| 8:43 | 24:47 | 8:57 | 22:15 | 18:12 | 7:08 | 6:00 |
| 8:08 | 29:07 | 7:24 | 24:28 | 15:13 | 7:23 | 9:44 |
| 8:49 | 24:29 | 9:54 | 17:52 | 28:59 | 7:56 | 7:40 |
| 7:25 | 20:47 | 10:55 | 22:00 | 33:41 | 7:06 | 7:54 |
| 8:10 | 18:09 | 5:10 | 28:13 | 32:19 | 9:35 | 5:42 |
| 8:41 | 20:48 | 7:43 | 17:59 | 37:47 | 8:30 | 7:04 |
| 8:59 | 24:35 | 13:25 | 16:56 | 33:58 | 9:10 | 7:58 |
| 5:30 | 16:06 | 13:18 | 22:24 | 23:57 | 8:57 | 8:13 |
| 6:46 | 11:16 | 6:44 | 27:02 | 39:54 | 7:49 | 5:04 |
| 6:30 | 15:43 | 10:52 | 11:38 | 15:51 | 6:05 | 5:25 |
| 7:15 | 10:37 | 7:37 | 13:06 | 24:51 | 7:47 | 6:00 |
| 6:17 | 20:01 | 11:11 | 23:57 | 22:15 | 8:54 | 9:43 |
| 9:25 | 15:23 | 12:44 | 25:54 | 32:41 | 5:12 | 7:08 |
| 8:26 | 17:50 | 10:42 | 25:41 | 20:33 | 8:15 | 7:22 |
| 7:42 | 27:57 | 6:47 | 12:30 | 22:37 | 6:39 | 7:04 |
| 5:06 | 28:46 | 12:19 | 21:11 | 37:43 | 8:57 | 9:25 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 8:21 | 28:35 | 14:51 | 28:12 | 33:37 | 8:05 | 5:36 |
| 5:55 | 11:47 | 13:17 | 12:13 | 42:27 | 8:09 | 9:22 |
| 9:26 | 20:26 | 9:38 | 16:44 | 29:09 | 6:35 | 6:41 |
| 9:11 | 13:10 | 9:46 | 18:06 | 37:21 | 8:28 | 7:57 |
| 7:24 | 14:07 | 9:13 | 18:17 | 41:29 | 9:06 | 9:04 |
| 9:24 | 14:54 | 10:20 | 15:22 | 42:55 | 9:25 | 5:05 |
| 9:50 | 19:40 | 13:49 | 23:24 | 41:52 | 7:08 | 8:22 |
| 8:20 | 14:38 | 10:48 | 27:52 | 16:33 | 8:46 | 9:41 |
| 5:57 | 10:00 | 9:17 | 21:05 | 24:12 | 8:07 | 8:04 |
| 6:38 | 29:15 | 8:10 | 28:24 | 36:36 | 7:03 | 6:03 |
| 6:26 | 14:20 | 7:41 | 23:09 | 26:47 | 9:02 | 8:50 |
| 6:25 | 17:42 | 8:26 | 20:57 | 43:37 | 8:30 | 7:47 |
| 6:32 | 10:25 | 5:59 | 12:50 | 29:20 | 9:12 | 7:09 |
| 7:21 | 13:13 | 10:59 | 27:05 | 17:43 | 8:26 | 6:11 |
| 6:47 | 26:53 | 13:11 | 13:10 | 36:43 | 6:45 | 6:15 |
| 6:19 | 14:47 | 7:24 | 10:45 | 21:25 | 6:01 | 6:05 |
| 5:26 | 26:48 | 8:40 | 20:18 | 24:43 | 9:33 | 7:43 |
| 8:13 | 10:08 | 5:50 | 29:01 | 22:34 | 6:31 | 9:56 |
| 9:06 | 24:12 | 11:34 | 16:17 | 33:10 | 6:31 | 9:18 |
| 7:49 | 18:03 | 14:43 | 24:04 | 36:09 | 5:11 | 5:33 |
| 7:18 | 23:14 | 6:56 | 14:16 | 17:58 | 5:14 | 5:24 |
| 9:31 | 23:39 | 8:49 | 20:09 | 31:08 | 5:28 | 6:39 |
| 9:11 | 17:50 | 6:38 | 23:12 | 28:34 | 7:54 | 5:23 |
| 7:07 | 11:57 | 11:46 | 24:43 | 16:24 | 6:01 | 9:07 |
| 7:30 | 26:42 | 14:13 | 25:26 | 36:54 | 9:45 | 5:03 |
| 9:24 | 27:24 | 11:28 | 20:11 | 26:57 | 9:58 | 6:05 |
| 5:05 | 18:04 | 12:52 | 29:55 | 23:20 | 8:49 | 5:16 |
| 8:04 | 22:23 | 12:15 | 26:30 | 31:07 | 9:18 | 9:16 |
| 9:15 | 13:25 | 8:33 | 17:59 | 31:12 | 6:50 | 5:37 |
| 5:52 | 23:13 | 14:18 | 12:24 | 27:27 | 8:45 | 7:34 |
| 8:15 | 19:54 | 8:50 | 25:31 | 29:46 | 6:40 | 6:15 |
| 7:27 | 18:07 | 7:53 | 14:13 | 37:19 | 5:09 | 6:40 |

Fonte: Autoria própria (2024).

