

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ADRIANA POLO MURTA LIMONTA

**RACIONALIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO,
TRANSPORTE E ESPALHAMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO
USINADO À QUENTE ATRAVÉS DE UM MODELO DE SIMULAÇÃO.**

FLORIANÓPOLIS
2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ADRIANA POLO MURTA LIMONTA

**RACIONALIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO,
TRANSPORTE E ESPALHAMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO
USINADO À QUENTE ATRAVÉS DE UM MODELO DE SIMULAÇÃO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientador: Antônio Edésio Jungles

FLORIANÓPOLIS

2002

ADRIANA POLO MURTA LIMONTA

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de

MESTRE EM ENGENHARIA

Especialidade de ENGENHARIA CIVIL e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-graduação em Engenharia Civil.

Prof. Dr. Antônio Edésio Jungles (Orientador)

Prof. Dr. Jucilei Cordini - Coordenador de Curso

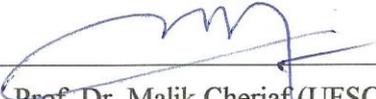
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Antônio Fortunato Marcon (UFSC)



Prof. Dr. Luís Gomes (UFSC)



Prof. Dr. Malik Cheriaf (UFSC)



Prof. Dr. Ricardo Villarroel Dávalos (UNISUL)

LIMONTA, Adriana Polo Murta

Racionalização dos processos de produção, transporte e espalhamento de concreto asfáltico usinado à quente através de um modelo de simulação. Florianópolis, UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2002.

ix, 154p.

Dissertação: Mestrado em Engenharia Civil (Construção Civil)

Orientador: Antônio Edésio Jungles

1. Simulação. 2. Simulação de processos. 3. Racionalização. 4. Transporte de CAUQ.

Universidade Federal de Santa Catarina

II. Título

Á Silvio,
Pedro Henrique e Giovana.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida, pela fortaleza nos momentos difíceis e por tornar minha vida repleta de graças.

Aos meus pais, Jair e Ermínia, por todo o apoio concedido durante toda a minha vida.

Ao Silvio por me amar e acreditar que eu seria capaz, pela sua compreensão, carinho, paciência e apoio em todos os momentos.

Aos meus filhos Pedro Henrique e Giovana pelo carinho e compreensão pelos momentos a eles privados.

Ao meu irmão André e minha cunhada Adriane pela ajuda sempre oferecida e nunca cobrada.

Ao prof. Dr. Antônio Edésio Jungles pela orientação e, acima de tudo, por não desistir de mim, obrigado.

Ao prof. Dr. Cláudio Pietrobon pela ajuda na coordenação do curso em Maringá.

Ao prof. Dr. Ricardo Dávalos pelas dicas, paciência e todo auxílio prestado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá.

Às empresas por permitirem que eu coletasse os dados necessários.

Ao pessoal do laboratório da Viapar pelas valiosas informações, troca de experiências e todo apoio prestado.

A todos os colegas mestrandos da UEM (Universidade Estadual de Maringá) pelo apoio e empenho.

E a todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.1.1 Objetivo Geral.....	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	4
1.2 HIPÓTESES DO TRABALHO	3
1.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	3
1.4 ESTRUTURAS DO TRABALHO	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 SIMULAÇÃO	6
2.1.1 Definição de Simulação	7
2.1.2 Tipos de Simulação	8
2.1.2.1 Estática versus dinâmica	8
2.1.2.2 Contínua versus discreta	9
2.1.2.2 Determinística versus estocástica	9
2.1.3 Simulação Discreta.....	9
2.1.3.1 Modelagem por evento	10
2.1.3.2 Modelagem por atividade.....	10
2.1.3.3 Modelagem por processo	10
2.1.4 Vantagens e Desvantagens da Simulação	11
2.1.4.1 Vantagens.....	11
2.1.4.2 Desvantagens.....	12
2.1.5 Aplicabilidade de Modelos de Simulação na Indústria da Construção Civil... 12	12
2.1.6 Desenvolvimento de um Modelo de Simulação	14
2.1.6.1 Formulação do problema	14

