UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

OTIMIZAÇÃO DA LOGÍSTICA INTERNA EM UM CANTEIRO DE OBRAS: UMA APLICAÇÃO DO MASP

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Débora Hoffmann

Santa Maria, RS, Brasil

2016

OTIMIZAÇÃO DA LOGÍSTICA INTERNA EM UM CANTEIRO DE OBRAS: UMA APLICAÇÃO DO MASP

POR

Débora Hoffmann

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção.**

Orientador: Marcelo Battesini

Santa Maria, RS, Brasil

2016

OTIMIZAÇÃO DA LOGÍSTICA INTERNA EM UM CANTEIRO DE OBRAS: UMA APLICAÇÃO DO MASP

Débora Hoffmann (UFSM)
deborahoffman.ep@gmail.com

Marcelo Battesini (UFSM)
marcelo-battesini@ufsm.br

Este artigo discute o tema a logística interna no transporte e distribuição física de insumos, delimitado a uma aplicação em um canteiro de obras da construção civil com base em um problema identificado em uma situação real. O objetivo do artigo é propor uma sistematização de procedimentos para otimizar o fluxo de materiais no canteiro de obras. O artigo apresenta a estrutura de etapas do Método de Análise e Solução de Problemas utilizada para melhorar a eficiência do elevador de cremalheira que realiza a movimentação vertical de materiais. Para análise foi realizada uma comparação entre a situação atual e a situação após a implantação dos procedimentos propostos. Os principais resultados são uma redução de 63,71% no tempo de espera, de 7,61% no tempo médio por viagem e o aumentou de 4,46% no número de andares percorridos, mesmo com aumento 34,6% no número de trabalhadores em atividade e de 58,6% na quantidade transportada entre a situação inicial e a situação otimizada. Esses resultados comprovaram o aumento da eficiência e otimização da movimentação de materiais pela sistematização proposta, que é flexível às diferentes etapas da construção e tem potencial de uso em construções com porte similar ao estudado.

Palavras-chave: LOGÍSTICA INTERNA, CANTEIRO DE OBRAS, OTIMIZAÇÃO, MASP.

This article discusses the theme of internal logistics in the transport and physical distribution of inputs, delimited to an application in a construction site, based on a problem identified in a real situation. The article’s objective is proposing a systematization of procedures to optimize the material flow in the construction site. The article presents the structure of the Method of Analysis and Troubleshooting's stages that is used to improve the rack elevator, which makes the vertical material handling. For the analysis, it was realized a comparison between the initial situation of the site and its situation after the implementation of the proposed procedures. The main results are the reduction of 63,71% in the waiting time, 7,61% in the average time per travel, and increase of 4,46% in the number of traveled floors, even with the rise of 34,6% in the number of active workers and 58,6% in the quantity transported between the initial situation and the optimized situation. These results proved the increase of efficiency and the optimization of material handling by the proposed systematization, which is flexible to different stages of construction and has the potential of use in constructions with similar size to that studied.

Keywords: INTERNAL LOGISTICS, CONSTRUCTION SITE, OPTIMIZATION, MASP.

1 INTRODUÇÃO

A utilização dos conceitos de logística tem se ampliado entre as empresas na busca de aumentar a competitividade, sendo cada vez mais comum a sua implantação na indústria da construção civil. A economia mundial está sofrendo grandes transformações com a globalização, assim, pode-se observar diversos reflexos em vários segmentos industriais (CHING, 2010). Em função disso, segundo o autor, o mercado consumidor também se modificou, obrigando as empresas a oferecer produtos e serviços com menor preço e melhor qualidade, tendo como objetivo final a satisfação total do cliente.

Atualmente a logística avançou em muitas áreas e se transformou em uma ferramenta operacional que possui uma ampla área de atuação e abrangência nos mais diversos sistemas produtivos, empresariais e setores devido a sua importância estratégica (CHING, 2010).O setor da construção, segundo Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), representa, 6,4% do Produto Interno Bruto Brasileiro (PIB), sendo um dos principais impulsionadores do desenvolvimento do país, atualmente com mais de 2,6 milhões de empregados com carteira assinada.

O transporte, uma das subáreas da logística, refere-se aos diversos métodos para realizar a movimentação de insumos, sendo considerado fundamental, uma vez que, nenhuma empresa pode operar sem providenciar a movimentação de suas matérias-primas ou de seus produtos acabados de alguma forma (BALLOU, 2011). Ainda, segundo o autor, a distribuição física, que refere-se a movimentação, estocagem, e processamento de pedidos, e é outra subárea da logística, costuma ser a atividade mais importante em termos de custo para a maioria das empresas, pois absorve uma parte significativa dos custos logísticos totais.

Segundo Vieira (2006), a implementação de processos logísticos na cadeia de suprimentos da construção é a administração de forma integrada e estratégica, planejamento e coordenação de todas as atividades, principalmente aquelas inter-relacionadas, interdependentes e intervenientes, assim, é possível otimizar todos os recursos físicos operacionais e financeiros disponíveis, com objetivo de ganho global ao longo de todo o sistema, e principalmente, o atendimento às necessidades e demandas dos clientes internos e externos.

Os conceitos de logística e fluxo de materiais já vem sendo utilizados na indústria há bastante tempo, mas sua abordagem na construção civil ainda pode ser considerada recente. Além disso, a construção civil no Brasil geralmente envolve números expressivos,

especialmente pela sua representatividade na economia do país, pelo excesso de desperdícios e pelo não cumprimento de prazos.

A evolução precária da logística na construção civil é citada por Vieira (2006), que enfatiza à necessidade de melhoria continua do processo construtivo, do gerenciamento do canteiro de obras com o objetivo de aumentar a produtividade e o nível de serviço, e diminuir o desperdício. De acordo com REZENDE; JESUS; MOURA (2013), atualmente, as etapas técnico-estruturais têm prioridade no setor, e a área de gestão de suprimentos, que resulta em efetivos problemas ligados ao nível de serviço deixam evidente a importância de práticas logísticas que otimizem o fluxo e utilização dos materiais nos processos construtivos, resultando em uma minimização dos desperdícios e da descontinuidade de produção, e em um aumento da qualidade e produtividade.

Pode-se observar que uma gestão logística eficiente procura, segundo Viera (2006), solucionar entre outros problemas o de descontinuidade de produção e de estoques desnecessário, fatos que repercutem diretamente na produtividade e nos custos. Ainda, segundo o autor, uma supervisão e um controle mais contundente entre atividades intervenientes poderá minimizar problemas relacionados à descontinuidade.

Visando cada vez mais a otimização dos processos e operações com foco no produto final através da prestação de serviço no tempo certo, com as quantidades e qualidades desejadas destaca-se a necessidade do aumento de pesquisas científicas que demonstrem a relevância das tarefas sob responsabilidade da logística interna (NARA; NEUENFELDT; SILUK,2015). Além disso, segundo Takeuchi (2010), a logística interna tem como objetivo “manter o fluxo de material abastecido com a entrega do material necessário, quando necessário, na quantia exata necessária, e acondicionado pronto para uso”. A justificativa prática deste projeto de pesquisa está relacionada aos benefícios que o trabalho pode trazer para o canteiro de obras, sendo esperados três benefícios principais. O primeiro refere-se ao atendimento do cronograma previsto de obras, assim, possibilitando que a construtora entregue as unidades no prazo, e evitando possíveis multas contratuais. O segundo evidencia a importância da redução do tempo de espera dos materiais no local necessário, com isso, evitando que os funcionários fiquem ociosos. E o terceiro é a redução dos custos ocasionados pela ociosidade dos trabalhadores, tempo de transporte de materiais e possíveis multas contratuais.

O tema deste artigo está inserido na área Logística da Engenharia de Produção da ABEPRO, subárea Transporte e Distribuição Física de insumos, delimitada a uma aplicação em um canteiro de obras da construção civil.

O problema investigado derivou de uma situação real apresentado pela empresa onde será realizado esse trabalho e foi definido através da seguinte forma: atrasos na entrega de materiais gerando ociosidade da mão de obra causados por problemas de logística interna e de fluxo de materiais e informações em um canteiro de obras. A questão da pesquisa foi definida através do problema da seguinte maneira: Como otimizar a logística interna e o fluxo de materiais em um canteiro de obras de modo a atender as necessidades no tempo adequado? Este artigo tem como objetivo propor uma sistematização de procedimentos para otimizar a movimentação vertical de materiais em um elevador cremalheira no canteiro de obras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção caracteriza a define e alguns conceitos sobre os problemas de logística e sua aplicação no contexto da construção civil e, ainda, sobre Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), o ciclo PDCA e as principais ferramentas da qualidade.

2.1 Logística

O conceito básico de logística, dado por segundo Ching (2010), como a integração das áreas e processos da empresa com a finalidade de alcançar melhor desempenho que seus concorrentes. Assim, segundo o autor, é possível diminuir custos e melhorar a qualidade do produto final disponibilizando ao cliente o produto correto, no tempo e quantidade que deseja. Além disso, pode-se dizer que a logística “estuda como a administração pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através de planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produtos” (BALLOU, 2011).

Segundo Dias (2010) a logística engloba o suprimento de materiais e componentes, a movimentação e o controle de produtos, e o apoio ao serviço de vendas dos produtos finais, até a colocação do produto acabado para o consumidor. Viera (2006) considera a logística como o centro de coordenação e integração de todas as atividades da cadeia de suprimentos e divide a logística em três áreas: a logística de abastecimento (externa), a logística de manufatura (interna) e a logística de distribuição (externa).

A logística no setor da construção civil é de fundamental importância, no entanto, os retornos ainda são incipientes, tendo em vista a reduzida incorporação da logística no setor (REZENDE; JESUS; MOURA, 2013). Ainda no contexto de construção, um dos principais

problemas se originam no processo de produção e as principais causas para isso são o pobre fluxo de informação entre os participantes da cadeia de suprimentos (KOSKELA; ROOKE; TAGGART, 2014). A quantidade de métodos e técnicas utilizadas no setor de construção civil ainda é baixa, e os poucos métodos e técnicas utilizados são aplicados de forma não estruturada e sistematizada, com isso, reduzindo as vantagens de sua aplicação (FETTERMANN; OLIVEIRA; MARODIN, 2015).

Viera (2006) faz uma interessante analogia com um canteiro de obras, em relação ao envolvimento dos agentes externos e internos:

> Os agentes externos, os fornecedores, têm que interagir de forma eficiente com as necessidades do canteiro de maneira a garantir o fornecimento adequado de seus produtos, quer sejam de matérias e/ou serviços. Os agentes internos de um canteiro são constituídos pelas diversas equipes envolvidas numa obra, entre estas: sondagem, locação, fundação, estrutural, alvenaria, pintura, elétrica, hidráulica, projetista, etc. Todas essas equipes são dependentes de fornecedores externos e interdependentes e intervenientes entre si. Ou seja, esses agentes internos agem e interagem no canteiro de forma a se constituírem em clientes dos produtos dos fornecedores externos, como também serem fornecedores de serviços para equipes subsequentes, as quais também são clientes dos fornecedores externos. Em outras palavras, pode-se dizer que são clientes de fornecedores externos e também clientes entre si.

Eckert, Marondin, e Saurin (2011), em um estudo sobre a implantação da logística interna *lean*, sugerem como futuros trabalhos uma análise do impacto do uso da logística interna enxuta em indicadores de desempenho do sistema produtivo como um todo, como, por exemplo, flexibilidade, qualidade ou tempo de entrega. Inclusive, sugerem o estudo do impacto financeiro dos resultados com maior dificuldade de mensuração, como o custo das paradas de produção, estoques e uso de empilhadeiras.

Silva e Silveira (2015) afirmam que a área de trabalho dos processos produtivos com menor desempenho é o processo de fluxo de insumos. Do mesmo modo, os autores destacam a importância de um projeto de canteiro, que normalmente é desarticulado do escopo de projetos do empreendimento, o que acarreta inúmeros problemas futuros na execução da obra. Barra et al. (2015) identificam como uma das lacunas e oportunidades para a realização de novos estudos o estabelecimento de padrões e procedimentos associados aos indicadores logísticos, como por exemplo, suprimento de materiais, fluxos de informações, política de relacionamento com fornecedores e apropriação de custos logísticos. Os autores destacam, ainda, as dificuldades da gestão de informação relacionadas aos fluxos físicos de produção.

Os benefícios em relação ao transporte de materiais através de práticas adotadas por construtoras pode ser significativo, e a partir disso pode-se obter como resultado maior fluidez no transporte (MARIZ; PICCHI, 2014; DIAS, 2010).

Um dos conceitos muito aplicado à distribuição é oferecer o produto certo, no lugar certo, na quantidade correta, no tempo certo e ao menor custo (DIAS, 2010). O autor afirma que para que essa definição se transforme em realidade é necessário um planejamento dentro do âmbito da distribuição que se refere a uma projeção para o futuro da atividade, com o objetivo de conseguir quantificar a natureza e a extensão da demanda dos produtos dentro de um período futuro, e por fim desenvolver uma sistemática que satisfaça de maneira adequada às demandas previstas.

2.2 Método de Análise e Solução de Problemas, ciclo PDCA e ferramentas de qualidade

O Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) será utilizado com a finalidade de guiar o desenvolvimento do trabalho com base em suas etapas. Para entender o MASP é essencial compreender o método do PDCA.

A sigla PDCA vem do inglês e significa: *Plan* – planejar, *Do* – executar, *Check* – verificar, *Action* – agir (CAMPOS, 1992). O ciclo do PDCA tem como principal objetivo atingir as metas necessárias à sobrevivência das empresas no mercado, podendo o ciclo do PDCA ser utilizado com a finalidade de manutenção de resultados ou para melhorias de resultados (AGUIAR, 2006; CAMPOS, 1992). O ciclo do PDCA pode ser observado na Figura 1.

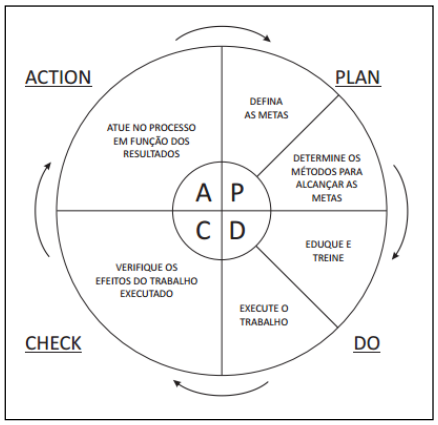


Figura 1. Ciclo do PDCA

Fonte: Campos (2004).

Diferente da abordagem de Campos (1992), Aguiar (2006) destaca que para promover as melhorias de uma forma eficiente, é necessário que se faça um bom planejamento, com isso, a etapa P de planejamento do PDCA de melhorias é decomposta em quatro fases: Identificação do Problema, Análise do Fenômeno, Análise do Processo e Estabelecimento do Plano de ação. O objetivo das quatro fases na etapa de planejamento, segundo o autor, é facilitar o detalhamento das ações que devem ser realizadas.

O MASP é uma forma estruturada de analisar e solucionar problemas da rotina diária das organizações, também conhecida como *QC Story*, oriunda do movimento da qualidade total no Japão, sendo um desdobramento do método gerencial intitulado ciclo PDCA (ENAP, 2015).