APÊNDICE C – Dados Processo Carga (Decimal)

Tabela 5 – Dados em decimais do processo (Carga)

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 6,09 | 16,68 | 7,68 | 26,10 | 10,84 | 37,41 | 76,59 | 7,29 | 7,61 | 9,51 |
| 5,85 | 11,34 | 14,49 | 26,03 | 17,16 | 49,34 | 94,45 | 6,07 | 9,22 | 7,61 |
| 5,99 | 10,02 | 10,87 | 28,07 | 10,11 | 58,04 | 92,23 | 44,85 | 9,91 | 9,82 |
| 6,26 | 29,25 | 6,31 | 25,63 | 10,63 | 44,84 | 76,31 | 11,12 | 7,65 | 9,22 |
| 9,63 | 14,83 | 10,24 | 12,86 | 18,09 | 43,58 | 80,91 | 7,25 | 7,08 | 5,09 |
| 6,40 | 28,37 | 11,23 | 26,57 | 19,45 | 36,18 | 91,26 | 11,95 | 6,92 | 9,35 |
| 8,08 | 26,12 | 13,50 | 12,20 | 15,68 | 40,85 | 85,73 | 11,44 | 7,69 | 8,52 |
| 6,85 | 19,08 | 11,10 | 27,26 | 13,44 | 59,13 | 75,08 | 5,45 | 9,64 | 7,04 |
| 7,00 | 11,52 | 5,37 | 23,99 | 17,60 | 40,04 | 81,80 | 10,56 | 5,88 | 8,89 |
| 6,90 | 20,26 | 13,41 | 18,29 | 10,38 | 58,08 | 109,37 | 12,89 | 9,32 | 5,13 |
| 5,42 | 22,47 | 5,28 | 14,71 | 19,45 | 35,20 | 69,32 | 12,66 | 7,10 | 5,92 |
| 7,09 | 14,89 | 10,56 | 11,88 | 19,09 | 45,56 | 71,67 | 10,39 | 6,13 | 8,77 |
| 8,28 | 15,87 | 14,17 | 15,77 | 10,46 | 44,94 | 87,82 | 14,86 | 9,09 | 7,89 |
| 9,87 | 21,93 | 9,95 | 10,66 | 10,92 | 54,78 | 83,85 | 6,60 | 5,28 | 5,00 |
| 6,62 | 13,37 | 10,23 | 19,69 | 12,08 | 56,23 | 92,52 | 5,83 | 7,24 | 7,64 |
| 6,59 | 16,65 | 8,91 | 25,09 | 16,57 | 43,74 | 65,91 | 5,67 | 7,09 | 6,43 |
| 9,45 | 10,45 | 6,11 | 26,53 | 11,76 | 56,68 | 101,24 | 7,20 | 7,87 | 8,88 |
| 7,97 | 11,17 | 13,81 | 17,77 | 14,28 | 54,16 | 65,07 | 14,37 | 8,87 | 5,21 |
| 9,51 | 25,95 | 12,52 | 29,67 | 14,63 | 39,29 | 68,50 | 12,20 | 8,60 | 5,35 |
| 7,83 | 17,56 | 7,79 | 24,31 | 16,18 | 55,75 | 82,21 | 9,29 | 9,71 | 6,40 |
| 5,78 | 11,38 | 9,77 | 15,19 | 14,84 | 40,39 | 82,33 | 7,60 | 7,20 | 9,66 |
| 5,45 | 17,63 | 14,57 | 25,80 | 14,89 | 55,18 | 116,06 | 10,63 | 5,08 | 5,56 |
| 7,36 | 15,51 | 5,36 | 22,38 | 19,51 | 37,77 | 114,83 | 14,78 | 5,86 | 9,41 |
| 6,17 | 19,89 | 10,98 | 19,53 | 17,31 | 35,78 | 104,83 | 14,06 | 9,68 | 5,46 |
| 8,49 | 24,08 | 13,42 | 89,02 | 13,68 | 54,24 | 114,00 | 13,09 | 9,61 | 5,66 |
| 6,27 | 17,31 | 9,94 | 18,78 | 15,70 | 44,22 | 97,73 | 7,27 | 9,18 | 6,86 |
| 8,37 | 11,01 | 11,11 | 19,63 | 17,40 | 30,72 | 72,15 | 6,16 | 7,05 | 9,65 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 6,68 | 14,93 | 10,49 | 17,45 | 17,40 | 32,91 | 60,10 | 9,05 | 9,04 | 9,36 |
| 8,33 | 16,65 | 7,29 | 25,09 | 12,08 | 51,44 | 108,65 | 10,50 | 7,55 | 6,56 |
| 6,81 | 13,08 | 6,21 | 20,62 | 17,46 | 35,30 | 76,07 | 14,89 | 7,92 | 6,93 |
| 8,47 | 27,73 | 5,82 | 28,40 | 10,45 | 49,39 | 95,92 | 8,31 | 7,84 | 9,44 |
| 7,57 | 13,45 | 8,28 | 26,06 | 17,61 | 45,87 | 73,20 | 8,12 | 7,36 | 9,39 |
| 6,43 | 26,99 | 10,81 | 25,64 | 59,88 | 58,36 | 92,86 | 12,45 | 7,00 | 5,07 |
| 5,72 | 16,48 | 14,48 | 20,25 | 16,14 | 49,42 | 86,07 | 8,62 | 9,89 | 8,03 |
| 9,30 | 13,13 | 14,18 | 12,67 | 10,49 | 37,84 | 101,82 | 14,21 | 6,07 | 6,88 |
| 7,24 | 18,57 | 13,28 | 21,48 | 10,29 | 32,68 | 78,29 | 5,60 | 5,88 | 5,81 |
| 7,96 | 18,81 | 14,03 | 20,30 | 12,30 | 30,82 | 98,55 | 13,84 | 27,14 | 7,43 |
| 8,21 | 89,04 | 11,96 | 22,72 | 15,40 | 47,41 | 64,19 | 14,95 | 7,81 | 9,70 |
| 5,16 | 18,81 | 6,08 | 28,62 | 10,95 | 33,27 | 104,72 | 9,93 | 7,97 | 9,98 |
| 5,06 | 15,19 | 6,22 | 14,51 | 18,22 | 32,44 | 100,93 | 6,57 | 5,33 | 8,27 |
| 8,43 | 25,94 | 12,36 | 25,87 | 18,27 | 56,50 | 109,20 | 6,36 | 7,13 | 7,67 |
| 8,34 | 21,39 | 14,23 | 24,16 | 13,49 | 45,76 | 73,97 | 12,27 | 29,83 | 7,75 |
| 5,99 | 18,66 | 7,02 | 12,01 | 11,50 | 36,02 | 89,16 | 5,68 | 5,81 | 8,72 |
| 6,85 | 12,28 | 8,21 | 24,73 | 16,93 | 40,29 | 64,51 | 10,83 | 7,81 | 5,07 |
| 6,48 | 11,02 | 13,24 | 28,61 | 17,87 | 41,49 | 73,31 | 10,33 | 8,54 | 7,48 |
| 7,07 | 11,51 | 6,72 | 14,72 | 15,36 | 179,86 | 62,90 | 7,74 | 7,22 | 6,16 |
| 6,38 | 12,07 | 7,89 | 10,96 | 10,55 | 49,54 | 75,31 | 9,81 | 6,59 | 5,57 |
| 5,78 | 15,66 | 5,55 | 28,64 | 11,41 | 31,85 | 74,45 | 6,33 | 8,53 | 5,89 |
| 7,28 | 23,57 | 11,52 | 75,41 | 18,30 | 44,97 | 61,18 | 5,24 | 5,40 | 8,89 |
| 7,98 | 10,18 | 14,13 | 14,20 | 10,83 | 48,93 | 79,67 | 5,55 | 9,82 | 7,56 |