2.1.6.2	Formulação de um modelo conceptual	16
2.1.6.3	Fixando objetivos e plano de trabalho global	16
2.1.6.4	Coleta e análise de dados	16
2.1.6.5	Tradução do modelo para linguagem de simulação	17
2.1.6.6	Verificação e validação do modelo	17
2.1.6.7	Documentação do modelo.....	18
2.1.6.8	Apresentação dos resultados e implementação.....	18
2.1.7	Terminologia Básica Utilizada em Modelagem e Simulação de Processos	18
2.1.7.1	Entidades.....	19
2.1.7.2	Atributos	19
2.1.7.3	Variáveis	19
2.1.7.4	Recursos e filas de recursos	20
2.1.8	Arena	20
2.2	RACIONALIZAÇÃO.....	21
2.3	CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE	23
2.3.1	Tipos de Usinas.....	23
2.3.1.1	Usinas gravimétricas	24
2.3.1.2	Usinas volumétricas	24
2.3.1.3	Usinas “Drum Mixer”	26
2.3.2	Condições da Superfície a Receber a Mistura Asfáltica	27
2.3.3	Transporte da Mistura Asfáltica	27
2.3.4	Distribuição da Mistura	28
2.3.5	Compressão	32
2.3.5.1	Técnicas de compressão convencionais.....	33
2.3.5.2	Técnicas de compressão vibratória	34
2.3.5.6	Recomendações de ordem geral para a compressão	35
2.3.6	Juntas.....	36
2.3.6.1	Juntas Longitudinais	36
2.3.6.2	Juntas Transversais.....	37

3 MÉTODOS.....	40
3.1 INTRODUÇÃO.....	40
3.2 ROTEIRO DE SIMULAÇÃO.....	40
3.3 COLETA DE DADOS.....	43
3.4 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO	43
3.5 EXPERIMENTAÇÃO	44
4 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS	45
4.1 ROTEIRO DE SIMULAÇÃO.....	45
4.2 DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS	46
4.2.1 Empresa 1	46
4.2.2 Empresa 2.....	49
4.3 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO	51
4.3.1 Empresa 1	51
4.3.2 Empresa 2.....	56
4.4 AVALIAÇÕES QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS	61
4.4.1 Avaliações Empresa 1	61
4.4.2 Avaliações Empresa 2	70
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	82
5.1 CONCLUSÕES	82
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	84
REFERÊNCIAS.....	85
ANEXOS	88
ANEXO A - FOTOS	88
ANEXO B – MODELO DE SOFTWARE ARENA®	91

ANEXO C – RESULTADO SIMULAÇÃO VALIDAÇÃO EMPRESA 1.....	94
ANEXO D – RESULTADO SIMULAÇÃO VALIDAÇÃO EMPRESA 2.....	117
ANEXO E – COLETA DE DADOS EMPRESA 1	139
ANEXO F – COLETA DE DADOS EMPRESA 2.....	145

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fases de um estudo de simulação	15
Figura 2 – Esquema de Funcionamento de Usina Gravimétrica	25
Figura 3 – Esquema de Funcionamento de Usina Volumétrica	25
Figura 4 – Esquema de Funcionamento da Usina “Drum Mixer”	25
Figura 5 – Unidade Acabadora – vista lateral	29
Figura 6 – Unidade Acabadora – vista lateral	30
Figura 7 – Unidade Acabadora – corte lateral.....	30
Figura 8 – Descarregamento para Unidade Acabadora	31
Figura 9 – Etapas de Processo de Transporte do C.B.U.Q	42
Figura 10 – Layout utilizado no software arena®.....	46
Figura 11 – Layout do processo de produção da empresa 1	46
Figura 12 – Layout de produção da empresa 2.....	46
Figura 13 – Usina Empresa 1	88
Figura 14 – Distribuidora Empresa 1.....	88
Figura 15 – Rolo de Pneus Empresa 1	89
Figura 16 – Usina de concreto asfáltico Empresa 2	89
Figura 17 – Distribuidora Vista Lateral Empresa 2.....	90
Figura 18 – Distribuidora Vista Traseira Empresa 2.....	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Período de funcionamento de nº de caminhões diários – Empresa 1.....	52
Quadro 2 – Taxa de funcionamento da Usina – Empresa 1.....	52
Quadro 3 – Taxa de funcionamento da Distribuidora – Empresa 1.....	53
Quadro 4 – Tempos totais e médios por ciclo – Empresa 1.....	53
Quadro 5 – Resultados obtidos da simulação.....	55
Quadro 6 – Período diário de funcionamento – Empresa 2.....	56
Quadro 7 – Taxa de funcionamento da Usina – Empresa 2.....	57
Quadro 8 – Taxa de funcionamento da Distribuidora – Empresa 2.....	58
Quadro 9 – Tempos totais e médios por ciclo – Empresa 2.....	59
Quadro 10 – Resultados obtidos da simulação.....	60
Quadro 11 – Dimensionamento de frota de caminhões – Empresa 1.....	62
Quadro 12 – Resultados das alternativas testadas – Empresa 1.....	65
Quadro 13 – Quebra do equipamento usina – Empresa 1.....	67
Quadro 14 – Quebra do equipamento distribuidora – Empresa 1.....	68
Quadro 15 – Quebra dos equipamentos usina e distribuidora– Empresa 1.....	69
Quadro 16 – Paralisações devido a período de chuva– Empresa 1.....	71
Quadro 17 – Dimensionamento de frota de caminhões – Empresa 2.....	72
Quadro 18 – Resumos de alternativas – Empresa 2.....	75
Quadro 19 – Paralisações devido a quebra da usina – Empresa 2.....	77
Quadro 20 – Paralisações devido a quebra da distribuidora – Empresa 2.....	78
Quadro 21 – Quebra dos equipamentos usina e distribuidora– Empresa 2.....	79
Quadro 22 – Paralisações devido a chuva– Empresa 2.....	80