O MASP é segundo Campos (1992) "fundamental para que o controle da qualidade possa ser exercido. Como o controle de qualidade via PDCA é o modelo gerencial para todas as pessoas da empresa, este método de solução de problemas deve ser dominado por todos". Além disso, o autor destaca que é necessário entender que nenhuma decisão gerencial deveria ser autorizada sem que fosse realizada uma análise através do MASP dos fatos e dos dados relevantes.

Neto (2013) enfatiza os benefícios que às organizações podem atingir através da utilização do MASP em um processo de gestão voltado para ações corretivas e preventivas de forma a detectar os problemas e propor ações com foco na melhoria continua o que poderá tornar a empresa mais competitiva. As fases do PDCA de melhoria estão relacionadas com as fases utilizadas pelo MASP, como indicado na Figura 2, na qual pode-se observar as oito fases do MASP e como essas fases estão divididas dentro do ciclo do PDCA, bem como os seus respectivos objetivos.

Essas fases são iterativas, após a fase de verificação tem-se um processo decisório onde é necessário saber se a causa fundamental foi efetivamente encontrada e bloqueada, caso isto não ocorra deve-se retornar a fase 2 de observação (CAMPOS, 1992).

PDCA	FASE		OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
A	7	Padronização	Prevenir sobre o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Figura 2. Método de Solução de Problemas

Fonte: Adaptado de Campos (1992).

Em cada etapa do MASP devem-se utilizar ferramentas da qualidade com a finalidade de visualizar o problema de forma clara e atingir os objetivos de cada etapa. Pode-se visualizar as ferramentas da qualidade que podem ser utilizadas na aplicação na Figura 3.

FASE		FERRAMENTAS EMPREGADAS
1	Identificação do problema	Brainstorming, Gráficos, Fotografias, Dados históricos, Análise de Pareto;
2	Observação	Ferramenta de estratificação e priorização, Lista de Verificação, Gráfico de Pareto, análise no local da ocorrência, cronograma e metas;
3	Análise	Brainstorming, Técnicas dos Porquês, Diagrama causa e efeito, Lista de verificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de Relação, Histograma, Gráficos;
4	Plano de ação	Discussão com o grupo envolvido, 5W1H, Cronograma;
5	Ação	Divulgação do plano a todos, Reuniões participativas, Técnicas de treinamento, plano e cronograma;
6	Verificação	Gráfico de Pareto, Carta de Controle, Histograma, Gráfico Sequencial;
7	Padronização	Estabelecimento do novo procedimento operacional (5W1H), comunicados, reuniões, palestras, treinamento no trabalho, sistema de verificação do cumprimento do padrão;
8	Conclusão	Análise dos resultados, demonstrações gráficas, Aplicação do MASP em problemas remanescentes, reflexão;

Figura 3. Ferramentas da Qualidade e fases do MASP

Fonte: Adaptado de Campos (1992).

Aguiar (2006) aponta também como ferramentas de qualidade a serem utilizadas nas etapas do ciclo do PDCA de melhoria ferramentas como: Gráfico sequencial, Box Plot, Diagrama de afinidades, Diagrama de árvore, Diagrama de matriz de priorização, Gráfico de Dispersão, Cartas de Controle, Diagrama de barras, 5W2H, Diagrama de processo decisório, entre outras.

Barra et al. (2015) descrevem e confirmam os benefícios da aplicação das ferramentas da qualidade no processo construtivo, além disso, descreve a utilização dessas ferramentas que auxiliaram na identificação do problema dos fatores logísticos e que acarretam em falhas no cumprimento do cronograma da obra.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo é uma pesquisa aplicada, caracterizada, segundo Gil (2010), conforme a finalidade, como um "estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem.". Quanto à sua abordagem a pesquisa é classificada como combinada, pois possui aspectos de pesquisas quantitativa e qualitativa, como por exemplo, para a análise e interpretação dos fenômenos e processos a pesquisa é qualitativa e quantitativa na coleta de dados, na qual será necessário quantificar, classificar e analisar as informações (TURRIONI; MELLO,2012).

Quanto ao seu objetivo este projeto de pesquisa é caracterizado como uma pesquisa explicativa, pois tem como finalidade identificar os fatores que determinam ou contribuem para sua ocorrência, e também, explicar a razão, o porquê das coisas (GIL, 2010). Quanto ao procedimento de coleta de dados esta pesquisa pode ser classificada como estudo de caso, dado a investigação ser de um fenômeno determinado e contemporâneo, dentro de um contexto real (SANTOS, 2007; MIGUEL, 2007). Já em relação as fontes de dados este projeto se caracteriza como uma pesquisa de campo, que recolhe os dados *in natura*, normalmente, através de observação direta e levantamento (SANTOS, 2007).

A pesquisa de campo foi conduzida durante 12 semanas nos meses de julho a setembro de 2016 em uma obra da construtora ABC na área central da cidade de Santa Maria, localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul (RS).

A obra é classificada como de médio porte e se refere a construção de um edifício residencial, que possui dois blocos interligados, sendo um deles com 6 unidades por pavimento e o outro com 9 unidades por pavimento. As unidades habitacionais têm área privativa que variam de 30m² a 77m². A edificação possui um total de 16 andares (dez andares

de apartamentos, três de garagens, o andar térreo com lojas e um andar com o espaço de lazer) e pode ser classificada, segundo Custo Unitário Básico (CUB) do RS, como uma obra Residencial multifamiliar (R-8) com padrão de acabamento normal.

A fachada principal e a fachada lateral nordeste, onde estão instalados dois elevadores do tipo cremalheira e a grua utilizados na movimentação vertical de materiais da obra, podem ser observadas na Figura 4.

A pesquisa foi conduzida com base nas oito etapas do MASP (Identificação do problema, Observação, Análise, Plano de ação, Ação, Verificação, Padronização e Conclusão), que foram utilizadas para estruturar a seção 4 e propiciaram a identificação da sistematização proposta.

(a) (b)

Figura 4. Fachada frontal (a) e lateral nordeste (b)

Fonte: Construtora ABC (2016)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção foi estruturada em seções que correspondem as etapas do MASP, organizando a apresentação dos resultados identificados.

4.1 Identificação do problema

A primeira fase do MASP foi conduzida na primeira semana, a identificação do problema que se deu a partir da ferramenta *brainstorming*, realizada com o responsável pela gestão da obra, apontou os problemas de logística internar, baixa produtividade e ociosidade dos trabalhadores. O problema da logística interna foi priorizado como o de maior

importância, tendo em vista que esse problema afeta diversas atividades na obra, especialmente a movimentação vertical de materiais e trabalhadores na obra. No canteiro de obra o transporte é realizado por um guindaste e dois elevadores do tipo cremalheira.

4.2 Observação do problema

A observação do problema foi realizada na terceira semana, em campo, pelo acompanhamento dos processos de logística interna, em reuniões com o responsável pela gestão, em conversa com os funcionários, em registros fotográficos e filmagens, pela coleta de dados sobre os itens movimentados e, também, pela observação direta das ações desenvolvidas e da composição das equipes.

Nessa etapa, foram acompanhadas as movimentações verticais de materiais realizadas pela grua (em cinza e vermelho) centralizada entre os dois elevadores do tipo cremalheira (em amarelo), equipamentos posicionados na fachada lateral nordeste da obra como indicado na Figura 6.

Figura 6. Equipamentos de movimentação vertical de materiais observados
Fonte: Autora (2016).

A localização dos elevadores de cremalheira (EC1 e EC2) pode ser observada em planta baixa, ver Figura 7, cuja posição é identificada com pequenos retângulos na lateral do prédio (em vermelho) na qual é apresentada à disposição dos dois blocos: o frontal a esquerda (com marcação em azul) e o dos fundos a direita (com marcação em verde). A observação dos fluxos de materiais realizados por estes equipamentos, o estágio de andamento atual da obra e os problemas com atrasos nas entregas foram os critérios utilizados para delimitar a análise realizada à movimentação de materiais ao EC2.

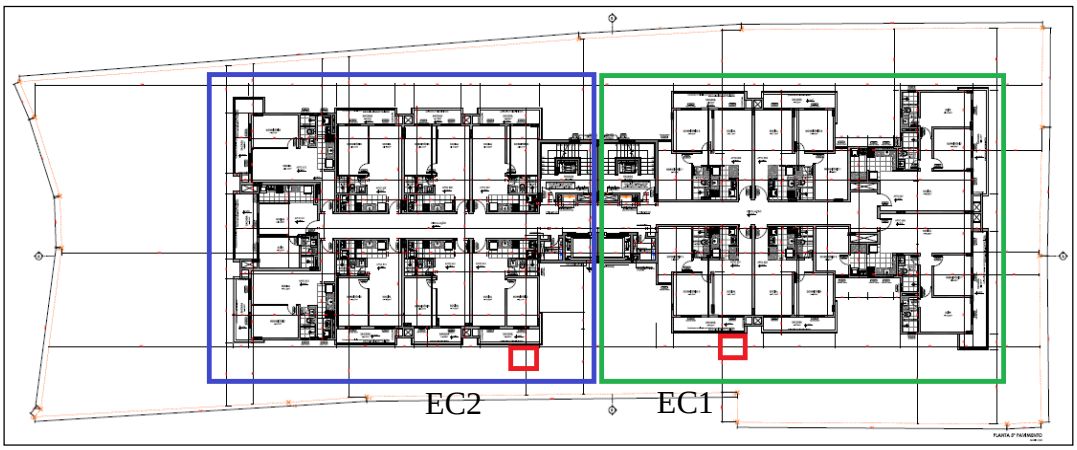


Figura 7. Posição dos elevadores e blocos na planta baixa tipo
Fonte: Fornecido pela Construtora ABC (2016).

Os principais fatores investigados durante a observação foram os equipamentos, o método de trabalho adotado, a equipe que realiza o transporte e as equipes de trabalho que demandam os materiais. Assim, foram estudados como é realizado o transporte de cada tipo de material, desde o estoque até a equipe que demanda, e as equipes, em sua organização, a maneira como trabalham, forma de contratação (vínculo com a construtora ou terceirizada), forma utilizada para requisitar materiais e o número de integrantes.

Para abastecer os equipamentos de movimentação vertical de materiais são utilizados dois veículos industriais para a movimentação horizontal de materiais: uma empilhadeira e uma retroescavadeira. Na Figura 8 observa-se a retroescavadeira utilizada para o transporte de argamassa e concreto, e a empilhadeira, utilizada para transporte de materiais que são recebidos paletizados, a exemplo de blocos estruturais externos e internos, pisos, azulejos, entre outros.

(a) (b)

Figura 8. Retroescavadeira e empilhadeira
Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Enquanto a equipe que realiza o transporte se mantém constante ao longo do período de construção, o total de equipes demandantes é variável. Durante a fase de observação, o número total de trabalhadores na obra foi de trinta e oito. A equipe de transporte é composta por dois trabalhadores no abastecimento (transporte horizontal) dos elevadores e dois na operação do EC2.

A composição de cada equipe varia de dois a quatro trabalhadores, além disso, é importante ressaltar que esses números variam bastante e é comum a contração ou realocação de equipes, e ainda, demissão destas. Na fase de observação haviam dez equipes demandantes, sendo quatro delas atuando no bloco da frente (alvenaria estrutural e reboco das sacadas) e as demais trabalhando no bloco dos fundos (reboco dos banheiros e cozinha, colocação das soleiras, colocação de piso e desforma). Além dessas, existe uma equipe composta por seis trabalhadores que dá apoio as outras equipes.

Os principais materiais carregados pelo EC2, neste estágio da obra, eram: cimento cola I, cimento cola II, piso, azulejo, girica carregada de argamassa, bloco estrutural cinza (alvenaria externa), bloco estrutural vermelho (alvenaria interna), pessoal da obra no começo dos dois turnos e no final, restos de materiais, entre outros.

Os principais problemas identificados nesta fase e que foram selecionados para serem investigados foram a estratificação dos materiais por tipo, características e quantidade, bem como os tempos utilizados para estas movimentações.

O processo de trabalho foi analisado a partir de quatro elementos: o fluxo de informação, a priorização dos materiais, a tomada de decisão e controle de uso do equipamento (EC2). Em relação ao fluxo de informação, não foi observada uma maneira estruturada de organização, ou seja, como as equipes solicitam os materiais que necessitam, sendo prática comum a demanda oral e informal de materiais realizada diretamente ao responsável pelo EC2.

Similarmente, não foi identificada uma forma de priorização em relação a qual material deveria ser entregue primeiro, ou qual equipe deveria ser atendida primeiro. Nesse sentido, quem acaba decidindo qual material deveria ser entregue primeiro ou qual equipe deveria ser atendida primeiro é o responsável pelo EC2, sem uma prévia determinação sobre como esta deveria ocorrer. Além disso, não foi identificado orientação ou método que pudesse auxiliar o operador do EC2 em sua tomada de decisão, bem como indicadores de eficiência do seu trabalho, e ainda, não foram identificados controles do uso do equipamento (EC2), por exemplo, não existia um número mínimo de volume de materiais ou trabalhadores para

realizar uma viagem, sendo possível a realização de uma viagem com apenas um trabalhador sem que este estivesse transportando material.

Essa questão se constituiu em uma importante oportunidade de melhoria que suscitou o aprofundamento do estudo sobre a padronização, priorização ou maneira definida para ocorrer o fluxo de informações relacionadas a logística interna.

4.3 Análise do problema

A análise do problema foi realizada na quinta semana e teve o objetivo de determinar as principais causas do problema e permitiu a utilização de algumas ferramentas de qualidade apresentadas na seção 2. Foi realizado um levantamento das variáveis que influenciam no problema, a definição das causas mais prováveis, a coleta de dados em relação a situação atual e determinação da causa raiz do problema.

A coleta de dados ocorreu em três turnos de quatro horas cada, sendo que o número total de trabalhadores na obra durante os turnos em que foram realizadas as coletas de dados foi cinquenta e dois (52). O primeiro período foi no turno da manhã e os outros dois no turno da tarde, sendo que não houve coleta nos turnos de segunda-feira de manhã e sexta-feira à tarde, pois foram considerados turnos atípicos em termos de volume e ritmo de trabalho.

Os dados coletados foram registrados em uma tabela, o modelo é apresentado no Apêndice A. Foram realizadas 253 observações e os dados foram transcritos para uma planilha eletrônica na qual as colunas “material” e “quantidade” foram detalhadas para cada tipo de material, o que serviu de base de dados para a construção de tabelas dinâmicas para uma melhor análise dos dados. Essa sistematização permitiu investigar as variáveis, como quantidades transportadas por tipo de material e os tempos consumidos nestas movimentações (carga, percurso, descarga, parada e espera).

Na análise das quantidades transportadas pode-se observar quais os materiais em relação ao número de viagens realizadas, que foram estratificadas com base no princípio de Pareto: 80% do volume de materiais transportado é devido a 20% dos tipos de materiais. O resultado desta priorização pode ser observado na Figura 10, sendo que 83,1% do volume de materiais transportados se referem a 6 tipos de materiais (28,6%, 6 em 21): operador (25,3%), piso (24,4%), gesso (17,5%), girica vazia (6,6%), visita (4,8%), girica argamassa (4,5%). Os dados coletados podem ser observados no Apêndice B onde apenas as quantidades finais de materiais de cada viagem podem ser observadas nas colunas “Quant. Material Carga” e “Quant. Material Descarga”, sem a sua descrição.