| 9,01 | 29,68 | 13,72 | 20,48 | 16,27 | 50,10 | 111,65 | 13,85 | 5,97 | 7,94 |
| 6,47 | 11,04 | 5,26 | 14,41 | 14,39 | 39,49 | 114,05 | 11,01 | 9,63 | 7,90 |
| 6,94 | 15,95 | 13,03 | 13,94 | 18,97 | 59,19 | 85,71 | 10,60 | 5,69 | 9,92 |
| 7,14 | 14,08 | 9,59 | 22,36 | 15,86 | 48,45 | 62,76 | 5,04 | 8,61 | 7,02 |
| 9,02 | 15,99 | 7,91 | 13,35 | 13,11 | 41,09 | 74,47 | 12,43 | 8,10 | 5,06 |
| 7,41 | 24,07 | 6,77 | 20,44 | 17,06 | 34,44 | 69,12 | 12,27 | 8,81 | 8,10 |
| 6,08 | 18,85 | 11,94 | 29,07 | 19,96 | 52,81 | 70,71 | 8,72 | 9,42 | 6,68 |
| 6,75 | 22,41 | 7,42 | 29,44 | 16,13 | 49,46 | 91,67 | 10,65 | 5,64 | 8,09 |
| 9,73 | 22,67 | 9,34 | 15,57 | 12,27 | 59,77 | 110,75 | 11,33 | 6,54 | 7,72 |
| 5,21 | 27,89 | 6,61 | 14,19 | 13,94 | 36,19 | 108,08 | 11,55 | 6,23 | 5,13 |
| 8,79 | 25,80 | 8,81 | 27,96 | 15,56 | 46,03 | 113,86 | 10,82 | 8,13 | 6,30 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 6,94 | 23,07 | 5,43 | 10,10 | 13,81 | 40,13 | 99,70 | 12,61 | 6,50 | 6,00 |
| 7,25 | 23,41 | 6,68 | 23,27 | 13,22 | 41,03 | 72,06 | 10,18 | 8,52 | 8,92 |
| 6,04 | 19,90 | 7,56 | 13,39 | 19,59 | 38,76 | 99,10 | 10,18 | 5,03 | 7,71 |
| 7,45 | 21,85 | 10,47 | 15,36 | 11,45 | 52,08 | 86,57 | 8,67 | 9,51 | 9,33 |
| 6,40 | 28,66 | 14,84 | 11,87 | 13,07 | 44,44 | 76,87 | 9,92 | 7,12 | 6,36 |
| 7,66 | 12,45 | 10,46 | 13,40 | 10,01 | 59,05 | 105,04 | 6,49 | 9,52 | 5,70 |
| 9,39 | 27,33 | 8,15 | 27,65 | 17,50 | 37,48 | 72,78 | 11,68 | 9,23 | 7,47 |
| 5,24 | 22,18 | 8,92 | 16,22 | 18,57 | 49,19 | 93,26 | 8,74 | 7,54 | 9,52 |
| 6,57 | 16,31 | 12,87 | 26,30 | 12,36 | 32,47 | 104,66 | 8,63 | 8,01 | 6,20 |
| 9,67 | 18,68 | 10,01 | 19,64 | 17,42 | 35,61 | 72,11 | 9,57 | 6,02 | 9,76 |
| 8,45 | 29,26 | 12,53 | 13,37 | 13,88 | 52,55 | 98,43 | 12,52 | 8,10 | 7,43 |
| 7,47 | 19,57 | 6,00 | 22,05 | 11,81 | 41,80 | 118,08 | 10,08 | 6,34 | 26,78 |
| 6,66 | 23,77 | 14,03 | 18,62 | 16,03 | 41,35 | 79,39 | 9,35 | 5,03 | 9,15 |
| 9,01 | 28,66 | 6,99 | 21,23 | 12,63 | 30,90 | 115,23 | 13,69 | 9,70 | 9,33 |
| 7,20 | 26,56 | 10,62 | 29,27 | 19,15 | 47,81 | 72,69 | 12,64 | 6,32 | 7,40 |
| 8,03 | 17,88 | 8,37 | 11,41 | 13,34 | 35,82 | 87,91 | 13,93 | 5,36 | 9,11 |
| 5,37 | 28,75 | 6,83 | 22,17 | 17,17 | 57,84 | 294,48 | 5,89 | 8,46 | 9,79 |
| 7,49 | 17,37 | 7,49 | 16,93 | 11,57 | 32,58 | 95,42 | 6,79 | 9,71 | 9,15 |
| 6,12 | 20,21 | 7,08 | 15,12 | 16,41 | 43,00 | 85,02 | 12,74 | 6,56 | 9,45 |
| 7,49 | 17,20 | 14,78 | 24,78 | 19,31 | 56,62 | 72,10 | 7,66 | 5,45 | 8,19 |
| 8,76 | 22,66 | 8,47 | 18,26 | 14,63 | 54,02 | 103,96 | 6,64 | 5,61 | 6,31 |
| 5,60 | 15,03 | 14,56 | 22,51 | 11,52 | 44,46 | 107,19 | 5,63 | 5,45 | 6,68 |
| 9,45 | 19,41 | 14,31 | 29,45 | 11,65 | 55,11 | 104,57 | 12,94 | 9,26 | 5,41 |
| 6,73 | 27,53 | 10,94 | 15,90 | 18,99 | 43,01 | 60,97 | 13,63 | 7,68 | 6,38 |
| 6,66 | 18,19 | 11,84 | 26,73 | 14,82 | 39,21 | 88,58 | 12,10 | 5,52 | 6,30 |
| 7,29 | 23,85 | 9,22 | 14,38 | 19,28 | 52,96 | 116,02 | 8,06 | 5,99 | 5,18 |
| 8,59 | 18,81 | 8,09 | 16,86 | 11,39 | 55,22 | 85,78 | 7,31 | 5,25 | 8,78 |
| 7,23 | 22,99 | 13,75 | 25,40 | 17,76 | 32,75 | 76,13 | 10,16 | 8,24 | 5,84 |
| 8,03 | 14,50 | 6,93 | 18,32 | 19,75 | 35,09 | 90,73 | 8,69 | 9,60 | 6,22 |
| 9,28 | 14,60 | 13,12 | 18,52 | 10,84 | 33,38 | 60,73 | 13,58 | 8,10 | 5,18 |
| 8,52 | 27,75 | 8,54 | 22,27 | 17,06 | 54,05 | 67,93 | 13,20 | 9,37 | 9,11 |
| 9,83 | 12,11 | 6,81 | 23,25 | 13,38 | 44,24 | 101,24 | 5,35 | 8,09 | 8,29 |
| 5,43 | 28,49 | 44,99 | 25,97 | 16,52 | 36,30 | 111,71 | 11,77 | 9,66 | 7,71 |
| 6,53 | 25,25 | 13,27 | 24,83 | 18,35 | 59,48 | 118,26 | 14,01 | 8,32 | 8,19 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 7,18 | 19,26 | 7,02 | 16,24 | 16,28 | 54,05 | 104,61 | 11,93 | 5,47 | 7,67 |
| 6,70 | 10,83 | 14,26 | 28,99 | 17,18 | 58,82 | 60,38 | 13,76 | 5,09 | 8,11 |
| 8,09 | 19,06 | 8,40 | 26,01 | 14,44 | 54,91 | 115,37 | 9,48 | 5,11 | 9,08 |
| 7,66 | 18,85 | 10,64 | 10,58 | 11,81 | 51,56 | 359,53 | 7,34 | 8,66 | 9,99 |
| 5,48 | 21,91 | 10,31 | 25,81 | 13,01 | 58,46 | 62,62 | 6,93 | 7,93 | 7,19 |
| 7,02 | 16,01 | 8,60 | 18,34 | 12,82 | 58,94 | 89,06 | 8,81 | 7,26 | 6,42 |
| 6,13 | 27,88 | 12,35 | 11,30 | 16,90 | 34,43 | 94,39 | 12,61 | 9,73 | 5,65 |