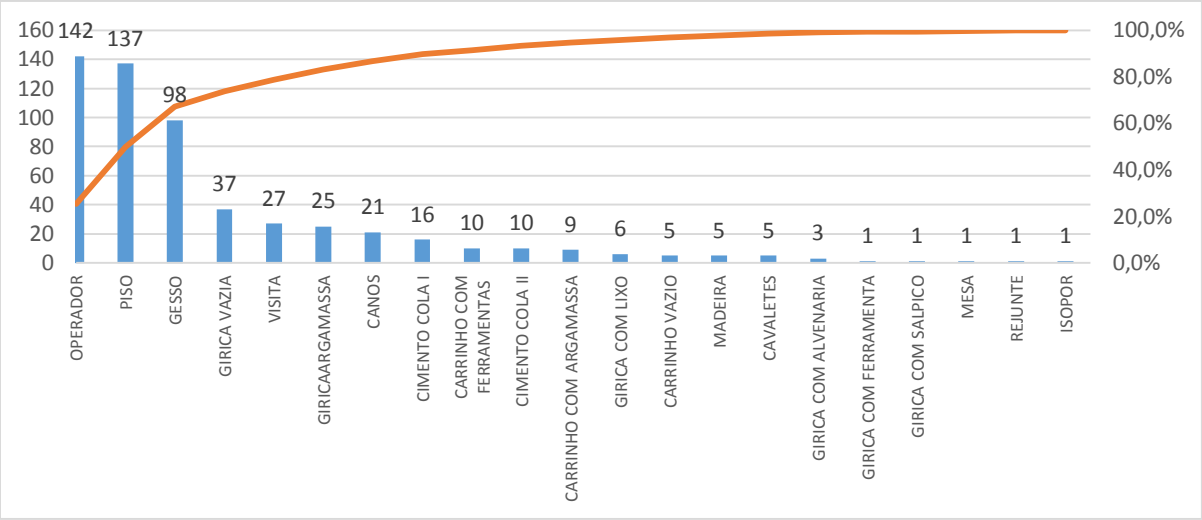


Figura 10. Tipos de Materiais e percentuais do volume – Etapa análise

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

A análise dos tempos considerou aqueles capazes de influenciar o desempenho do EC2, sendo considerada a cada viagem realizada. Uma viagem do EC2 se refere a sair do andar de origem até sua chegada ao andar de destino, ou seja, se o elevador se deslocar do 1º andar até o 2º andar foi considerada uma viagem, e se ele se deslocar do 1º andar até o 13º andar foi considerada uma viagem também, porém o número de andares percorridos e o tempo de percurso são diferentes. Para cada viagem foram cronometrados:

- Tempo de percurso é o tempo que o elevador cremalheira demora em se deslocar do seu andar de origem até seu andar de destino, incluindo a abertura e fechamento da porta do elevador;
- Tempo de carga e descarga do material;
- Tempo parado é o tempo que o operador não está executando nenhuma atividade de transporte de materiais ou carga e descarga de material;
- Tempo de espera é o tempo em que o operador do elevador está aguardando o material para poder carregar ou descarregar o elevador, por exemplo, quando o elevador está esperando que a empilhadeira busque um pallet no estoque.

Os turnos tiveram duração média de 3,82 horas cada um (11,45h no total), sendo que no primeiro forem realizadas 80 viagens, no segundo 145 viagens e no terceiro 67 viagens. A estratificação por turnos permitiu verificar um comportamento similar entre os turnos, mesmo que os mesmos pudessem estar submetidos a condições distintas, tais como, variação no número de equipes demandantes e no número de integrantes nessas equipes. O total de horas

cronometradas correspondeu a 11,1h sendo 0,35h menor que o tempo total, que corresponde a um erro de aproximadamente 3%, esta variação se justifica em função do tempo perdido entre a operação de cronometrar uma atividade e outra.

Esses tempos foram consolidados para os totais e, também para cada um dos turnos, como indicado na Tabela 1.

Tabela 1. Tempos por tipo de operação

Tempo (s)	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Total (s)	Total (min)	%
Carga	3227	3397	3223	9847	164,12	24,62%
Percurso	4294	6068	4396	14758	245,97	36,91%
Descarga	2634	3628	4347	10609	176,82	26,53%
Parada	645	638	523	1806	30,1	4,52%
Espera	1095	995	878	2968	49,47	7,42%
Soma	11895	14726	13367	39988	666,48	100,00%

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Após análise dos tempos, percebe-se que o tempo de carga e descarga juntos representam 52%, ou seja, 5 horas e 42 minutos do tempo total, este tempo pode ser reduzido através da diminuição das distâncias dos locais de carga e descarga. O tempo de percurso é responsável por 37% do tempo total (4 horas e 6 minutos) e pode ser reduzido através da redução do número de viagens e andares percorridos, já que a velocidade do EC2 não pode ser alterada, sobre o tempo de espera, que representa 7% do tempo total e corresponde a aproximadamente 50 minutos, é possível implementar um planejamento para que os veículos de transporte horizontal possam atender a demanda do EC2 sem que os operadores fiquem esperando o material.

O tempo de parada que representa 4% do tempo total e corresponde a 30 minutos, se reduzir conclui-se que os operadores estão sobrecarregados ou operando no limite do EC2 e se o tempo aumentar, consequentemente a ociosidade dos operadores aumenta e eles podem ser destinados a outras tarefas ou o número de operadores do EC2 pode ser reduzido de 2 para 1. Além disso, outra variável importante é a quantidade total transportada durante a coleta de dados que foi igual a 561 dividido em 21 tipos diferentes de materiais, no Apêndice C pode ser observada uma tabela com as quantidades de materiais transportados.

A partir das análises realizadas percebe-se que as principais causas relacionas ao problema são a falta de um fluxo de informação e controle de uso do EC2 definidos, a inexistência de uma priorização de materiais, e a tomada de decisão por parte do operador do EC2 com base somente em sua experiência.

4.4 Plano de ação

Esta é a última etapa de planejamento do ciclo PDCA e tem como finalidade realizar uma priorização de cargas e programação das necessidades dos processos, tendo sido desenvolvida na sétima semana. O plano de ação elaborado teve o objetivo de otimizar o fluxo de materiais e foi centrado em proposições para melhoria no fluxo de informação, na priorização dos materiais, nos controles de uso do EC2, e na tomada de decisão pelo operador do EC2.

De modo a definir a abordagem a ser implementada e a mensurar os resultados obtidos com as mesmas, foram propostos seis indicadores que deveriam ter a performance melhorada com a implementação das ações propostas: número total de viagens (NTv), número de andares percorridos (NAp), percentual de tempo parado (%Tp), percentual de tempo em viagem (%Tv), tempo médio por viagem (TMv), percentual do tempo de espera (%Te). É importante destacar que os quatro primeiros indicadores são do tipo maior é melhor enquanto os dois últimos são do tipo menor é melhor, sendo brevemente descritos a seguir:

- Número total de viagens (NTv), que se aumentado reduz os tempos de espera por materiais na obra e aumenta a produtividade do sistema de movimentação (EC2);
- Número de andares percorridos (NAp), que mensura o percurso do elevador ao realizar a movimentação de materiais e indiretamente a distância percorrida, dado que a distância média entre andares mede 3,5m;
- Percentual de tempo parado (%Tp), que se refere ao tempo no qual os operadores do elevador não estão realizando nenhuma atividade em relação ao tempo total de operação. Como o cronograma de atividades e o volume de materiais transportado variam bastante, quanto maior o tempo parado melhor, pois gera uma ociosidade que poderia ser aproveitada em caso de aumento do volume de trabalho do EC2, além de permitir que os operários do elevador possam ser destinados à outras atividades no canteiro de obras;
- Percentual de tempo em viagem (%Tv) considera a soma do tempo de percurso, de carga e de descarga, sendo o tempo real de operação do elevador, sem levar em consideração os tempos de parada e espera. O incremento do %Tv é um indicativo de aumento da produtividade do EC2 com impacto nos tempos de espera dos materiais demandados;
- Tempo médio por viagem (TMv), representa a média de todos os tempos de viagem (desconsiderados no cálculo o valor do tempo parado), sendo esperado a sua redução;

- Percentual do tempo de espera (%Te), que é o tempo que o elevador fica parado em um dado andar sem realizar nenhuma operação, espera-se reduzir com organização e programação do sistema de movimentação EC2.

De maneira a otimizar simultaneamente esse conjunto de indicadores foram estabelecidas regras possíveis e viáveis de orientação quanto ao uso do EC2. Inicialmente, foi definida uma priorização entre materiais a serem transportados baseadas nas demandas por transporte identificadas na primeira coleta de dados na seção 4.3, para os seis materiais com maior movimentação: 1) Visita; 2) Operadores no início do turno e no final (até 3 viagens ou 15 min); 3) Perecíveis; 4) Girica Vazia; 5) Gesso; e 6) Piso.

Além dessa priorização, foram estabelecidos controles do uso do equipamento de operação para o EC2:

- Trabalhadores: devem ser transportados apenas na subida em uma quantidade mínima de três. Exceção dos primeiros 15 minutos ou 3 viagens no começo e final de cada turno
- Piso cerâmico: só podem começar a ser transportados quando o material (pallet) já estiver posicionado na porta do elevador. Descarga somente na área de descarga (reduzir distância). Definir área de carga e descarga. Os dois operadores do elevador devem trabalhar juntos;
- Gesso: O segundo operador do elevador não participa do processo, visto que quem realiza a carga e descarga é um trabalhador terceirizado, com isso o operador 2 deve começar a preparar o material da próxima viagem. Além disso, é necessário definir área de carga e descarga para reduzir as distâncias;
- Girica Vazia: Definir área de carga e descarga;
- Visitas: EC2 não deve ficar parado esperando a visita, o operador deve programar o tempo necessário e retornar somente no horário combinado;
- Girica com Argamassa: Definir área de carga e descarga; Enquanto o operador 2 carrega a girica com argamassa o operador 1 não espera;
- Demais materiais: Somente carregar quando tiver um carga completa. Todo o material deve estar esperando na área de carga e descarga. Priorizar mais de um material ou grandes quantidades.

Para facilitar a compreensão dos operadores do EC2 e demais trabalhadores da obra foi elaborado uma tabela com o objetivo de melhorar e estabelecer um padrão no fluxo de

material e informação. A tabela foi colocada em uma prancheta e alocada dentro do elevador, por onde todas as equipes são transportadas no começo e final de cada turno e podem anotar na tabela os materiais que precisam, as quantidades, e o horário em que demandam, e assim, o operador do elevador pode se programar para realizar as entregas conforme a tabela de demandas, as prioridades, e regras estabelecidas. Quando o trabalhador não estiver dentro do EC2 e quiser realizar um pedido de material, ele poderia solicitar para o operador do elevador que realizasse a anotação na tabela. A tabela de programação foi alocada em um painel junto com as regras com o objetivo de padronizar e divulgar para todos o fluxo de informação e materiais, o modelo de tabela utilizada na coleta pode ser observado no Apêndice D. A partir do estabelecimento das priorizações, do controle de uso do EC2 e do fluxo de informação o operador pode tomar a decisão com base nesses critérios.

4.5 Ação

As proposições para melhoria no fluxo de informação, priorização dos materiais, controle do uso do EC2 e tomada de decisão pelo operador do EC2 foram implantadas na oitava semana. Após o estabelecimento das propostas de melhoria foi realizada uma reunião com o responsável pela obra para divulgar os resultados da primeira coleta e apresentar a proposta do plano de ação. Em seguida, os dois operadores do EC2 foram informados sobre as mesmas, e instruídos como deveriam proceder nos três turnos de coleta de dados.

O plano de ação também foi divulgado para os outros trabalhadores em uma reunião com o intuito que todos respeitem e sigam as mesmas. Um painel com as priorizações e controles do uso do equipamento (EC2) foi disponibilizado no elevador para todos os trabalhadores tivessem acesso à informação.

Os locais de carga e descarga foram organizados de maneira que a distância entre o EC2 e o local de carga e descarga reduzissem, e com isso, consequentemente os tempos de carga e descarga reduzissem também. Pode-se observar na Figura 12 um apartamento tipo onde o EC2 para em cada andar, sendo os locais utilizados para armazenar materiais denominados de ‘Dormitório’ e área ‘Social’. É importante destacar que a distância percorrida do elevador até o dormitório é menor que a distância percorrida até a área Social.

Os locais de descarga nos andares são também ilustrados na Figura 13 (a) e (b), onde pode-se observar como foram organizados os andares para o recebimento do material proveniente do EC2, na Figura 13 (a) observa-se armazenamento de caixas de azulejo, e na

Figura 13 (b) observa-se latas de tintas, sacos de cimento cola empilhados em um pallet, placas de gesso, sacos de gesso e caixas de azulejo.

O local de carga no subsolo 2 (-2) é ilustrados na Figura 14 (a), onde pode-se observar a empilhadeira alocando o pallet com sacos de gesso em frente ao elevador para que os operadores carreguem o material para os andares que demandam, e na Figura 14 (b) e (c) observa-se o elevador carregado com sua capacidade máxima de carga com caixas de azulejo (b) e placas de gesso (c) pronto para começar a descarga no 4º andar.

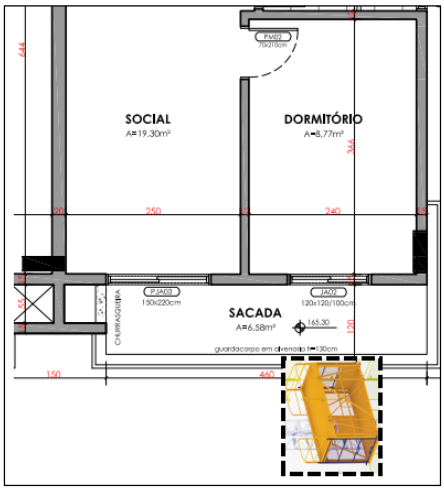


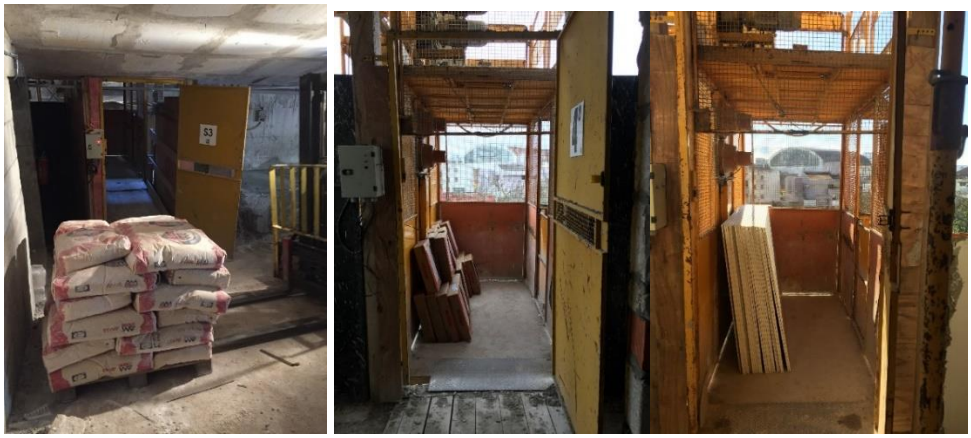
Figura 12. Planta baixa com a posição de acesso do EC2 no andar tipo

Fonte: Fornecido pela Construtora ABC (2016).