| 8,99 | 24,96 | 10,92 | 17,64 | 11,34 | 40,71 | 93,16 | 12,52 | 6,19 | 8,17 |
| 7,27 | 27,66 | 9,08 | 23,65 | 10,46 | 36,43 | 114,65 | 8,59 | 7,42 | 8,69 |
| 6,12 | 16,80 | 8,43 | 12,37 | 14,55 | 148,24 | 86,26 | 5,03 | 9,20 | 8,22 |
| 5,26 | 24,19 | 41,36 | 27,59 | 15,94 | 54,56 | 74,45 | 14,46 | 8,45 | 5,34 |
| 6,30 | 11,21 | 9,88 | 24,68 | 13,87 | 59,87 | 91,54 | 10,25 | 6,37 | 5,12 |
| 5,07 | 11,81 | 9,70 | 19,81 | 14,46 | 48,94 | 90,62 | 10,55 | 8,22 | 8,63 |
| 5,43 | 14,56 | 11,23 | 21,78 | 15,87 | 52,94 | 96,13 | 5,08 | 6,33 | 5,00 |
| 5,65 | 29,64 | 9,83 | 17,84 | 15,74 | 44,58 | 76,68 | 5,07 | 5,63 | 8,69 |
| 29,97 | 13,07 | 12,88 | 15,75 | 11,33 | 37,79 | 77,35 | 14,12 | 5,57 | 5,65 |
| 6,64 | 27,71 | 10,55 | 15,97 | 17,55 | 56,28 | 79,84 | 7,95 | 8,84 | 5,88 |
| 7,54 | 23,57 | 9,38 | 28,81 | 19,78 | 32,82 | 106,18 | 6,47 | 8,99 | 7,31 |
| 5,41 | 17,14 | 7,43 | 29,43 | 16,51 | 59,40 | 99,14 | 11,49 | 7,30 | 7,46 |
| 9,43 | 22,62 | 6,53 | 24,74 | 13,78 | 39,59 | 89,71 | 12,31 | 8,24 | 6,43 |
| 7,82 | 24,72 | 8,07 | 18,30 | 14,23 | 33,73 | 67,88 | 7,02 | 9,19 | 6,62 |
| 5,70 | 29,18 | 12,95 | 23,74 | 12,26 | 43,37 | 85,28 | 6,02 | 7,20 | 8,95 |
| 5,74 | 18,18 | 10,36 | 26,59 | 10,99 | 38,73 | 114,52 | 9,43 | 7,07 | 9,77 |
| 8,39 | 13,71 | 12,62 | 23,73 | 47,23 | 54,38 | 83,20 | 10,25 | 7,70 | 7,10 |
| 9,99 | 16,78 | 11,34 | 11,67 | 14,98 | 33,02 | 87,49 | 7,79 | 7,32 | 5,69 |
| 7,23 | 23,11 | 14,24 | 12,96 | 18,25 | 40,46 | 66,13 | 8,29 | 6,74 | 7,06 |
| 7,16 | 28,49 | 14,40 | 24,22 | 15,59 | 50,40 | 98,64 | 5,96 | 5,70 | 5,44 |
| 6,95 | 15,28 | 11,16 | 11,71 | 16,64 | 49,89 | 107,12 | 9,81 | 8,34 | 5,62 |
| 5,15 | 26,61 | 5,53 | 16,04 | 15,95 | 43,27 | 88,89 | 11,78 | 8,59 | 9,35 |
| 9,46 | 27,37 | 5,31 | 15,94 | 10,64 | 53,66 | 118,63 | 6,41 | 5,58 | 6,42 |
| 9,02 | 12,24 | 15,00 | 28,31 | 16,57 | 58,93 | 79,76 | 11,36 | 7,15 | 6,00 |
| 5,81 | 20,78 | 7,02 | 24,88 | 15,62 | 41,57 | 77,06 | 13,81 | 7,33 | 8,63 |
| 9,12 | 15,08 | 7,40 | 29,51 | 16,54 | 51,84 | 65,59 | 7,25 | 5,52 | 8,25 |
| 6,22 | 17,46 | 14,63 | 29,25 | 17,32 | 51,51 | 115,80 | 14,02 | 5,93 | 9,50 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 6,47 | 19,49 | 12,61 | 10,76 | 15,08 | 46,94 | 86,38 | 9,12 | 8,42 | 6,50 |
| 8,21 | 19,40 | 8,03 | 24,49 | 17,42 | 34,54 | 80,52 | 12,13 | 6,56 | 8,69 |
| 5,09 | 18,57 | 14,68 | 21,90 | 10,50 | 39,71 | 89,59 | 9,28 | 8,62 | 29,98 |
| 6,64 | 21,30 | 5,21 | 18,30 | 16,82 | 58,32 | 86,01 | 6,11 | 9,91 | 8,35 |
| 7,49 | 26,11 | 13,45 | 25,24 | 17,16 | 44,51 | 93,93 | 5,00 | 5,35 | 7,49 |
| 7,85 | 29,43 | 12,49 | 15,13 | 10,67 | 59,93 | 116,39 | 14,75 | 6,53 | 7,54 |
| 7,60 | 28,56 | 6,45 | 22,70 | 18,01 | 38,88 | 69,47 | 6,87 | 7,77 | 5,53 |
| 6,80 | 26,75 | 8,24 | 13,75 | 17,87 | 45,06 | 72,55 | 8,23 | 8,13 | 5,40 |
| 5,36 | 13,74 | 6,82 | 15,35 | 13,14 | 56,70 | 118,68 | 11,18 | 7,35 | 6,07 |
| 8,03 | 27,89 | 10,85 | 22,77 | 16,09 | 51,36 | 73,95 | 6,63 | 9,88 | 7,17 |
| 7,95 | 28,19 | 9,94 | 26,68 | 17,74 | 34,19 | 99,02 | 12,51 | 5,00 | 9,82 |
| 8,34 | 23,99 | 13,21 | 23,58 | 10,60 | 33,00 | 82,86 | 6,82 | 7,71 | 6,10 |
| 9,21 | 21,13 | 6,19 | 22,55 | 14,30 | 42,91 | 97,07 | 11,07 | 6,70 | 6,31 |
| 7,82 | 19,54 | 8,15 | 11,88 | 17,59 | 53,47 | 60,11 | 14,74 | 5,02 | 6,86 |
| 6,11 | 25,03 | 12,00 | 17,17 | 12,09 | 33,06 | 66,24 | 9,31 | 8,38 | 9,76 |
| 6,40 | 18,28 | 8,47 | 10,89 | 13,41 | 59,95 | 95,80 | 8,96 | 7,58 | 9,87 |
| 5,02 | 27,17 | 6,54 | 25,81 | 16,66 | 51,43 | 81,85 | 5,49 | 5,71 | 6,79 |
| 6,33 | 26,82 | 6,18 | 19,74 | 19,82 | 45,71 | 62,83 | 13,51 | 8,22 | 6,43 |
| 7,17 | 24,67 | 11,77 | 23,59 | 11,36 | 56,89 | 70,73 | 14,75 | 5,37 | 9,56 |
| 6,12 | 26,68 | 12,59 | 27,08 | 11,93 | 45,48 | 66,78 | 13,96 | 8,95 | 6,01 |
| 9,20 | 22,35 | 13,19 | 25,50 | 18,24 | 52,78 | 84,85 | 8,76 | 5,13 | 7,40 |
| 7,44 | 21,82 | 5,47 | 20,70 | 17,31 | 43,50 | 95,72 | 9,53 | 8,14 | 9,03 |
| 6,28 | 11,73 | 12,12 | 16,13 | 19,26 | 38,40 | 78,25 | 9,33 | 9,32 | 8,11 |
| 6,83 | 17,40 | 10,52 | 10,83 | 19,48 | 44,19 | 116,24 | 6,70 | 7,73 | 5,18 |
| 5,09 | 27,76 | 7,78 | 24,31 | 16,57 | 32,16 | 97,21 | 7,03 | 9,38 | 9,29 |
| 6,01 | 11,74 | 11,39 | 11,54 | 19,08 | 54,47 | 104,38 | 6,89 | 5,79 | 5,21 |
| 8,25 | 16,29 | 10,73 | 16,19 | 17,89 | 49,00 | 111,67 | 9,63 | 6,15 | 9,36 |
| 7,14 | 13,95 | 14,82 | 20,74 | 16,23 | 57,09 | 86,18 | 11,86 | 5,79 | 6,26 |
| 5,25 | 15,30 | 7,63 | 13,97 | 14,25 | 43,57 | 90,18 | 12,94 | 7,39 | 5,73 |
| 6,15 | 16,88 | 13,65 | 11,97 | 13,15 | 48,76 | 84,77 | 5,98 | 7,99 | 9,00 |
| 6,71 | 25,07 | 5,91 | 18,32 | 15,33 | 56,08 | 92,54 | 7,33 | 9,00 | 7,50 |
| 5,04 | 16,96 | 10,96 | 17,51 | 19,18 | 30,71 | 119,84 | 11,62 | 8,95 | 6,63 |
| 6,05 | 21,77 | 13,13 | 13,26 | 17,98 | 34,33 | 111,98 | 9,93 | 9,85 | 5,04 |
| 8,91 | 27,40 | 5,05 | 14,59 | 19,32 | 57,03 | 67,77 | 10,16 | 6,47 | 6,89 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1ª Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2ª Ba- lança | Saída |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 5,66 | 15,53 | 9,30 | 15,91 | 12,72 | 48,76 | 60,75 | 7,30 | 5,09 | 8,14 |
| 7,83 | 17,90 | 5,35 | 26,46 | 15,56 | 40,94 | 97,00 | 14,22 | 8,27 | 6,44 |
| 6,08 | 11,13 | 8,39 | 12,88 | 11,85 | 48,30 | 117,45 | 14,89 | 8,57 | 5,50 |
| 9,08 | 15,78 | 8,46 | 19,74 | 15,91 | 37,90 | 90,65 | 11,98 | 8,38 | 8,67 |
| 5,85 | 14,01 | 8,47 | 11,33 | 15,22 | 57,37 | 87,14 | 9,49 | 7,34 | 7,77 |
| 9,98 | 25,68 | 6,47 | 19,49 | 11,39 | 32,66 | 73,42 | 6,11 | 8,74 | 9,01 |
| 5,48 | 13,20 | 13,05 | 28,54 | 10,50 | 39,19 | 87,35 | 9,36 | 5,27 | 8,75 |
| 6,00 | 12,62 | 5,05 | 26,81 | 16,73 | 30,13 | 77,22 | 9,37 | 5,28 | 7,32 |
| 5,60 | 14,78 | 12,21 | 16,05 | 16,82 | 38,88 | 83,56 | 13,55 | 8,86 | 6,66 |
| 7,19 | 12,71 | 10,67 | 12,32 | 19,68 | 44,17 | 63,25 | 13,47 | 7,48 | 9,12 |
| 6,51 | 24,32 | 11,44 | 27,17 | 19,82 | 56,44 | 95,01 | 10,56 | 5,89 | 6,03 |
| 6,63 | 10,95 | 14,84 | 20,13 | 11,45 | 56,71 | 85,74 | 5,18 | 8,56 | 9,25 |
| 7,52 | 27,24 | 13,19 | 12,11 | 13,98 | 31,90 | 65,25 | 9,88 | 5,06 | 9,46 |
| 9,18 | 10,04 | 8,06 | 17,68 | 14,10 | 55,44 | 65,88 | 7,25 | 6,42 | 5,03 |
| 9,95 | 24,16 | 11,90 | 24,98 | 17,54 | 53,44 | 107,49 | 40,09 | 7,76 | 9,22 |
| 6,30 | 14,03 | 13,72 | 27,66 | 16,48 | 33,93 | 107,18 | 12,11 | 8,10 | 9,71 |
| 5,59 | 12,19 | 14,26 | 16,61 | 14,02 | 38,36 | 72,15 | 9,88 | 9,29 | 5,28 |
| 7,44 | 29,56 | 7,61 | 23,30 | 13,25 | 59,38 | 92,41 | 11,71 | 8,62 | 6,98 |
| 5,74 | 28,25 | 14,08 | 29,62 | 12,01 | 54,94 | 85,79 | 6,03 | 7,79 | 5,82 |
| 8,21 | 11,66 | 8,00 | 14,92 | 13,48 | 44,45 | 115,14 | 13,46 | 9,21 | 9,94 |
| 9,55 | 16,40 | 8,81 | 15,32 | 14,98 | 58,26 | 98,73 | 13,49 | 6,91 | 5,70 |
| 7,19 | 23,51 | 13,82 | 23,59 | 15,75 | 51,06 | 85,40 | 8,54 | 7,72 | 8,41 |
| 9,06 | 15,31 | 14,56 | 29,20 | 16,76 | 53,75 | 66,83 | 5,56 | 8,62 | 7,70 |
| 8,77 | 23,82 | 7,17 | 25,20 | 13,92 | 31,38 | 68,82 | 5,40 | 6,59 | 7,27 |
| 31,75 | 18,59 | 5,26 | 22,68 | 19,16 | 42,38 | 107,33 | 11,68 | 7,26 | 6,65 |
| 8,76 | 12,23 | 8,80 | 14,47 | 11,09 | 38,97 | 63,41 | 14,13 | 9,93 | 8,91 |
| 5,44 | 29,05 | 10,65 | 16,94 | 15,62 | 45,98 | 93,57 | 12,54 | 8,96 | 5,01 |
| 7,90 | 80,03 | 13,26 | 25,08 | 13,68 | 58,37 | 82,87 | 12,74 | 9,04 | 7,51 |
| 6,19 | 12,66 | 12,42 | 12,85 | 10,04 | 47,52 | 97,32 | 10,36 | 7,85 | 6,40 |
| 6,72 | 27,00 | 10,96 | 25,94 | 14,80 | 46,55 | 89,56 | 8,57 | 6,90 | 9,18 |
| 8,49 | 14,87 | 6,30 | 22,96 | 14,06 | 48,81 | 116,90 | 14,43 | 8,32 | 7,62 |
| 7,33 | 27,51 | 11,11 | 21,12 | 18,47 | 33,11 | 98,00 | 13,85 | 9,07 | 9,88 |
| 9,48 | 15,60 | 6,03 | 21,26 | 16,97 | 54,27 | 98,25 | 6,08 | 5,79 | 7,95 |
| 5,09 | 26,40 | 8,61 | 22,34 | 17,19 | 36,59 | 107,92 | 10,06 | 9,23 | 7,59 |

| |
|-------------------------------|
| Continua na próxima página... |
|-------------------------------|

| Port. | Docum. | 1^a Ba- lança | Insp. Visual | Forrar Cami- nhão | Carreg. Gra- nel | Carreg. Ensa- cados | Fechar Lona | 2^a Ba- lança | Sáida |
|--------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------|
| 5,76 | 10,53 | 13,51 | 27,51 | 17,51 | 50,51 | 65,94 | 14,24 | 9,94 | 9,98 |
| 5,24 | 12,41 | 6,46 | 28,32 | 17,88 | 49,81 | 84,64 | 13,51 | 7,11 | 8,39 |
| 6,28 | 20,46 | 9,39 | 23,68 | 15,22 | 54,53 | 77,17 | 13,50 | 9,89 | 9,98 |

Fonte: Autoria própria (2024).