(a) (b)

Figura 13. Locais de descarga ‘social’ (a) e ‘dormitório’ (b)

Fonte: Elaborado pela autora (2016).



(a) (b) (c)

Figura 14. Local de carga e elevador carregado

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

4.6 Verificação

Similarmente a etapa de análise do problema, na etapa de verificação, após a implantação das ações propostas, ocorreu a coleta de dados em três turnos de quatro horas cada um na décima semana. Foi utilizada a mesma tabela utilizada na primeira coleta de dados, ver Apêndice A. Além disso, não houve coleta de dados na segunda-feira de manhã e na sexta-feira de tarde (turnos atípicos). Durante a coleta de dados estavam trabalhando 70 trabalhadores, ou seja, 18 trabalhadores a mais do que na primeira coleta, o que implica em um maior fluxo de material e informação, e consequentemente, maior movimentação do EC2.

Na análise após a implantação dos controles para o EC2, os materiais transportados foram observados em relação ao volume de material transportado e tipos de materiais. Foram realizadas 239 observações, 14 observações a menos do que na coleta da situação atual e os dados foram transcritos para uma planilha eletrônica da mesma maneira que ocorreu na primeira coleta de dados.

O resultado da análise pode ser observado no gráfico de Pareto na Figura 15, sendo que 80,56% do volume de materiais transportados se referem a 9 tipos de materiais (23,7%, 9 em 38): azulejo (22,81%), operador (16,74%), gesso (14,38%), placa de gesso (6,74%), tinta (4,61%), canos (4,61%), cimento cola I (4,16%), porcelanato (3,37%), bloco estrutural (3,15%). A tabela completa com os dados coletados pode ser observada no Apêndice E.

Observa-se que a variedade de materiais transportados aumentou de 21 diferentes tipos de materiais na etapa de análise, seção 4.3, para 38 na nova coleta de dados. Percebeu-se um significativo aumento na quantidade total de matérias transportado durante as duas coletas, na

primeira foram movimentados 561 materiais e na segunda coleta 890 materiais, ou seja, 329 unidades de materiais a mais foram transportados.

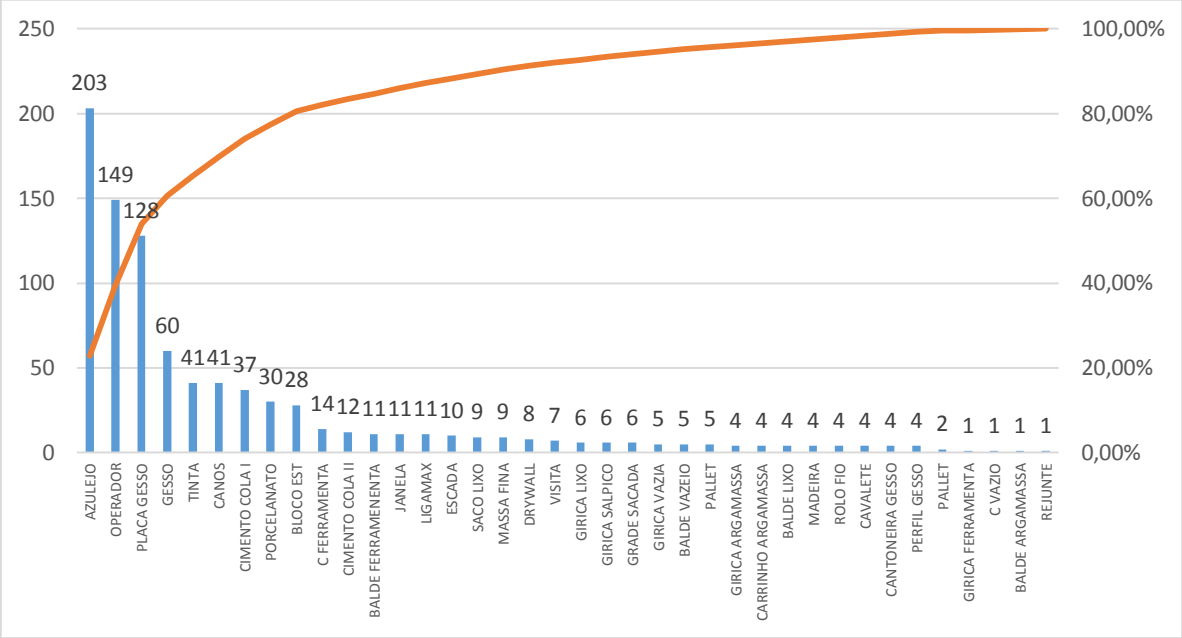


Figura 15. Tipos de Materiais e percentuais do volume - Etapa verificação

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Os turnos tiveram duração aproximada de 4,01h cada turno (12,02h no total), sendo que no primeiro foram realizadas 96 viagens, no segundo 68 viagens e no terceiro 75 viagens, o que resulta em uma média de 80 viagens por turno. A estratificação por turnos permitiu verificar o comportamento de cada um, e as condições distintas que cada turno estava submetido, tais como, variação no número de equipes demandantes e no número de integrantes nessas equipes. O número total de horas cronometradas é igual a 11,56h sendo 0,46h menor que o tempo total, e esta variação se justifica devido ao tempo perdido entre a operação de cronometrar uma atividade e outra.

Esses tempos foram consolidados para os totais e, também para cada um dos turnos, como indicado na Tabela 2.

Tabela 2: Análise dos tempos - Nova situação

Tempo	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Total (s)	Total (min)	%
Carga	2670	2274	3988	8932	148,87	21,46%
Percurso	4956	4863	4606	14425	240,42	34,66%
Descarga	3173	2439	3345	8957	149,28	21,52%
Parada	2278	3647	2245	8170	136,17	19,63%
Espera	449	270	417	1136	18,93	2,73%
Soma	13526	13493	14601	41620	693,67	100,00%

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Constata-se a partir da análise dos tempos que os valores do tempo de carga e descarga juntos representam 42,98% do tempo cronometrado total, apresentando uma redução se comparado com a soma desses tempos na etapa de análise do problema, onde a soma era de 52%. O tempo de percurso possui o percentual elevado e é responsável por 35% do tempo, ou seja, aproximadamente 4 horas, e se comparado a coleta anterior, obteve uma redução insignificante, o que comprova que o tempo de percurso é uma variável difícil de ser influenciada, já que não é possível alterar a velocidade do EC2.

Observa-se também que o tempo de parada é significativo, e muito superior aos 4% (ou 30 minutos) encontrados na primeira coleta, e representa 20% do total, praticamente o mesmo valor encontrado para o tempo de carga e descarga separadamente, o que significa que os operadores estão mais tempo ociosos, mesmo com aumento no fluxo de material e trabalhadores. O tempo de espera não é significativo, representando apenas 3% ou aproximadamente 20 minutos, o que significa que os operadores do EC2 ficaram um tempo menor esperando material para começar a carregar os materiais demandados. O volume total transportado durante esta coleta foi de 890 materiais divididos em 38 diferentes tipos, ver Apêndice F a tabela com as quantidades dos materiais transportados.

De modo a avaliar as melhorias ocorridas pela implantação das regras de gerenciamento do EC2 foram calculados os indicadores previstos na seção 4.4. Os indicadores foram calculados para a situação anterior a implementação e para a situação após a implementação. A Tabela 3 apresenta os valores encontrados para os indicadores: número total de viagens (NTv), número de andares percorridos (NAp), percentual de tempo parado (%Tp), percentual de tempo em viagem (%Tv), tempo médio por viagem (TMv), percentual do tempo de espera (%Te). Os quatro primeiros indicadores são do tipo maior é melhor enquanto os dois últimos são do tipo menor é melhor.

Tabela 3. Tabela com os indicadores - Nova situação

	Etapa Análise (seção 4.3)				Etapa Verificação (seção 4.6)				Diferença (%)
	T1	T2	T3	**Total**	T 1	T 2	T 3	**Total**	
NTv	22,4	25,96	17,6	**22,1**	24,74	17,09	17,99	**19,94**	-9,77%
NAp	414	521	387	**1322**	452	487	442	**1381**	4,46%
% Tp	5,42%	4,33%	4,52%	**4,76%**	16,84%	27,03%	15,38%	**19,75%**	414,92%
%Tv	85,37%	88,91%	89,52%	**87,93%**	79,84%	70,97%	81,77%	**77,50%**	-11,84%
TMv	138,89	132,91	194,61	**150,92**	116,17	144,79	164,35	**139,43**	-7,61%
% Te	9,21%	6,76%	6,57%	**7,51%**	3,32%	2,00%	2,86%	**2,70%**	-63,71%

Fonte: Elaborado pelo autora (2016).

Na Tabela 3 a coluna ‘Diferença’ é calculada como o percentual de incremento entre a situação atual e a nova situação, com isso, observa-se que o NTv diminuiu 9,77% com relação à primeira coleta de dados, ou seja, anteriormente realizava-se 22 viagens por hora e no novo cenário 20 viagens por hora. Acreditava-se que com o aumento do NTv o resultado seria uma menor espera por materiais e aumento da produtividade do EC2. Porém, a partir da diminuição do NTv observou-se que com os controles e priorizações estabelecidos, o EC2 transportou mais itens por viagens, e com isso, obteve uma melhora na eficiência de cada viagem, e consequentemente um aumento de produtividade, comprovado pelo aumento significativo no volume de materiais transportado entre as duas situações.

O indicador NAp apresentou um aumentou de 4,46%, o que corresponde a 59 andares percorridos a mais, este aumento ocorreu mesmo com o EC2 realizando um número menor viagens, pois o EC2 saia do andar térreo com maior volume de carga e percorria um maior número de andares, sem a necessidade de retornar ao andar térreo frequentemente para realizar uma pequena carga do elevador, com isso, foi possível reduzir a distância de percurso em que o EC2 está vazio.

O %Tp apresentou um aumento significativo de 414,92%, na primeira coleta o tempo parado era de aproximadamente 30 minutos e na nova situação o tempo parado foi de 2 horas e 15 minutos aproximadamente, ou seja, 4,5 vezes maior em comparação com a primeira coleta, destaca-se que neste indicador o resultado esperado era quanto maior melhor, pois gera uma ociosidade que pode ser aproveitada em caso de aumento do volume de trabalho do EC2, além de permitir que os operários do elevador possam ser destinados à outras atividades no canteiro de obras.

Ainda na análise do quadro comparativo entre os dois cenários, o %Tv (tempo de percurso, carga e descarga) diminuiu 11,84%, o que representa aproximadamente 48 minutos

a menos de tempo de operação, neste indicador a variável era quanto maior, melhor, pois acreditava-se que aumentando esse tempo de operação consequentemente os operadores aumentariam o tempo de carga e descarga, já que o tempo de percurso varia somente se o número de andares percorridos for alterado. Porém através da coleta de dados observou-se que o tempo de operação diminuiu mesmo com o maior volume de materiais, trabalhadores, e número de andares percorridos, e com isso, foi possível confirmar, como no indicador NTv, que a produtividade e eficiência do EC2 aumentaram.

Além disso, o TMv apresentou resultado positivo, visto que, esperava-se que quanto menor o tempo médio por viagem, melhor. Anteriormente tínhamos um tempo médio por viagem de 150,92 seg/viagem (2,55 min/viagem), e na nova situação o tempo foi de 139,43 seg/viagem (2,32 min/viagem). No TMv desconsidera-se no cálculo o valor do tempo em que o operador está parado.

O %Te, que é o tempo em que o operador do elevador está aguardando algum material estar posicionado para poder realizar a carga, apresentou uma melhora significativa com uma redução de 63,71% em relação a primeira coleta, devido à organização e programação do sistema de movimentação do EC2 através dos controles do uso do equipamento estabelecidos para começar o processo de carga, o qual estabelece que o material a ser carregado já deve estar devidamente posicionado no local definido como carga, evitando que o operador do elevador fique ocioso enquanto aguarda a chegada/entrega do material. Além disso, como são dois operadores responsáveis pelo transporte de carga no elevador, outro controle definido era que dependendo do material a ser transportado um dos operadores deveria preparar a próxima carga (fora do EC2), enquanto o outro operador continuava operando o EC2.

Duas variáveis muito importantes a serem analisadas são o volume de material transportado e o número de trabalhadores na obra durante os três turnos, percebeu-se que estas duas variáveis apresentaram grande diferença entre as duas coletas, visto que, o volume total transportado na primeira foi de 561 e na segunda coleta 890 (aumento de 58,6%), representando um aumento no volume transportado de aproximadamente 1,6 vezes mais com relação a primeira coleta. E ainda, o número de trabalhadores cresceu 34,6% o que representa 18 trabalhadores a mais dentro da obra, o que impacta consideravelmente na movimentação de material, número de viagens, demanda por material e volume transportado.

4.7 Padronização

A fase de padronização ocorreu na décima segunda semana e nesta fase foi realizado um acompanhamento da utilização do padrão estabelecido e verificou-se que as mudanças sugeridas e executadas durantes a coleta de dados obtiveram resultados significativos para a empresa através de simples modificações na rotina do transporte de material e estabelecimento de uma organização formal do fluxo de material, da priorização e do controle de uso do EC2 para o transporte. Além disso, a empresa pretende implementar os controles e priorizações estabelecidas ainda nessa obra e em outras obras em construção da empresa.

5 CONCLUSÃO

Este artigo estudou os problemas de logística interna e de fluxo de materiais na construção civil e teve como objetivo principal propor uma sistematização de procedimentos para otimizar a movimentação vertical de materiais em um elevador cremalheira no canteiro de obras. O principal resultado alcançado com essa pesquisa, em uma visão global, foi uma otimização da movimentação de materiais dentro do canteiro de obras através do estabelecimento de uma organização formal do fluxo de materiais e informação, da priorização dos materiais, da tomada de decisão e dos controles de uso do elevador cremalheira.

Pode-se observar, através dos indicadores, que apesar do aumento de 34,6% no número de trabalhadores em atividade, de 58,6% na quantidade de material transportada entre a situação inicial e a otimizada, foi possível observar resultados positivos e comprovar a otimização do processo como um todo, exemplos disso são a redução de 63,71% no tempo que o elevador está aguardando algum material e 7,61% no tempo médio por viagem, o aumentou de 4,46% no número de andares percorridos, resultados que demonstram o aumento da eficiência do elevador de cremalheira.

A simplicidade e flexibilidade da sistemática proposta permitem a sua aplicação em um contexto de constantes mudanças no estágio da obra, nas variações de equipes, e volumes de materiais transportados para adaptar-se ao longo de todas essas transformações.

Para trabalhos futuros sugere-se a aplicações da sistemática proposta em outras obras de mesmo porte, fluxo de material complexo ou de porte ligeiramente inferior, ou até mesmo em obras de pequeno porte com foco na movimentação de materiais em outros equipamentos de transporte.