APÊNDICE D – Dados Processo Descarga (Decimal)

Tabela 6 – Dados em decimal do processo (Descarga)

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 6,92 | 10,17 | 5,56 | 16,91 | 31,81 | 6,23 | 6,85 |
| 6,36 | 10,39 | 5,44 | 26,24 | 21,17 | 9,42 | 6,57 |
| 7,53 | 10,84 | 9,51 | 22,31 | 44,57 | 7,40 | 9,90 |
| 7,17 | 18,49 | 10,22 | 16,10 | 36,43 | 7,83 | 8,66 |
| 9,33 | 24,03 | 14,91 | 15,00 | 24,62 | 9,78 | 7,16 |
| 9,64 | 16,03 | 11,72 | 25,94 | 20,51 | 9,13 | 7,12 |
| 9,50 | 18,85 | 5,82 | 25,44 | 44,57 | 7,44 | 5,31 |
| 9,88 | 24,85 | 14,43 | 20,04 | 21,57 | 7,01 | 9,40 |
| 8,54 | 18,42 | 13,29 | 20,55 | 24,54 | 8,73 | 6,45 |
| 8,95 | 13,47 | 14,75 | 27,90 | 23,75 | 8,74 | 8,87 |
| 6,35 | 19,67 | 12,36 | 21,42 | 38,87 | 9,40 | 9,29 |
| 7,06 | 24,15 | 5,20 | 17,31 | 44,81 | 6,13 | 9,11 |
| 7,74 | 28,59 | 6,16 | 29,23 | 22,26 | 8,86 | 9,02 |
| 6,19 | 18,61 | 6,90 | 13,98 | 44,75 | 5,01 | 7,25 |
| 9,87 | 10,74 | 11,60 | 89,98 | 18,10 | 9,62 | 8,75 |
| 9,85 | 22,04 | 9,30 | 25,84 | 15,55 | 5,96 | 6,87 |
| 5,93 | 14,92 | 12,33 | 24,21 | 33,34 | 7,48 | 5,31 |
| 6,88 | 26,28 | 14,97 | 22,70 | 43,90 | 9,49 | 7,53 |
| 9,85 | 27,60 | 12,41 | 12,99 | 21,96 | 5,81 | 5,38 |
| 5,25 | 23,41 | 11,45 | 26,40 | 24,48 | 7,28 | 8,42 |
| 5,37 | 18,99 | 7,88 | 17,65 | 44,27 | 6,88 | 6,76 |
| 8,27 | 26,71 | 7,18 | 12,35 | 26,66 | 9,70 | 6,82 |
| 5,63 | 25,91 | 7,37 | 21,03 | 34,63 | 8,57 | 9,27 |
| 7,85 | 26,79 | 6,44 | 16,42 | 17,84 | 8,12 | 5,01 |
| 6,95 | 15,68 | 8,85 | 17,14 | 30,99 | 5,14 | 6,24 |
| 8,08 | 20,66 | 12,17 | 26,77 | 37,76 | 8,33 | 9,01 |
| 9,35 | 15,56 | 7,45 | 18,50 | 33,97 | 5,02 | 7,99 |
| 9,01 | 13,56 | 7,05 | 14,84 | 29,32 | 5,53 | 5,87 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 9,57 | 24,97 | 6,30 | 23,70 | 42,34 | 5,19 | 21,35 |
| 5,32 | 29,59 | 12,62 | 24,45 | 44,51 | 8,58 | 5,10 |
| 5,65 | 24,05 | 14,30 | 21,96 | 23,95 | 7,37 | 5,36 |
| 7,64 | 23,08 | 8,57 | 19,70 | 40,63 | 5,60 | 7,54 |
| 8,14 | 22,85 | 9,24 | 15,59 | 19,30 | 5,62 | 5,90 |
| 6,84 | 20,05 | 6,23 | 29,07 | 29,57 | 7,11 | 6,90 |
| 6,76 | 24,56 | 11,17 | 14,52 | 39,22 | 6,93 | 6,17 |
| 9,31 | 23,82 | 8,92 | 22,25 | 31,68 | 5,36 | 5,90 |
| 8,78 | 11,81 | 13,50 | 13,63 | 23,50 | 7,74 | 5,57 |
| 8,09 | 11,13 | 13,85 | 17,65 | 42,24 | 7,55 | 8,77 |
| 7,19 | 26,16 | 9,45 | 22,21 | 16,91 | 5,97 | 9,99 |
| 9,90 | 15,01 | 13,39 | 27,91 | 16,30 | 9,12 | 6,79 |
| 5,59 | 13,22 | 8,53 | 20,78 | 15,30 | 7,80 | 5,05 |
| 5,52 | 26,76 | 13,91 | 25,99 | 20,04 | 29,95 | 9,93 |
| 7,50 | 26,84 | 13,15 | 28,32 | 15,49 | 5,77 | 7,67 |
| 8,03 | 29,88 | 7,36 | 26,14 | 17,42 | 9,11 | 9,40 |
| 9,62 | 14,68 | 11,89 | 24,40 | 41,37 | 7,17 | 7,91 |
| 5,54 | 29,19 | 6,55 | 19,03 | 17,72 | 5,47 | 7,53 |
| 9,10 | 22,50 | 5,74 | 28,19 | 35,66 | 7,66 | 7,55 |
| 8,53 | 11,43 | 12,02 | 15,45 | 29,78 | 7,79 | 5,43 |
| 6,84 | 29,85 | 8,53 | 28,12 | 22,77 | 8,89 | 5,25 |
| 6,52 | 24,25 | 37,66 | 28,54 | 30,67 | 9,48 | 6,44 |
| 7,13 | 20,80 | 8,43 | 21,47 | 15,88 | 5,99 | 7,91 |
| 6,79 | 24,09 | 10,21 | 27,49 | 34,84 | 7,82 | 7,06 |
| 7,32 | 26,24 | 13,10 | 20,39 | 21,99 | 7,23 | 6,54 |
| 7,08 | 29,64 | 8,23 | 11,82 | 38,32 | 5,33 | 9,15 |
| 6,60 | 18,53 | 9,50 | 15,36 | 33,37 | 7,11 | 9,47 |
| 5,53 | 25,73 | 6,01 | 10,61 | 24,59 | 5,91 | 7,49 |
| 9,95 | 14,71 | 14,39 | 20,98 | 38,51 | 7,93 | 7,34 |
| 6,54 | 15,83 | 10,27 | 18,59 | 42,63 | 5,45 | 6,01 |
| 5,79 | 19,71 | 5,22 | 28,39 | 25,92 | 9,95 | 7,75 |
| 8,56 | 24,18 | 6,35 | 13,10 | 36,86 | 6,38 | 9,80 |
| 9,44 | 18,95 | 8,32 | 25,07 | 44,88 | 5,64 | 9,47 |
| 5,60 | 28,29 | 10,25 | 28,76 | 23,76 | 6,87 | 9,86 |
| 6,37 | 24,54 | 5,76 | 18,46 | 25,15 | 9,90 | 9,08 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 7,00 | 26,39 | 13,49 | 20,60 | 31,22 | 5,88 | 9,72 |
| 9,45 | 27,99 | 12,99 | 22,45 | 38,80 | 5,57 | 9,50 |