6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. 2ª. ed. v. 1. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2006.

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial:** Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física. 1 - 25. reimpr. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2011.

BARRA, R. B. M. et al. Avaliação da qualidade de serviços logísticos em processos construtivos de unidades habitacionais do programa nacional de habitação rural. **Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 46-69, 2015. Disponível em: < http://docplayer.com.br/10362749-Avaliacao-da-qualidade-de-servicos-logisticos-em-processos-construtivos-de-unidades-habitacionais-do-programa-nacional-de-habitacao-rural.html >. Acesso em: 17 maio 2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDUSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Empresários da construção civil contam com novas oportunidades**. 2016. Disponivel em: <http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/empresarios-da-construcao-contam-com-novas-oportunidades-de-negocio>. Acesso em: 1 jun. 2016.

CAMPO, V. F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia**. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

CAMPOS, V. F. **TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Bloch S.A., 1992.

CHING, H. Y. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada** - *Supply Chain*. 4ª. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais:** uma abordagem logística. 5º. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ECKERT, C. P. D.; MARODIN, G.; SAURIN, T. A. Avançando na implantação da logística interna lean: Dificuldades e resultados alcançados no caso de uma empresa montadora de veículos. **Produção online**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 455-479, abr./jun., 2011. Disponível em: < https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/932/914>. Acesso em: 16 maio 2016.

ENAP - Escola Nacional de Administração Pública. Fundação Escola Nacional de Administração Pública. **Análise e Melhoria de Processos Metodologia MASP**. Apostila de Apoio ao Treinamento On-line. Módulo 1 - Fundamentos e Conceitos. Brasília, 2015.

FETTERMANN, D. D. C.; OLIVEIRA, R. P. D. P. D.; MARODIN, G. D. A. O uso da estratégia de customização em massa em empresas da construção civil. **Produção online**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 135-162, jan./mar. 2015. Disponível em: < https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/1728/1245>. Acesso em: 18 maio 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KOSKELA, L.; ROOKE, J.; TAGGART, M. The role of the supply chain in the elimination and reduction of construction rework and defects: an action research approach. **Construction Management And Economics,** [s.l.], v. 32, n. 7-8, p.829-842, 22 abr. 2014. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/01446193.2014.904965>. Acessado em: 25 de maio de 2016.

MARIZ, R. N.; PICCHI, F. A aplicação de célula de produção no serviço de execução de fachada: Um estudo de caso na construção civil. **Produção online**, Florianópolis, v. 14, n. 2, p. 703-719, abr./jun. 2014. Disponível em: < https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/1499/1153>. Acesso em: 10 maio 2016.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Pordução**, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/prod/v17n1/14.pdf>. Acesso em: 03 maio 2016.

NETO, A. F. R; Aplicação do método de análise e solução de problemas – MASP. **Revista online Especialize**, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/aplicacao-do-metodo-de-analise-e-solucao-de-problemas-masp-1781991.pdf>. Acesso em: 10 maio 2016.

NARA, E.O.B; NEUENFELDT, A.L; SILUK, J.C.M. Estudo de um fluxo interno de materiais baseados na filosofia Lean Manufacturing. **Production.** v. 25, n. 3, p. 691-700, jul./set. 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.112312 >. Acesso em: 25 mar. 2016.

REZENDE, H. A.; JESUS, R. B.; MOURA, R. C. A. A Logística no contexto da construção civil. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, Sergipe, v. 1, n. 16, p. 135-146, Março 2013. Disponível em: < https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/view/542>. Acesso em: 20 maio 2016.

SANTOS, A. R. D. **Metodologia Cientifica:** A Construção do Conhecimento. 7ª. ed. [S.l.]: Lamparina, 2007.

SILVA, H. N.; SILVEIRA, W. J. D. C. **O espaço habitado de quem constrói espaços:** O projeto de três canteiros de obras em Criciúma. IV Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. Viçosa: 2015. Disponível em: < http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/6025 >. Acesso em: 13 maio 2016.

TAKEUCHI, N. Logística Lean. **Lean Institute Brasil**. 2010. Disponível em: < http://www.lean.org.br/artigos/126/logistica-lean.aspx>. Acesso em: 22 mar. 2016.

TURRIONI, J.B.; MELLO, C.H.P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. UNIFEI, 2012. Disponível em: <http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/Mestrado/PCM-10/Apostila-Mestrado/Apostila_Metodologia_Completa_2012.pdf>. Acesso em: 9 maio 2016.

VIEIRA, H. F. **Logística Aplicada à Construção Civil - como melhorar o fluxo de produção na obra**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2006.

APÊNDICE A – TABELA COLETA DE DADOS

DATA: __/__/__ TURNO:											
Ordem	Hora	Material	Quantidade	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada (s)	Tempo Espera (s)
1											
2											
3											
4											

APÊNDICE B – DADOS COLETADOS NA ETAPADA DE ANÁLISE DO PROBLEMA (SEÇÃO 4.3)

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada (s)	Tempo Espera (s)	Nº Andares	Distância (m)	Sentido	Tempo total de viagem	Velocidade
1	Turno 1	1	13:17	4	4	10	1	-2	10	94	10			12	34,2	1	114	0,36
2	Turno 1	2	13:17	3	3	60	1	0	10	60	20			10	28,5	1	140	0,48
3	Turno 1	3		0	0		1	10	13	60				3	8,6	1	60	0,14
4	Turno 1	4		11	11	20	2	13	8	60	20			5	14,3	2	100	0,24
5	Turno 1	5	13:25	1	0	25	2	8	0	90	-			8	22,8	2	115	0,25
6	Turno 1	6		1	0	45	2	0	-3	25	-			3	8,6	2	70	0,34
7	Turno 1	7	13:28	1	0		1	0	1	27	-			1	2,9	1	27	0,11
8	Turno 1	8		2	0	10	1	1	8	50	-	90		7	20,0	1	60	0,40
9	Turno 1	9	13:31	1	1	9	1	8	13	25	10			5	14,3	1	44	0,57
10	Turno 1	10	13:33	0	5		2	13	10	24	27			3	8,6	2	51	0,36
11	Turno 1	11	13:34	1	1	131	2	10	8	10	10			2	5,7	2	151	0,57
12	Turno 1	12	13:35	0	0	13	2	8	7	10	-			1	2,9	2	23	0,29
13	Turno 1	13		0	0		2	7	0	60	-			7	20,0	2	60	0,33
14	Turno 1	14	13:40	8	8	75	1	0	13	104	26			13	37,1	1	205	0,36
15	Turno 1	15	13:42	1	0	15	2	13	9	30	-			4	11,4	2	45	0,38
16	Turno 1	16	13:44	1	0	50	2	9	8	15	-			1	2,9	2	65	0,19
17	Turno 1	17	13:44	0	0		2	8	1	73	37			7	20,0	2	110	0,27
18	Turno 1	18	13:47	0	1		2	1	-2	25	10			3	8,6	2	35	0,34
19	Turno 1	19	13:47	12	13	285	1	-2	9	85	300			11	31,4	1	670	0,37
20	Turno 1	20	13:59	0	0		2	9	0	110	-	80		9	25,7	2	110	0,23
21	Turno 1	21	14:05	3	0	60	1	0	8	60	60			8	22,8	1	180	0,38
22	Turno 1	22		0	3		2	8	1	65	-			7	20,0	2	65	0,31
23	Turno 1	23		7	7	155	1	1	8	70	90		60	7	20,0	1	375	0,29
24	Turno 1			3	3	35	2	8	-2	100	100			10	28,5	2	235	0,29
25	Turno 1	24		2	2	10	1	-2	0	30	-			2	5,7	1	40	0,19
26	Turno 1	25	14:19	1	1	60	1	0	10	115	20	50	50	10	28,5	1	245	0,25
27	Turno 1	26	14:24	0	0		2	10	7	40		175		3	8,6	2	40	0,21
28	Turno 1	27	14:28	1	1	25	2	7	3	45	45			4	11,4	2	115	0,25
29	Turno 1	28	14:29	0	0		2	3	0	48	-			3	8,6	2	48	0,18
30	Turno 1	29		3	3	55	1	0	7	80	47			7	20,0	1	182	0,25
31	Turno 1	30	14:34	1	0	30	1	7	8	30	-			1	2,9	1	60	0,10
32	Turno 1	31		0	0		2	8	7	25	-			1	2,9	2	25	0,11
33	Turno 1	32	14:37	2	0	105	2	7	1	74	5			6	17,1	2	184	0,23
34	Turno 1	33	14:39	0	1		1	1	0	20	-			1	2,9	1	20	0,14
35	Turno 1	34	14:41	0	0		2	0	-2	30	-			2	5,7	2	30	0,19
36	Turno 1	35	14:44	0	2		1	-2	0	35	175			2	5,7	1	210	0,16
37	Turno 1	36	14:47	1	0	25	1	0	1	40	-			1	2,9	1	65	0,07
38	Turno 1	37	14:52	2	0	10	1	1	7	65	-			6	17,1	1	75	0,26

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada (s)	Tempo Espera (s)	Nº Andares	Distância (m)	Sentido	Tempo total de viagem	Velocidade
39	Turno 1	38	14:54	1	1	20	1	7	8	20	50			1	2,9	1	90	0,14
40	Turno 1	39		0	2		2	8	7	20	-			1	2,9	2	20	0,14
41	Turno 1	40		0	1		2	7	3	63	135			4	11,4	2	198	0,18
42	Turno 1	41		1	1	30	2	3	-2	60	40	80	140	5	14,3	2	270	0,24
43	Turno 1	42		1	0	10	1	-2	1	50	-			3	8,6	1	60	0,17
44	Turno 1	43	15:07	2	0	30	1	1	3	28	-			2	5,7	1	58	0,20
45	Turno 1	44	15:08	0	1		1	3	13	102	20			10	28,5	1	122	0,28
46	Turno 1	45	15:10	0	2		2	13	9	50	29			4	11,4	2	79	0,23
47	Turno 1	46	15:14	2	2		2	9	-2	119	10		140	11	31,4	2	269	0,26
48	Turno 1	47	15:21	6	0	336	1	-2	-1	25	-			1	2,9	1	361	0,11
49	Turno 1	48	15:22	3	3	10	1	-1	9	105	10			10	28,5	1	125	0,27
50	Turno 1	49	15:24	2	0	15	1	9	10	24	-			1	2,9	1	39	0,12
51	Turno 1	50		0	8		1	10	11	40	29			1	2,9	1	69	0,07
52	Turno 1	51	15:26	3	3	15	2	11	9	30	20		120	2	5,7	2	185	0,19
53	Turno 1	52		3	3	15	2	9	0	75	15			9	25,7	2	105	0,34
54	Turno 1	53	15:30	0	0		2	0	-2	20	-			2	5,7	2	20	0,29
55	Turno 1	54	15:34	13	13	240	1	-2	10	130	420			12	34,2	1	790	0,26
56	Turno 1	55	15:44	1	1		2	10	0	80	10			10	28,5	2	90	0,36
57	Turno 1	56	15:46	3	3	20	1	0	13	105	15		115	13	37,1	1	255	0,35
58	Turno 1	57	15:51	3	3		2	13	11	26	10			2	5,7	2	36	0,22
59	Turno 1	58	15:52	0	0		2	11	8	40	-			3	8,6	2	40	0,21
60	Turno 1	59		2	2	90	1	8	9	20	70			1	2,9	1	180	0,14
61	Turno 1	60	15:55	3	3		1	9	11	30	10		395	2	5,7	1	435	0,19
62	Turno 1	61	16:02	3	3	10	2	11	0	93	5			11	31,4	2	108	0,34
63	Turno 1	62	16:07	0	0		1	0	1	18	-	170		1	2,9	1	18	0,16
64	Turno 1	63	16:08	1	1	70	1	1	7	70	13			6	17,1	1	153	0,24
65	Turno 1	64	16:10	0	0		1	7	10	75	-			3	8,6	1	75	0,11
66	Turno 1	65	16:11	1	0	10	2	10	3	55	-			7	20,0	2	65	0,36
67	Turno 1	66	16:12	1	0	10	2	3	1	22	-			2	5,7	2	32	0,26
68	Turno 1	67	16:13	0	1		2	1	-2	37	10			3	8,6	2	47	0,23
69	Turno 1	68	16:18	18	1	275	1	-2	0	15	85			2	5,7	1	375	0,38
70	Turno 1	69	16:22	1	1	170	1	0	9	101	10			9	25,7	1	281	0,25
71	Turno 1	70	16:24	0	1		1	9	10	19	25			1	2,9	1	44	0,15
72	Turno 1	71	16:30	0	17		2	10	9	20	336			1	2,9	2	356	0,14
73	Turno 1	72	16:31	1	1		2	9	-2	100	10			11	31,4	2	110	0,31
74	Turno 1	73	16:35	8	0	138	1	-2	1	40	-		75	3	8,6	1	253	0,21
75	Turno 1	74	16:37	4	4	120	1	1	7	80	50			6	17,1	1	250	0,21
76	Turno 1	75	16:40	0	0		1	7	10	30	-			3	8,6	1	30	0,29
77	Turno 1	76	16:43	0	8		2	10	7	30	130			3	8,6	2	160	0,29
78	Turno 1	77	16:43	4	4	30	2	7	0	63	25			7	20,0	2	118	0,32
79	Turno 1	78	16:45	0	0		1	0	13	116	-			13	37,1	1	116	0,32