| 6,95 | 18,03 | 5,09 | 29,96 | 44,27 | 5,25 | 9,41 |
| 6,38 | 26,38 | 8,69 | 20,74 | 24,57 | 5,55 | 5,34 |
| 5,40 | 14,15 | 10,01 | 14,68 | 25,77 | 8,27 | 5,95 |
| 5,14 | 26,26 | 7,08 | 24,62 | 30,00 | 8,86 | 6,92 |
| 29,92 | 23,26 | 9,33 | 15,07 | 21,55 | 28,47 | 8,58 |
| 9,85 | 23,42 | 11,86 | 18,72 | 30,91 | 7,23 | 6,04 |
| 6,68 | 12,99 | 5,09 | 27,47 | 31,85 | 8,57 | 5,39 |
| 5,52 | 29,70 | 14,23 | 26,23 | 15,38 | 9,75 | 7,16 |
| 5,81 | 13,86 | 10,34 | 13,33 | 30,09 | 9,83 | 6,40 |
| 6,93 | 20,98 | 10,93 | 26,95 | 34,87 | 6,88 | 7,42 |
| 8,73 | 18,67 | 12,70 | 25,16 | 40,74 | 7,67 | 8,20 |
| 8,78 | 16,11 | 14,64 | 16,25 | 37,32 | 7,44 | 9,89 |
| 5,01 | 24,01 | 9,99 | 18,30 | 27,68 | 6,13 | 5,81 |
| 7,36 | 29,07 | 6,34 | 17,21 | 24,03 | 7,10 | 7,44 |
| 6,73 | 89,63 | 14,65 | 27,85 | 20,01 | 7,36 | 7,86 |
| 6,15 | 19,40 | 6,62 | 22,03 | 35,58 | 8,26 | 5,38 |
| 6,66 | 28,53 | 5,91 | 17,52 | 39,01 | 6,49 | 9,75 |
| 7,17 | 27,48 | 6,10 | 13,51 | 43,96 | 6,98 | 9,29 |
| 5,91 | 11,64 | 9,26 | 29,54 | 20,58 | 7,43 | 7,60 |
| 6,77 | 20,69 | 11,30 | 24,92 | 24,43 | 8,99 | 5,76 |
| 7,34 | 17,98 | 10,09 | 23,03 | 26,31 | 9,56 | 8,59 |
| 9,97 | 26,59 | 8,59 | 11,02 | 30,70 | 5,34 | 8,14 |
| 6,92 | 22,50 | 7,81 | 25,98 | 134,65 | 7,63 | 8,50 |
| 8,25 | 10,60 | 11,81 | 16,63 | 35,10 | 7,57 | 5,16 |
| 9,25 | 16,60 | 13,02 | 22,71 | 22,84 | 8,86 | 9,14 |
| 7,42 | 24,89 | 5,97 | 13,58 | 23,74 | 6,61 | 6,85 |
| 8,29 | 13,59 | 7,99 | 11,76 | 40,72 | 7,43 | 9,52 |
| 5,85 | 18,74 | 12,79 | 17,73 | 24,36 | 7,71 | 6,19 |
| 8,24 | 16,74 | 6,24 | 24,16 | 31,11 | 9,98 | 7,75 |
| 5,83 | 12,43 | 6,35 | 14,38 | 42,19 | 9,25 | 5,15 |
| 9,15 | 19,58 | 6,10 | 15,23 | 15,89 | 8,34 | 7,83 |
| 5,36 | 17,82 | 5,97 | 24,61 | 17,23 | 6,16 | 6,90 |
| 6,66 | 25,89 | 10,32 | 22,62 | 37,63 | 8,90 | 7,78 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 8,66 | 15,15 | 6,37 | 20,91 | 25,69 | 5,93 | 7,12 |
| 7,24 | 16,02 | 13,58 | 11,87 | 19,02 | 5,13 | 9,95 |
| 8,86 | 74,12 | 11,40 | 18,27 | 23,58 | 6,11 | 9,97 |
| 6,94 | 19,33 | 9,07 | 10,40 | 23,82 | 7,86 | 29,96 |
| 9,52 | 21,94 | 6,16 | 17,27 | 32,78 | 6,61 | 9,71 |
| 6,72 | 28,09 | 9,34 | 14,80 | 22,64 | 5,20 | 7,67 |
| 9,67 | 29,04 | 13,87 | 25,52 | 20,82 | 5,52 | 7,07 |
| 8,04 | 22,29 | 8,23 | 29,99 | 24,23 | 5,33 | 7,90 |
| 9,76 | 21,12 | 6,72 | 18,07 | 44,57 | 9,97 | 7,01 |
| 5,95 | 13,79 | 5,96 | 21,89 | 40,88 | 9,06 | 9,69 |
| 5,16 | 20,49 | 9,36 | 25,23 | 16,97 | 6,12 | 8,86 |
| 9,69 | 12,82 | 44,91 | 10,23 | 35,78 | 9,98 | 7,13 |
| 7,07 | 10,44 | 10,98 | 29,46 | 26,25 | 6,85 | 5,53 |
| 9,36 | 27,13 | 10,30 | 13,24 | 28,03 | 6,72 | 5,50 |
| 7,51 | 10,08 | 9,75 | 27,74 | 23,14 | 9,38 | 6,10 |
| 8,15 | 17,98 | 5,51 | 25,19 | 35,28 | 5,34 | 7,83 |
| 9,35 | 18,47 | 11,63 | 15,98 | 22,49 | 5,03 | 9,16 |
| 5,70 | 18,09 | 7,76 | 22,09 | 21,96 | 7,47 | 7,95 |
| 7,02 | 26,48 | 7,28 | 27,47 | 44,87 | 5,08 | 5,44 |
| 9,88 | 23,89 | 7,15 | 12,99 | 16,51 | 7,56 | 5,16 |
| 8,02 | 18,04 | 8,70 | 20,01 | 28,04 | 9,40 | 9,80 |
| 9,96 | 25,43 | 8,20 | 25,20 | 33,92 | 5,77 | 7,43 |
| 8,22 | 27,32 | 5,55 | 66,25 | 115,48 | 7,47 | 8,76 |
| 7,40 | 25,60 | 13,55 | 26,07 | 25,15 | 6,52 | 9,21 |
| 9,08 | 22,01 | 6,08 | 15,47 | 43,01 | 7,87 | 9,95 |
| 5,49 | 11,89 | 6,61 | 12,28 | 25,48 | 9,75 | 7,81 |
| 7,99 | 29,10 | 5,98 | 19,61 | 22,07 | 9,77 | 9,31 |
| 7,41 | 28,14 | 8,26 | 20,12 | 21,70 | 7,81 | 6,07 |
| 5,18 | 18,68 | 6,05 | 25,03 | 37,42 | 8,29 | 5,08 |
| 7,57 | 27,70 | 8,53 | 20,70 | 23,29 | 8,93 | 8,47 |
| 7,51 | 26,43 | 6,54 | 16,87 | 32,79 | 6,49 | 7,51 |
| 5,92 | 29,37 | 8,68 | 15,76 | 33,40 | 7,88 | 5,23 |
| 8,79 | 29,33 | 5,95 | 13,26 | 43,73 | 5,28 | 8,33 |
| 8,59 | 27,96 | 11,79 | 27,44 | 37,61 | 9,91 | 5,53 |
| 8,92 | 28,36 | 13,91 | 25,91 | 29,27 | 5,78 | 6,31 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 9,81 | 27,75 | 12,99 | 17,61 | 27,06 | 6,35 | 7,34 |
| 5,30 | 24,04 | 9,17 | 25,39 | 37,65 | 6,16 | 6,09 |
| 8,45 | 22,08 | 11,07 | 18,26 | 15,86 | 9,69 | 8,27 |
| 7,29 | 22,93 | 7,75 | 13,62 | 15,78 | 8,47 | 9,15 |
| 8,44 | 16,10 | 5,10 | 18,58 | 41,13 | 6,84 | 9,00 |
| 7,61 | 14,08 | 7,68 | 12,98 | 25,61 | 8,34 | 6,65 |
| 9,70 | 23,60 | 5,61 | 26,08 | 40,40 | 9,47 | 9,52 |
| 5,04 | 10,82 | 10,17 | 19,66 | 15,33 | 8,02 | 9,52 |
| 8,54 | 19,41 | 10,20 | 17,44 | 35,76 | 7,27 | 9,95 |
| 6,41 | 10,11 | 7,44 | 14,54 | 33,84 | 5,35 | 7,92 |
| 9,68 | 21,11 | 10,04 | 23,11 | 35,12 | 9,86 | 6,98 |
| 8,50 | 12,34 | 9,86 | 25,90 | 30,81 | 6,76 | 7,62 |
| 8,79 | 27,52 | 12,68 | 10,44 | 35,55 | 7,54 | 7,85 |
| 7,71 | 28,26 | 14,51 | 11,28 | 33,28 | 7,76 | 7,16 |
| 6,14 | 25,38 | 14,36 | 28,32 | 23,07 | 6,70 | 6,35 |
| 31,05 | 22,69 | 5,17 | 17,00 | 44,28 | 5,82 | 7,77 |
| 9,22 | 15,35 | 14,62 | 13,19 | 24,44 | 6,58 | 8,81 |
| 5,73 | 29,50 | 8,86 | 20,39 | 21,05 | 6,92 | 9,92 |
| 7,09 | 28,15 | 7,86 | 29,73 | 17,01 | 7,36 | 9,69 |
| 8,72 | 24,79 | 8,96 | 22,25 | 18,21 | 7,13 | 6,02 |
| 8,15 | 29,12 | 7,41 | 24,47 | 15,23 | 7,39 | 9,74 |
| 8,83 | 24,49 | 9,92 | 17,88 | 28,99 | 7,94 | 7,68 |
| 7,43 | 20,79 | 10,93 | 22,01 | 33,70 | 7,11 | 7,91 |
| 8,17 | 18,15 | 5,18 | 28,23 | 32,33 | 9,59 | 5,72 |
| 8,68 | 20,81 | 7,72 | 17,99 | 37,79 | 8,50 | 7,07 |
| 8,99 | 24,59 | 13,42 | 16,94 | 33,98 | 9,17 | 7,98 |
| 5,51 | 16,10 | 13,32 | 22,41 | 23,95 | 8,96 | 8,23 |
| 6,78 | 11,28 | 6,74 | 27,05 | 39,90 | 7,83 | 5,08 |
| 6,52 | 15,72 | 10,88 | 11,64 | 15,86 | 6,09 | 5,43 |
| 7,26 | 10,63 | 7,63 | 13,10 | 24,85 | 7,80 | 6,01 |
| 6,29 | 20,03 | 11,19 | 23,96 | 22,26 | 8,91 | 9,72 |
| 9,42 | 15,39 | 12,75 | 25,92 | 32,68 | 5,21 | 7,14 |
| 8,43 | 17,84 | 10,70 | 25,69 | 20,55 | 8,26 | 7,38 |
| 7,70 | 27,96 | 6,80 | 12,51 | 22,63 | 6,67 | 7,08 |
| 5,11 | 28,78 | 12,32 | 21,19 | 37,72 | 8,96 | 9,43 |

Continua na próxima página...

| Port. | Docum. | 1^a Balança | Classif. | Tombador | 2^a Balança | Saída |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 8,36 | 28,59 | 14,85 | 28,21 | 33,62 | 8,10 | 5,61 |
| 5,92 | 11,80 | 13,29 | 12,23 | 42,46 | 8,16 | 9,38 |
| 9,45 | 20,43 | 9,65 | 16,75 | 29,15 | 6,59 | 6,69 |
| 9,19 | 13,17 | 9,77 | 18,11 | 37,36 | 8,47 | 7,96 |
| 7,41 | 14,12 | 9,22 | 18,29 | 41,49 | 9,11 | 9,07 |
| 9,41 | 14,90 | 10,33 | 15,37 | 42,92 | 9,43 | 5,09 |
| 9,84 | 19,68 | 13,82 | 23,40 | 41,88 | 7,14 | 8,38 |
| 8,34 | 14,64 | 10,81 | 27,88 | 16,55 | 8,78 | 9,68 |
| 5,96 | 10,01 | 9,29 | 21,09 | 24,21 | 8,12 | 8,07 |
| 6,64 | 29,26 | 8,18 | 28,41 | 36,62 | 7,06 | 6,06 |
| 6,43 | 14,34 | 7,70 | 23,15 | 26,80 | 9,04 | 8,85 |
| 6,43 | 17,70 | 8,45 | 20,95 | 43,63 | 8,51 | 7,80 |
| 6,54 | 10,43 | 6,00 | 12,84 | 29,34 | 9,21 | 7,15 |
| 7,36 | 13,22 | 10,99 | 27,09 | 17,72 | 8,45 | 6,20 |
| 6,79 | 26,90 | 13,19 | 13,17 | 36,73 | 6,76 | 6,26 |
| 6,32 | 14,80 | 7,40 | 10,76 | 21,43 | 6,03 | 6,09 |
| 5,45 | 26,82 | 8,68 | 20,31 | 24,72 | 9,56 | 7,73 |
| 8,22 | 10,15 | 5,85 | 29,02 | 22,57 | 6,52 | 9,93 |
| 9,11 | 24,21 | 11,58 | 16,30 | 33,17 | 6,53 | 9,31 |
| 7,82 | 18,06 | 14,72 | 24,08 | 36,16 | 5,20 | 5,56 |
| 7,30 | 23,24 | 6,94 | 14,28 | 17,97 | 5,25 | 5,41 |
| 9,53 | 23,65 | 8,83 | 20,16 | 31,14 | 5,48 | 6,65 |
| 9,20 | 17,85 | 6,65 | 23,21 | 28,58 | 7,91 | 5,40 |
| 7,12 | 11,97 | 11,77 | 24,73 | 16,41 | 6,02 | 9,13 |
| 7,51 | 26,71 | 14,22 | 25,45 | 36,90 | 9,76 | 5,05 |
| 9,41 | 27,41 | 11,48 | 20,19 | 26,95 | 9,97 | 6,10 |
| 5,09 | 18,07 | 12,88 | 29,92 | 23,34 | 8,83 | 5,28 |
| 8,07 | 22,39 | 12,25 | 26,51 | 31,12 | 9,30 | 9,27 |
| 9,26 | 13,42 | 8,57 | 18,00 | 31,22 | 6,84 | 5,62 |
| 5,88 | 23,23 | 14,31 | 12,41 | 27,46 | 8,76 | 7,58 |
| 8,26 | 19,90 | 8,84 | 25,52 | 29,77 | 6,67 | 6,26 |
| 7,46 | 18,13 | 7,89 | 14,23 | 37,32 | 5,16 | 6,67 |

Fonte: Autoria própria (2024).