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada (s)	Tempo Espera (s)	Nº Andares	Distância (m)	Sentido	Tempo total de viagem	Velocidade
80	Turno 1	79	16:51	3	3	255	2	13	0	100	20			13	37,1	2	375	0,37
81	Turno 1	80	16:54	0	0		2	0	-3	33				3	8,6	2	33	0,26
82	Turno 2	1	07:47	4	4	10	1	0	8	81	22			8	22,8	1	113	0,28
83	Turno 2	2	07:49	0	0		2	8	2	64		18		6	17,1	2	64	0,27
84	Turno 2	3	07:51	0	0		2	2	-3	52	5			5	14,3	2	57	0,27
85	Turno 2	4		2	0	63	1	-3	-2	8				1	2,9	1	71	0,36
86	Turno 2	5	07:53	2	2	60	1	-2	0	26	25			2	5,7	1	111	0,22
87	Turno 2	6	07:55	7	0	18	1	0	5	72				5	14,3	1	90	0,20
88	Turno 2	7		0	2		1	5	7	26	6			2	5,7	1	32	0,22
89	Turno 2	8	07:57	0	3		1	7	10	35	15			3	8,6	1	50	0,24
90	Turno 2	9	07:58	0	2		1	10	13	33	15			3	8,6	1	48	0,26
91	Turno 2	10	07:59	2	0	54	2	13	11	28				2	5,7	2	82	0,20
92	Turno 2	11	08:00	1	0	20	2	11	9	20				2	5,7	2	40	0,29
93	Turno 2	12	08:01	0	2		2	9	1	88	32			8	22,8	2	120	0,26
94	Turno 2	13	08:03	0	3		2	1	0	20	21			1	2,9	2	41	0,14
95	Turno 2	14	08:04	10	2	50	1	0	13	124	35			13	37,1	1	209	0,30
96	Turno 2	15	08:07	0	4		2	13	8	38	17			5	14,3	2	55	0,38
97	Turno 2	16	08:08	0	4		2	8	-1	77	20			9	25,7	2	97	0,33
98	Turno 2	17	08:11	0	0	51	1	-1	0	22	10			1	2,9	1	83	0,13
99	Turno 2	18	08:12	5	0	65	1	0	13	139	22			13	37,1	1	226	0,27
100	Turno 2	19	08:15	0	3		2	13	9	35	22			4	11,4	2	57	0,33
101	Turno 2	20	08:17	0	2		2	9	0	86	45			9	25,7	2	131	0,30
102	Turno 2	21	08:18	2	0	20	1	0	1	14				1	2,9	1	34	0,20
103	Turno 2	22	08:19	1	1	45	1	1	7	60	16			6	17,1	1	121	0,29
104	Turno 2	23	08:21	0	0		1	7	11	60				4	11,4	1	60	0,19
105	Turno 2	24	08:22	0	2		2	11	9	30	28			2	5,7	2	58	0,19
106	Turno 2	25	08:24	3	0	68	2	9	-2	109				11	31,4	2	177	0,29
107	Turno 2	26	08:28	0	3	15	1	-2	-1	23	104			1	2,9	1	142	0,12
108	Turno 2	27	08:29	2	0	69	1	-1	1	30	45			2	5,7	1	144	0,19
109	Turno 2	28	08:31	0	2		2	1	-1	32				2	5,7	2	32	0,18
110	Turno 2	29	08:34	2	0	143	1	-1	3	52				4	11,4	1	195	0,22
111	Turno 2	30	08:35	0	1		1	3	11	84	20			8	22,8	1	104	0,27
112	Turno 2	31	08:38	0	1		2	11	10	21	68			1	2,9	2	89	0,14
113	Turno 2	32	08:40	0	0		2	10	9	25			120	1	2,9	2	145	0,11
114	Turno 2	33	08:42	0	0		2	9	0	97		83		9	25,7	2	97	0,26
115	Turno 2	34	08:45	14	14	99	1	0	6	77	40			6	17,1	1	216	0,22
116	Turno 2	35	08:47	0	0		2	6	3	55		56		3	8,6	2	55	0,16
117	Turno 2	36	08:49	0	0		2	3	-1	50				4	11,4	2	50	0,23
118	Turno 2	37	08:50	1	1	24	1	-1	9	93	190			10	28,5	1	307	0,31
119	Turno 2	38	08:55	1	1	10	2	9	-1	110	13			10	28,5	2	133	0,26
120	Turno 2	39	08:59	1	1	10	2	-1	-2	20	10	89		1	2,9	2	40	0,14

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada (s)	Tempo Espera (s)	Nº Andares	Distância (m)	Sentido	Tempo total de viagem	Velocidade
121	Turno 2	40	09:02	14	14	180	1	-2	11	140	270	180		13	37,1	1	590	0,26
122	Turno 2	41	09:12	0	0		2	11	0	120				11	31,4	2	120	0,26
123	Turno 2	42	09:14	1	1	12	1	0	8	100	8			8	22,8	1	120	0,23
124	Turno 2	43	09:16	0	0		2	8	3	60				5	14,3	2	60	0,24
125	Turno 2	44	09:18	1	0	35	2	3	2	17				1	2,9	2	52	0,17
126	Turno 2	45	09:20	0	0		2	2	0	47		130		2	5,7	2	47	0,12
127	Turno 2	46	09:21	1	1	10	2	0	-2	30				2	5,7	2	40	0,19
128	Turno 2	47	09:40	23	1	270	1	-2	9	136	60		800	11	31,4	1	1266	0,23
129	Turno 2	48	09:42	0	1		1	9	13	27	9			4	11,4	1	36	0,42
130	Turno 2	49	09:43	0	1		2	13	2	83		25		11	31,4	2	83	0,38
131	Turno 2	50	09:51	0	21		2	2	0	27	403			2	5,7	2	430	0,21
132	Turno 2	51	09:52	4	4	10	1	0	3	36	15			3	8,6	1	61	0,24
133	Turno 2	52	09:53	0	0		2	3	-2	58				5	14,3	2	58	0,25
134	Turno 2	53	09:55	1	0	10	1	-2	0	33	-			2	5,7	1	43	0,17
135	Turno 2	54	09:55	1	1	9	1	0	8	81	7			8	22,8	1	97	0,28
136	Turno 2	55	09:57	0	0	12	2	8	9	30	-			1	2,9	2	42	0,10
137	Turno 2	56	09:58	2	0		2	9	7	34	16			2	5,7	2	50	0,17
138	Turno 2	57	09:58	0	2		2	7	3	44	15			4	11,4	2	59	0,26
139	Turno 2	58	10:00	0	1		2	3	0	45	6			3	8,6	2	51	0,19
140	Turno 2	59	10:01	1	1	48	1	0	3	40	10		15	3	8,6	1	113	0,21
141	Turno 2	60	10:03	0	0		2	3	-3	86	-			6	17,1	2	86	0,20
142	Turno 2	61	10:05	1	1	64	1	-3	2	53	16			5	14,3	1	133	0,27
143	Turno 2	62	10:06	0	0		2	2	0	42	-			2	5,7	2	42	0,14
144	Turno 2	63	10:08	3	3	10	1	0	-3	36	9			3	8,6	1	55	0,24
145	Turno 2	64	10:09	0	0		2	3	-2	60	-			5	14,3	2	60	0,24
146	Turno 2	65	10:17	21	21	427	1	-2	2	48	686			4	11,4	1	1161	0,24
147	Turno 2	66	10:29	2	0	5	1	2	10	120	-			8	22,8	1	125	0,19
148	Turno 2	67	10:31	0	0		2	10	0	75	-			10	28,5	2	75	0,38
149	Turno 2	68	10:33	1	2		1	0	3	54	20			3	8,6	1	74	0,16
150	Turno 2	69	10:34	0	1	5	2	3	0	57	4			3	8,6	2	66	0,15
151	Turno 2	70	10:35	2	0	51	1	0	3	50	38			3	8,6	1	139	0,17
152	Turno 2	71	10:37	0	2		2	3	0	49	-			3	8,6	2	49	0,17
153	Turno 2	72	10:39	2	2	30	1	0	7	113	26	47		7	20,0	1	169	0,18
154	Turno 2	73	10:41	0	0		2	7	-2	115	-			9	25,7	2	115	0,22
155	Turno 2	74	10:43	2	2	40	1	-2	0	25	14			2	5,7	1	79	0,23
156	Turno 2	75	10:51	4	0		1	0	13	130	10			13	37,1	1	140	0,29
157	Turno 2	76	10:54	0	2	437	2	13	7	80	-			6	17,1	2	517	0,21
158	Turno 2	77	11:01	3	2		2	7	-2	100	277			9	25,7	2	377	0,26
159	Turno 2	78	11:03	0	2	52	1	-2	**0**	20	22			2	5,7	1	94	0,29
160	Turno 2	79	11:03	0	1		1	**-1**	0	15	39			1	2,9	1	54	0,19
161	Turno 2	80	11:05	2	0	10	2	0	-1	39	-			1	2,9	2	49	0,07

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada (s)	Tempo Espera (s)	Nº Andares	Distância (m)	Sentido	Tempo total de viagem	Velocidade
162	Turno 2	81	11:06	2	3	49	1	-1	5	85	11			6	17,1	1	145	0,20
163	Turno 2	82	11:08	0	0		1	5	8	42	-			3	8,6	1	42	0,20
164	Turno 2	83	11:09	0	1		1	8	11	28	10			3	8,6	1	38	0,31
165	Turno 2	84		4	0	30	2	11	7	41	24			4	11,4	2	95	0,28
166	Turno 2	85	11:12	2	2	82	1	7	11	43	10			4	11,4	1	135	0,27
167	Turno 2	86	11:13	0	2		2	11	3	76	-			8	22,8	2	76	0,30
168	Turno 2	87	11:15	1	0	20	2	3	-2	52	-			5	14,3	2	72	0,27
169	Turno 2	88	11:20	0	3		1	-2	-1	19	263			1	2,9	1	282	0,15
170	Turno 2	89	11:21	2	0	38	1	-1	8	98				9	25,7	1	136	0,26
171	Turno 2	90	11:23	0	1		1	8	9	22	10			1	2,9	1	32	0,13
172	Turno 2	91	11:25	1	1	20	2	9	8	23	127			1	2,9	2	170	0,12
173	Turno 2	92	11:26	1	0	30	2	8	7	22	-			1	2,9	2	52	0,13
174	Turno 2	93	11:27	2	0	20	2	7	6	33	15			1	2,9	2	68	0,09
175	Turno 2	94	11:28	0	2		2	6	5	20	16			1	2,9	2	36	0,14
176	Turno 2	95	11:28	1	1	14	2	5	0	64	17			5	14,3	2	95	0,22
177	Turno 2	96	11:30	0	0		2	0	-2	27	-			2	5,7	2	27	0,21
178	Turno 2	97	11:33	0	2		1	-2	0	39	210			2	5,7	1	249	0,15
179	Turno 2	98	11:34	0	0		1	0	13	109	-	10		13	37,1	1	109	0,34
180	Turno 2	99	11:36	0	0		2	13	7	43	-			6	17,1	2	43	0,40
181	Turno 2	100	11:37	0	0		1	7	8	19	-		60	1	2,9	1	79	0,15
182	Turno 2	101	11:41	8	8	194	2	8	0	89	30			8	22,8	2	313	0,26
183	Turno 2	102	11:43	3	3	30	1	0	13	104	14			13	37,1	1	148	0,36
184	Turno 2	103	11:45	0	0		2	13	5	74				8	22,8	2	74	0,31
185	Turno 2	104	11:46	2	2	9	1	5	9	51	15			4	11,4	1	75	0,22
186	Turno 2	105	11:48	2	2		1	9	13	60	15			4	11,4	1	75	0,19
187	Turno 2	105	11:52	3	3	240	2	13	0	114	15			13	37,1	2	369	0,33
188	Turno 3	1	13:08	6	6	120	1	0	13	120	168			13	37,1	1	408	0,31
189	Turno 3	2	13:14	7	0	44	1	0	5	66				5	14,3	1	110	0,22
190	Turno 3	3	13:16	0	1		1	5	8	38	13			3	8,6	1	51	0,23
191	Turno 3	4	13:17	0	6		1	8	11	36	30			3	8,6	1	66	0,24
192	Turno 3	5	13:18	2	2	17	2	11	1	92	6			10	28,5	2	115	0,31
193	Turno 3	6	13:20	0	0		2	1	-2	49				3	8,6	2	49	0,17
194	Turno 3	7	13:26	30	2	340	1	-2	13	124	18	25		15	42,8	1	482	0,34
195	Turno 3	8	13:30	0	0		2	13	2	70				11	31,4	2	70	0,45
196	Turno 3	9	13:42	0	28		2	2	-2	50	622			4	11,4	2	672	0,23
197	Turno 3	10	13:43	1	0	25	1	-2	0	33				2	5,7	1	58	0,17
198	Turno 3	11	13:44	1	0	8	1	0	1	26				1	2,9	1	34	0,11
199	Turno 3	12	13:44	2	0	13	1	1	8	81				7	20,0	1	94	0,25
200	Turno 3	13	13:46	0	1		1	8	13	56	7			5	14,3	1	63	0,25
201	Turno 3	14	13:47	0	2		2	13	8	53	10			5	14,3	2	63	0,27
202	Turno 3	15	13:50	3	0	105	2	8	3	42				5	14,3	2	147	0,34

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada (s)	Tempo Espera (s)	Nº Andares	Distância (m)	Sentido	Tempo total de viagem	Velocidade
203	Turno 3	16	13:51	0	1		2	3	0	55	32			3	8,6	2	87	0,16
204	Turno 3	17	13:53	0	3		2	0	-2	33	45			2	5,7	2	78	0,17
205	Turno 3	18	13:59	28	28	330	1	-2	2	65	568			4	11,4	1	963	0,18
206	Turno 3	19	14:10	0	0		2	2	1	27				1	2,9	2	27	0,11
207	Turno 3	20	14:11	2	2	49	1	1	2	28	60	40		1	2,9	1	137	0,10
208	Turno 3	21	14:13	0	0		1	2	6	42				4	11,4	1	42	0,27
209	Turno 3	22	14:15	2	2	12	2	6	3	32	26	49		3	8,6	2	70	0,27
210	Turno 3	23	14:16	0	0		2	3	-2	75				5	14,3	2	75	0,19
211	Turno 3	24	14:26	28	28	515	1	-2	2	45	688			4	11,4	1	1248	0,25
212	Turno 3	25	14:38	0	0		2	2	0	25				2	5,7	2	25	0,23
213	Turno 3	26	14:39	4	1	20	1	0	8	92	25			8	22,8	1	137	0,25
214	Turno 3	27	14:41	0	0		1	8	13	47				5	14,3	1	47	0,30
215	Turno 3	28	14:42	1	3	12	2	13	11	30	32			2	5,7	2	74	0,19
216	Turno 3	29	14:43	3	0	14	2	11	0	100				11	31,4	2	114	0,31
217	Turno 3	30	14:47	0	4		2	0	-2	29	27	96		2	5,7	2	56	0,20
218	Turno 3	31	14:51	11	11	139	1	-2	2	50	270	90		4	11,4	1	459	0,23
219	Turno 3	32	14:58	0	0		1	2	7	86		108		5	14,3	1	86	0,17
220	Turno 3	33	15:01	0	0		1	7	9	50			80	2	5,7	1	130	0,11
221	Turno 3	34	15:02	0	0		2	9	-2	90			20	11	31,4	2	110	0,35
222	Turno 3	35		4	4	84	1	-2	0	295	80		78	2	5,7	1	537	0,02
223	Turno 3	36	15:10	2	2	68	1	0	7	85	80			7	20,0	1	233	0,23
224	Turno 3	37	15:14	0	0		2	7	2	74				5	14,3	2	74	0,19
225	Turno 3	38	15:15	3	3	41	1	2	6	54	48			4	11,4	1	143	0,21
226	Turno 3	39	15:17	0	0		2	6	0	79				6	17,1	2	79	0,22
227	Turno 3	40	15:19	2	2	64	1	0	7	85	167			7	20,0	1	316	0,23
228	Turno 3	41	15:24	2	2	15	2	7	0	80	45			7	20,0	2	140	0,25
229	Turno 3	42	15:29	4	0	209	1	0	10	89				10	28,5	1	298	0,32
230	Turno 3	43	15:31	0	2		2	10	7	55	10			3	8,6	2	65	0,16
231	Turno 3	44	15:35	2	2		2	7	-2	100	210			9	25,7	2	310	0,26
232	Turno 3	45	15:38	0	2		1	-2	0	25	35			2	5,7	1	60	0,23
233	Turno 3	46	15:39	2	2	59	2	0	-2	21				2	5,7	2	80	0,27
234	Turno 3	47	15:41	0	0		1	-2	0	30				2	5,7	1	30	0,19
235	Turno 3	48	15:42	4	4	60	1	0	11	100	10			11	31,4	1	170	0,31
236	Turno 3	49	15:44	0	0		2	11	-3	140				14	39,9	2	140	0,29
237	Turno 3	50	15:52	16	16	290	1	-3	10	132	351			13	37,1	1	773	0,28
238	Turno 3	51	16:00	0	0		2	10	-3	203				13	37,1	2	203	0,18
239	Turno 3	52	16:06	16	0	218	1	-3	0	40				3	8,6	1	258	0,21
240	Turno 3	53	16:07	2	2	44	1	0	13	120	5			13	37,1	1	169	0,31
241	Turno 3	54	16:09	0	0		2	13	10	32				3	8,6	2	32	0,27
242	Turno 3	55		0	16		2	10	13		250			3	8,6	2	250	0,29
243	Turno 3	56		0	0		2	13	-3					16	45,6	2	0	1,47

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada (s)	Tempo Espera (s)	Nº Andares	Distância (m)	Sentido	Tempo total de viagem	Velocidade
244	Turno 3	57	16:21	16	0	237	1	-3	0	41				3	8,6	1	278	0,21
245	Turno 3	58	16:22	2	2	10	1	0	8	96	6			8	22,8	1	112	0,24
246	Turno 3	59	16:23	0	0		1	8	10	40				2	5,7	1	40	0,14
247	Turno 3	60	16:30	0	16		2	10	8	47	335			2	5,7	2	382	0,12
248	Turno 3	61	16:31	5	5	15	2	8	0	120	20			8	22,8	2	155	0,19
249	Turno 3	62	16:36	0	0		1	0	6	54			180	6	17,1	1	234	0,32
250	Turno 3	63	16:40	2	2	46	2	6	0			55	230	6	17,1	2	276	0,32
251	Turno 3	65	16:44	0	0		1	0	13	116	40	60		13	37,1	1	156	0,32
252	Turno 3	66	16:51	2	2		2	13	0	106	8		275	13	37,1	2	389	0,35
253	Turno 3	67	16:53	0	0		1	0					15	0	0,0	1	15	0,00

APÊNDICE C – TABELA COM QUANTIDADES DOS MATERIAIS TRANSPORTADOS

	Material	Quantidade	%
1	Operador	142	25,31%
2	Piso	137	24,42%
3	Gesso	98	17,47%
4	Girica vazia	37	6,60%
5	Visita	27	4,81%
6	Girica argamassa	25	4,46%
7	Canos	21	3,74%
8	Cimento cola II	16	2,85%
9	Carrinho com ferramentas	10	1,78%
10	Cimento cola II	10	1,78%
11	Carrinho argamassa	9	1,60%
12	Girica lixo	6	1,07%
13	Carrinho vazio	5	0,89%
14	Madeira	5	0,89%
15	Cavalete	5	0,89%
16	Girica com alvenaria	3	0,53%
17	Girica com ferramenta	1	0,18%
18	Girica com salpico	1	0,18%
19	Mesa	1	0,18%
20	Rejunte	1	0,18%
21	Isopor	1	0,18%
	Total	561	

APÊNDICE D – TABELA DE PROGRAMAÇÃO

Data: __/__/__ Turno:					
Horário do pedido	Material	Quantidade	Andar	Horário planejado entrega	Horário real entrega

APÊNDICE E – DADOS COLETADOS NA ETAPA DE VERIFICAÇÃO (SEÇÃO 4.6)

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada	Tempo Espera	Nº Andares	Distância (m)	Tempo total de viagem	Velocidade
1	Turno 1	1	07:47	4	2	5	1	0	7	45	5			7	20,0	55	0,44
2	Turno 1	2	07:48	0	2		1	7	11	53	6	18		4	11,4	59	0,22
3	Turno 1	3	07:50	0	0		2	11	0	97			40	11	31,4	137	0,32
4	Turno 1	4		3	1	10	1	0	4	53	16		41	4	11,4	120	0,22
5	Turno 1	5	07:54	0	2		1	4	7	54	8	12		3	8,6	62	0,16
6	Turno 1	6	07:55	0	0		2	7	0	81				7	20,0	81	0,25
7	Turno 1	7	07:56	5	2	19	1	0	5	56	6			5	14,3	81	0,25
8	Turno 1	8	07:58	0	3		1	5	13	92	5			8	22,8	97	0,25
9	Turno 1	9	08:00	0	0		2	13	7	58				6	17,1	58	0,29
10	Turno 1	10		5	5	74	2	7	2	51	70			5	14,3	195	0,28
11	Turno 1	11	08:04	0	0		2	2	0	38				2	5,7	38	0,15
12	Turno 1	12	08:07	25	25	134	1	0	8	50	100			8	22,8	284	0,46
13	Turno 1	13	08:09	0	0		2	8	1	83				7	20,0	83	0,24
14	Turno 1	14	08:10	3	3	17	1	1	13	100	21			12	34,2	138	0,34
15	Turno 1	15		0	0		2	13	6	58			11	5	14,3	69	0,25
16	Turno 1	16	08:15	1	1	10	2	6	-1	76	10	10		14	39,9	96	0,53
17	Turno 1	17	08:17	0	0		2	-1	-2	14		140		8	22,8	14	1,63
18	Turno 1	18	08:20	0	0		2	-2	-3	12				2	5,7	12	0,48
19	Turno 1	19	08:21	1	1	15	1	-3	0	42	12			2	5,7	69	0,14
20	Turno 1	20	08:22	4	1	15	1	0	9	90	15			12	34,2	120	0,38
21	Turno 1	21	08:24	0	0		1	9	13	37			107	13	37,1	144	1,00
22	Turno 1	22	08:26	4	5	15	2	13	5	60	15			4	11,4	90	0,19
23	Turno 1	23	08:28	0	2		2	5	0	59	15			13	37,1	74	0,63
24	Turno 1	24	08:29	0	0		2	0	-2	28				7	20,0	28	0,71
25	Turno 1	25		14	0	20	1	-2	-1	15				1	2,9	35	0,19
26	Turno 1	26	08:31	1	1	30	1	-1	6	90	30	10		8	22,8	150	0,25
27	Turno 1	27	08:34	0	14		1	6	7	20	42	-		8	22,8	62	1,14
28	Turno 1	28	08:35	0	0		2	7	1	76	-	112		6	17,1	76	0,23
29	Turno 1	29	08:37	0	0		2	1	0	21	-	89	40	1	2,9	61	0,14
30	Turno 1	30	08:40	0	0		1	0	1	18	-	10		1	2,9	18	0,16
31	Turno 1	31	08:41	1	1	16	1	1	8	78	15	-		7	20,0	109	0,26
32	Turno 1	32	08:43	0	0		2	8	7	23	-	-		1	2,9	23	0,12
33	Turno 1	33	08:46	15	15	160	1	7	11	50	210	80		4	11,4	420	0,23
34	Turno 1	34	08:52	0	0		2	11	4	83	-	120		7	20,0	83	0,24
35	Turno 1	35	08:58	5	5	180	2	4	-2	60	60	28		6	17,1	300	0,29
36	Turno 1	36	09:00	0	0		2	-2	-3	25	-			1	2,9	25	0,11
37	Turno 1	37	09:12	16	5	233	1	-3	5	87	145	382		8	22,8	465	0,26
38	Turno 1	38	09:16	0	10		2	5	4	20	262			1	2,9	282	0,14
39	Turno 1	39	09:21	1	1	10	1	4	5	30	40			1	2,9	80	0,10

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada	Tempo Espera	Nº Andares	Distância (m)	Tempo total de viagem	Velocidade
40	Turno 1	40	09:22	0	1		2	5	0	56	-			5	14,3	56	0,25
41	Turno 1	41	09:26	21	12	142	1	0	2	31	116			2	5,7	289	0,18
42	Turno 1	42	09:28	0	9		1	2	4	28	81			2	5,7	109	0,20
43	Turno 1	43	09:30	0	0		2	4	0	53	-			4	11,4	53	0,22
44	Turno 1	44	09:33	20	4	135	1	0	2	38	10			2	5,7	183	0,15
45	Turno 1	45	09:34	0	16		1	2	6	50	160			4	11,4	210	0,23
46	Turno 1	46		0	0		1	6	7	15	-			1	2,9	15	0,19
47	Turno 1	47	09:37	2	2	10	2	7	6	32	13			1	2,9	55	0,09
48	Turno 1	48	09:39	0	0		1	6	8	38	-			2	5,7	38	0,15
49	Turno 1	49	09:39	2	2	21	2	8	7	24	15	55		1	2,9	60	0,12
50	Turno 1	50	09:40	0	0		2	7	5	30	-	-		2	5,7	30	0,19
51	Turno 1	51	09:41	1	0	16	2	5	0	60	-	12		5	14,3	76	0,24
52	Turno 1	52	09:43	0	1		2	0	-2	21	60	-		2	5,7	81	0,27
53	Turno 1	53	09:44	0	0	-	1	-2	-1	21	-	-		1	2,9	21	0,14
54	Turno 1	54	09:45	10	0	40	1	-1	0	30	-			1	2,9	70	0,10
55	Turno 1	55	09:47	8	8	55	1	0	3	37	26			3	8,6	118	0,23
56	Turno 1	56	09:47	0	3	-	1	3	6	36	30			3	8,6	66	0,24
57	Turno 1	57	09:49	2	6	-	1	6	9	35	60			3	8,6	60	0,24
58	Turno 1	58	09:50	1	0	15	1	9	10	10	-			1	2,9	25	0,29
59	Turno 1	59	09:51	0	1	-	1	10	11	23	10	10		1	2,9	33	0,12
60	Turno 1	60	09:52	0	1	-	2	11	5	61	50	10		6	17,1	111	0,28
61	Turno 1	61	09:54	0	0	-	2	5	4	20	-	60	100	1	2,9	120	0,14
62	Turno 1	62	09:57	1	0	-	2	4	0	70	-	-		4	11,4	70	0,16
63	Turno 1	63	09:59	15	2	77	1	0	7	80	-	30		7	20,0	157	0,25
64	Turno 1	64	10:01	0	1	-	1	7	13	50	10			6	17,1	60	0,34
65	Turno 1	65	10:03	0	9	-	2	13	9	34	42			4	11,4	76	0,34
66	Turno 1	66	10:03	0	2	-	2	9	0	82	10			9	25,7	92	0,31
67	Turno 1	67	10:05	0	2	10	1	0	3	78	-			3	8,6	88	0,11
68	Turno 1	68	10:07	3	2	10	1	3	5	40	10			2	5,7	60	0,14
69	Turno 1	69		0	3	-	1	5	13	77	20			8	22,8	97	0,30
70	Turno 1	70	10:09	0	0	-	2	13	-3	130	-			16	45,6	130	0,35
71	Turno 1	71	10:15	11	0	180	1	-3	2	40	-	20		5	14,3	220	0,36
72	Turno 1	72	10:17	0	0	-	2	2	0	27	-		90	2	5,7	117	0,21
73	Turno 1	73		1	11	20	1	0	2	28	270			2	5,7	318	0,20
74	Turno 1	74	10:24	0	0	-	2	2	-3	60	-			5	14,3	60	0,24
75	Turno 1	75	10:28	10	10	213	1	-3	2	54	279			5	14,3	546	0,26
76	Turno 1	76		0	0	-	1	2	5	35	-			3	8,6	35	0,24
77	Turno 1	77	10:34	2	2	10	2	5	0	75	15	150		5	14,3	100	0,19
78	Turno 1	78	10:39	4	2	-	1	0	6	65	17			6	17,1	82	0,26
79	Turno 1	79	10:40	0	2	-	1	6	13	55	4			7	20,0	59	0,36

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada	Tempo Espera	Nº Andares	Distância (m)	Tempo total de viagem	Velocidade
80	Turno 1	80	10:41	0	0	-	2	13	0	140	-	-	-	13	37,1	140	0,26
81	Turno 1	81	10:44	0	0	-	2	0	-3	33	-			3	8,6	33	0,26
82	Turno 1	82	10:47	11	12	240	1	-3	3	60	317			6	17,1	617	0,29
83	Turno 1	83	10:55	0	0	-	2	3	-3	72	-			6	17,1	72	0,24
84	Turno 1	84	11:00	16	0	300	1	-3	0	20	-			3	8,6	320	0,43
85	Turno 1	85		1	1	-	1	0	13	110	10			13	37,1	120	0,34
86	Turno 1	86	11:05	0	0	-	2	13	7	50	-			6	17,1	50	0,34
87	Turno 1	87		2	2	20	2	7	6	26	12			1	2,9	58	0,11
88	Turno 1	88		0	16	-	2	6	3	35	340			3	8,6	375	0,24
89	Turno 1	89	11:13	0	0	-	1	3	11	77	-			8	22,8	77	0,30
90	Turno 1	90	11:15	4	4	39	2	11	5	64	10	106	20	6	17,1	133	0,27
91	Turno 1	91	11:18	0	0	-	1	5	6	20	-	-		1	2,9	20	0,14
92	Turno 1	92	11:18	1	1	24	2	6	5	25	-	179		1	2,9	49	0,11
93	Turno 1	93	11:24	8	8	110	2	5	0	72	43	10		0	0,0	225	0,00
94	Turno 1	94	11:37	0	0	-	1	0	8	87	-	625		0	0,0	87	0,00
95	Turno 1	95	11:38	0	0	-	1	8	13	60	-			0	0,0	60	0,00
96	Turno 1	96	11:40	6	6	20	2	13	0	128	25					173	0,00
97	Turno 2	1	07:47	6	6	86	1	0	13	109	58	60		13	37,1	253	0,34
98	Turno 2	2	07:55	3	2	16	1	0	7	68	8	-		7	20,0	92	0,29
99	Turno 2	3	07:56	0	1	-	1	7	13	60	6	93		6	17,1	66	0,29
100	Turno 2	4		0	0	-	2	13	4	78	-	120	60	9	25,7	138	0,33
101	Turno 2	5		0	0	-	2	4	3	25	-	67		1	2,9	25	0,11
102	Turno 2	6		0	0	-	2	3	-3	48	-		30	6	17,1	78	0,36
103	Turno 2	7	08:08	6	0	60	1	-3	0	54	-			3	8,6	114	0,16
104	Turno 2	8	08:09	8	5	25	1	0	1	22	36			1	2,9	83	0,13
105	Turno 2	9	08:10	0	2	-	1	1	9	81	10	30		8	22,8	91	0,28
106	Turno 2	10		0	7	-	1	9	11	24	15	23		2	5,7	39	0,24
107	Turno 2	11	08:13	0	0	-	2	11	-1	120	-	30		12	34,2	120	0,29
108	Turno 2	12	08:19	8	8	181	1	-1	11	120	106	33		12	34,2	407	0,29
109	Turno 2	13	08:23	0	0	-	2	11	-1	105	-	43		12	34,2	105	0,33
110	Turno 2	14	08:28	6	6	117	1	-1	11	123	43			12	34,2	283	0,28
111	Turno 2	15	08:30	0	0	-	2	11	1	101	-	18		10	28,5	101	0,28
112	Turno 2	16	08:32	4	4	14	1	1	13	107	9			12	34,2	130	0,32
113	Turno 2	17	08:34	0	0	-	2	13	-2	142	-	38		15	42,8	142	0,30
114	Turno 2	18	08:43	24	24	180	1	-2	11	129	310	100		13	37,1	619	0,29
115	Turno 2	19	08:57	0	0	-	2	11	-2	116	-	259	60	13	37,1	176	0,32
116	Turno 2	20	09:16	0	0	-	1	-2	0	30	-	1030		2	5,7	30	0,19
117	Turno 2	21	09:17	2	2	10	1	0	13	126	20			13	37,1	156	0,29
118	Turno 2	22	09:19	0	0	-	2	13	7	56	-			6	17,1	56	0,31
119	Turno 2	23	09:20	1	1	10	2	7	-2	97	5			9	25,7	112	0,26

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada	Tempo Espera	Nº Andares	Distância (m)	Tempo total de viagem	Velocidade
120	Turno 2	24	09:28	21	1	222	1	-2	3	60	5	143		5	14,3	287	0,24
121	Turno 2	25	09:30	2	3	20	1	3	9	53	11			6	17,1	84	0,32
122	Turno 2	26	09:31	0	19	-	1	9	11	39	239	185		2	5,7	278	0,15
123	Turno 2	27	09:39	0	0	-	2	11	7	48	-	-		4	11,4	48	0,24
124	Turno 2	28	09:40	1	0	13	2	7	6	20	-	-		1	2,9	33	0,14
125	Turno 2	29	09:41	1	2	38	2	6	-2	105	63	34		8	22,8	206	0,22
126	Turno 2	30	09:45	1	0	5	1	-2	0	39	-			2	5,7	44	0,15
127	Turno 2	31	09:45	0	1	-	1	0	13	114	6			13	37,1	120	0,33
128	Turno 2	32	09:48	0	0	-	2	13	8	60	-			5	14,3	60	0,24
129	Turno 2	33	09:49	1	0	10	2	8	3	50	-			5	14,3	60	0,29
130	Turno 2	34	09:50	1	2	15	2	3	1	28	15			2	5,7	58	0,20
131	Turno 2	35	09:50	0	0	-	2	1	-2	45	-			3	8,6	45	0,19
132	Turno 2	36	09:51	14	0	10	1	-2	1	30	-	48		3	8,6	40	0,29
133	Turno 2	37	09:53	1	14	12	1	1	7	55	43	33		6	17,1	110	0,31
134	Turno 2	38	09:55	0	1	-	1	7	13	54	7	17		6	17,1	61	0,32
135	Turno 2	39	09:57	0	0	-	2	13	0	109	-	14		13	37,1	109	0,34
136	Turno 2	40	09:59	3	3	20	1	0	11	96	12	19		11	31,4	128	0,33
137	Turno 2	41	10:02	0	0	-	2	11	-2	112	-	46		13	37,1	112	0,33
138	Turno 2	42	10:08	1	1	12	1	-2	1	49	70	248		3	8,6	131	0,17
139	Turno 2	43	10:10	0	0	-	2	1	-2	41	-	36		3	8,6	41	0,21
140	Turno 2	44	10:26	31	1	285	1	-2	10	117	4	579		12	34,2	406	0,29
141	Turno 2	45	10:28	0	30	-	2	10	4	60	291	-		6	17,1	351	0,29
142	Turno 2	46	10:34	0	0	-	2	4	0	40	-	57		4	11,4	40	0,29
143	Turno 2	47	10:36	0	0	-	1	0	7	63	-			7	20,0	63	0,32
144	Turno 2	48	10:41	22	21	232	2	7	2	66	198			5	14,3	496	0,22
145	Turno 2	49	10:46	1	2	6	2	2	-2	54	29			4	11,4	89	0,21
146	Turno 2	50	10:52	30	0	312	1	-2	0	20	-	36		2	5,7	332	0,29
147	Turno 2	51	10:53	1	1	21	1	0	11	109	15			11	31,4	145	0,29
148	Turno 2	52	10:55	0	30	-	2	11	5	73	305	20		6	17,1	378	0,23
149	Turno 2	53	11:02	0	0	-	2	5	0	43	-			5	14,3	43	0,33
150	Turno 2	54	11:04	14	14	98	1	0	13	123	48			13	37,1	269	0,30
151	Turno 2	55	11:07	0	0	-	2	13	1	99	-			12	34,2	99	0,35
152	Turno 2	56	11:10	2	0	50	2	1	-2	28	-			3	8,6	78	0,31
153	Turno 2	57	11:11	2	2	40	1	-2	13	129	19			15	42,8	188	0,33
154	Turno 2	58	11:14	0	2	-	2	13	7	55	18			6	17,1	73	0,31
155	Turno 2	59	11:16	0	0	-	2	7	1	52	-	73		6	17,1	52	0,33
156	Turno 2	60	11:17	1	1	25	1	1	8	84	27	15		7	20,0	136	0,24
157	Turno 2	61		0	0	-	2	8	0	80	-	30		8	22,8	80	0,29
158	Turno 2	62	11:22	0	0	-	1	0	13	119	-	-		13	37,1	119	0,31
159	Turno 2	63	11:24	4	0	20	2	13	11	20	-	10		2	5,7	40	0,29

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada	Tempo Espera	Nº Andares	Distância (m)	Tempo total de viagem	Velocidade
160	Turno 2	64	11:25	3	7	28	2	11	0	109	18			11	31,4	155	0,29
161	Turno 2	65	11:27	0	0	-	2	0	-2	32	-			2	5,7	32	0,18
162	Turno 2	66	11:38	35	35	71	1	-2	6	58	360	60	120	8	22,8	609	0,39
163	Turno 2	67	11:46	0	0		1	6	7	22	-			1	2,9	22	0,13
164	Turno 2	68		4	4	10	2	7	0	60	10			7	20,0	80	0,33
165	Turno 3	1	07:43	0	0		2	0	-2	20	-			2	5,7	20	0,29
166	Turno 3	2	07:46	8	8	96	1	-2	5	56	245	10		7	20,0	397	0,36
167	Turno 3	3		0	0	-	2	5	-1	76				6	17,1	76	0,23
168	Turno 3	4	07:53	2	0	46	1	-1	1	30				2	5,7	76	0,19
169	Turno 3	5	07:54	2	1	28	1	1	8	67		35		7	20,0	95	0,30
170	Turno 3	6		0	1	-	1	8	13	48	9	165		5	14,3	57	0,30
171	Turno 3	7	08:00	0	2	-	2	13	4	80	60	20		9	25,7	140	0,32
172	Turno 3	8	08:03	0	0	-	2	4	0	62	-			4	11,4	62	0,18
173	Turno 3	9	08:04	7	1	33	1	0	4	53	16			4	11,4	102	0,22
174	Turno 3	10	08:05	0	1	-	1	4	8	50	10	16		4	11,4	60	0,23
175	Turno 3	11	08:07	0	5	-	1	8	13	54	8			5	14,3	62	0,26
176	Turno 3	12		0	0	-	2	13	5	75	-			8	22,8	75	0,30
177	Turno 3	13	08:09	1	1		2	5	1	30	11	40		4	11,4	41	0,38
178	Turno 3	14	08:11	0	0		1	1	0	28	-			1	2,9	28	0,10
179	Turno 3	15	08:12	10	1	50	1	0	9	85	13			9	25,7	148	0,30
180	Turno 3	16	08:14	0	5		1	9	11	30	10			2	5,7	40	0,19
181	Turno 3	17		0	4		2	11	5	64	45	10		6	17,1	109	0,27
182	Turno 3	18	08:17	0	0		2	5	0	49	-			5	14,3	49	0,29
183	Turno 3	19	08:17	2	2	20	1	0	13	125	5	10		13	37,1	150	0,30
184	Turno 3	20	08:21	0	0		2	13	0	12	-	20		13	37,1	12	3,09
185	Turno 3	21	08:22	2	2	21	1	0	13	123	8	10		13	37,1	152	0,30
186	Turno 3	22	08:25	0	0		2	13	-2	141	-	56		15	42,8	141	0,30
187	Turno 3	23	08:37	27	0	335	1	-2	2	60	-	179	58	4	11,4	453	0,19
188	Turno 3	24	08:40	0	27		1	2	4	40	318	66		2	5,7	358	0,14
189	Turno 3	25	08:50	3	3	217	2	4	-2	74	82	60		6	17,1	373	0,23
190	Turno 3	26	08:53	0	0		1	-2	1	38	-	-		3	8,6	38	0,23
191	Turno 3	27		4	4	34	1	1	5	52	40	39		4	11,4	126	0,22
192	Turno 3	28	08:58	0	0	-	2	5	-2	90	-	44		7	20,0	90	0,22
193	Turno 3	29	09:08	30	30	360	1	-2	5	100	305			7	20,0	765	0,20
194	Turno 3	30	09:16	4	4	37	2	5	3	60	21	120		2	5,7	118	0,10
195	Turno 3	31	09:16	0	0	-	2	3	1	45			19	2	5,7	64	0,13
196	Turno 3	32	09:19	3	0	80	2	1	-3	40				4	11,4	120	0,29
197	Turno 3	33	09:21	12	0	142	1	-3	1	46				4	11,4	188	0,25
198	Turno 3	34	09:22	1	2	15	1	1	13	114	7			12	34,2	136	0,30
199	Turno 3	35	09:25	0	3		2	13	10	30	35			3	8,6	65	0,29

Viagem	Turno	Ordem	Hora	Quant. Material Carga	Quant. Material Descarga	Tempo de carga (s)	Sentido	Origem	Destino	Tempo de percurso (s)	Tempo de descarga (s)	Tempo Parada	Tempo Espera	Nº Andares	Distância (m)	Tempo total de viagem	Velocidade
200	Turno 3	36	09:26	1	5		2	10	9	20	59		20	1	2,9	99	0,14
201	Turno 3	37	09:27	0	5		2	9	6	46	39			3	8,6	85	0,19
202	Turno 3	38	09:29	0	2		2	6	5	22	30			1	2,9	52	0,13
203	Turno 3	39	09:30	0	0		2	5	3	20			25	2	5,7	45	0,29
204	Turno 3	40	09:31	1	1	9	2	3	1	25	4			2	5,7	38	0,23
205	Turno 3	41	09:31	0	0		2	1	-2	45				3	8,6	45	0,19
206	Turno 3	42	09:37	32	0	262	1	-2	0	32		25		2	5,7	294	0,18
207	Turno 3	43	09:38	6	38	10	1	0	3	47	189	48		3	8,6	246	0,18
208	Turno 3	44	09:42	0	0		2	3	1	32				2	5,7	32	0,18
209	Turno 3	45	09:43	3	3	24	1	1	13	107	10	26		12	34,2	141	0,32
210	Turno 3	46	09:46	0	0		2	13	3	80				10	28,5	80	0,36
211	Turno 3	47	09:47	4	4	6	2	3	-2	56	11			5	14,3	73	0,25
212	Turno 3	48	09:54	21	21	188	1	-2	8	120	270	121		10	28,5	578	0,24
213	Turno 3	49	10:01	0	0		1	8	13	38		20		5	14,3	38	0,38
214	Turno 3	50	10:02	4	4	20	2	13	1	81	19			12	34,2	120	0,42
215	Turno 3	51	10:04	0	0		2	1	0	22		53		1	2,9	22	0,13
216	Turno 3	52	10:05	6	1	40	1	0	2	25	10			2	5,7	75	0,23
217	Turno 3	53	10:07	0	1	-	1	2	8	60	9	-	-	6	17,1	69	0,29
218	Turno 3	54	10:08	0	4		1	8	13	45	9			5	14,3	54	0,32
219	Turno 3	55	10:09	0	0		2	13	2	91	-			11	31,4	91	0,34
220	Turno 3	56	10:11	3	3	46	1	2	7	63	35	15		5	14,3	144	0,23
221	Turno 3	57	10:13	0	0	-	2	7	-2	80	-			9	25,7	80	0,32
222	Turno 3	58	10:24	30	30	450	1	-2	3	60	221	90		5	14,3	731	0,24
223	Turno 3	59	10:29	2	2	15	2	3	1	41	22			2	5,7	78	0,14
224	Turno 3	60	10:30	3	3	12	1	1	13	110	10			12	34,2	132	0,31
225	Turno 3	61	10:32	0	0	-	2	13	-2	150	-			15	42,8	150	0,29
226	Turno 3	62	10:41	30	30	360	1	-2	9	107	437	120		11	31,4	904	0,29
227	Turno 3	63	10:51	0	0	-	2	9	-2	100	-			11	31,4	100	0,31
228	Turno 3	64	11:10	47	47	764	1	-2	4	70	316	106	115	6	17,1	1265	0,24
229	Turno 3	65	11:16	3	1	10	2	4	1	44	6	20		3	8,6	60	0,19
230	Turno 3	66	11:17	0	2	-	2	1	-2	36	10	-		3	8,6	46	0,24
231	Turno 3	67	11:20	23	0	120	1	-2	2	59	-			4	11,4	179	0,19
232	Turno 3	68	11:21	2	4	12	1	2	13	101	11	50		11	31,4	124	0,31
233	Turno 3	69	11:24	0	21	-	2	13	10	19	200			3	8,6	219	0,45
234	Turno 3	70	11:28	0	0	-	2	10	0	103	-	360		10	28,5	103	0,28
235	Turno 3	71	11:36	0	0	-	2	0	-2	30	-	189	120	2	5,7	150	0,19
236	Turno 3	72	11:43	14	14	116	1	-2	10	112	158	22		12	34,2	386	0,31
237	Turno 3	73	11:48	0	0	-	1	10	13	45		60	60	3	8,6	105	0,19
238	Turno 3	74	11:52	1	1	10	2	13	1	85	12			12	34,2	107	0,40
239	Turno 3	75	11:53	0	0		2	1	0	30		20		1	2,9	30	0,10

APÊNDICE F – TABELA COM AS QUANTIDADES DOS MATERIAIS TRANSPORTADOS – VERIFICAÇÃO (SEÇÃO 4.6)

	Material	Quantidade	%
1	Azulejo	203	23%
2	Operador	149	17%
3	Placa de Gesso	128	14%
4	Gesso	60	7%
5	Tinta	41	5%
6	Canos	41	5%
7	Cimento cola I	37	4%
8	Porcelanato	30	3%
9	Bloco Estrutural	28	3%
10	Carrinho com ferramentas	14	2%
11	Cimento cola II	12	1%
12	Balde com ferramentas	11	1%
13	Janela	11	1%
14	Ligamax	11	1%
15	Escada	10	1%
16	Saco de lixo	9	1%
17	Massa fina	9	1%
18	Drywall	8	1%
19	Visita	7	1%
20	Girica com lixo	6	1%
21	Girica salpico	6	1%
22	Grade sacada	6	1%
23	Girica vazia	5	1%
24	Balde vazio	5	1%
25	Super Graute	5	1%
26	Girica argamassa	4	0%
27	Carrinho argamassa	4	0%
28	Balde lixo	4	0%
29	Madeira	4	0%
30	Rolo fio	4	0%
31	Cavalete	4	0%
32	Cantoneira gesso	4	0%
33	Perfil gesso	4	0%
34	Pallet	2	0%
35	Girica ferramentas	1	0%
36	Carrinho vazio	1	0%
37	Balde argamassa	1	0%
38	Rejunte	1	0%
	Total	890	100%