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo analisar o processo do transporte de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, através de simulação de sistemas. Isto é necessário devido ao ambiente altamente competitivo dos tempos atuais que obriga as empresas a investir em planejamento e programação. O uso racional de equipamentos e mão de obra, através do gerenciamento da produção, é fato cada vez mais necessário, visando principalmente melhorar a qualidade e reduzir custos operacionais.

A utilização da simulação de sistemas como ferramenta, na melhoria de processos, vem tendo seu uso incrementado a nível mundial. O alto custo para sanar falhas em processos faz da simulação uma ferramenta ágil e de baixo custo. O presente estudo levou em consideração as vantagens e os possíveis problemas inerentes à utilização da simulação.

Na empresa, o objetivo é determinar qual a utilização mais otimizada de seus equipamentos, determinação do tamanho de frota de caminhões para o transporte do material, bem como quais as interferências externas que influenciam a produção diária. Através da simulação é possível dimensionar o tamanho da frota necessária para a produção, analisar falhas de equipamentos e a possibilidades de períodos de chuvas, isto permite planejar as soluções para os problemas antes mesmo que ocorram. Foram executadas comparações entre os sistemas reais, isto é, como as empresas estão operando e a possibilidade de melhorias do mesmo através de períodos diferenciados de trabalhos para os equipamentos.

Palavras chaves: Simulação. Simulação de processos. Racionalização. Transporte de CAUQ.

ABSTRACT

The present study aims at analyzing the hot mix Asphalt Concrete (HMAC) transportation process through system simulation. This is necessary due to the highly competitive environment of modern times that requires companies to invest in planning and programming. The rational use of equipment and manpower, through production management is becoming increasingly necessary, aiming mainly at improving quality and reducing operating costs.

The use of simulation systems as a tool for process improvement has gradually increased at world level. The fact that there is a high cost to remedy flaws in processes makes the simulation both a flexible and low-cost tool. The advantages and potential inherent problems in the use of simulation have been taken into consideration in this study.

In the company, the goal is to determine the most optimal use of their equipment, determining the size of the fleet of trucks to transport the material, as well as which foreign interference affect the daily production. Through simulation it is possible to estimate the fleet size which is necessary for the production, analyze equipment failures and the possibility of rain periods, which makes it possible to plan the solutions to problems before they occur. Comparisons between the real systems have been performed, that is, how companies have been operating and the possibility of improving them by making the equipments to operate in different periods.

Keywords: Simulation. Process simulation. Rationalization. Hot mix asphalt concrete transport.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o gerenciamento de obras e projetos exige maior desempenho face à alta competitividade que nos apresenta o mercado. Numa época em que se fala em qualidade e, por via de conseqüência em produtividade, é preciso que o gerenciamento de um projeto (projeto, aqui, no sentido de empreendimento) seja feito como um todo, conectando-se recursos humanos, materiais e equipamentos, de forma a obter o produto desejado – a obra concluída – dentro dos parâmetros de prazo, custo, qualidade e risco previamente estabelecidos (LIMMER, 1996).

Como os problemas crescem em complexidade e quantidade, faz-se necessária a procura de novas técnicas na tentativa de resolvê-los (ABOURIZK, 1994). As empresas de construção civil, em suas obras, encontram no dia a dia, inúmeros desafios para gerenciar as suas diversas etapas construtivas, de maneira que todos os processos envolvidos possam transcorrer de maneira que interfiram minimamente nas etapas posteriores a eles.

As empresas envolvidas em construção e restauração de rodovias têm seus serviços sincronizados para que transcorram no menor tempo possível dentro de seus cronogramas. Uma das etapas deste serviço é a pavimentação com concreto asfáltico usinado a quente, que demanda o envolvimento de equipamentos diferentes, sendo que cada um tem definido seu ciclo de trabalho, que se inicia na usina onde os caminhões basculantes recebem o material. Para isto, eles devem cumprir um esquema definido para seu carregamento. Concluída esta primeira etapa, o caminhão desloca-se até a pista para depositar o material transportado em um equipamento denominado distribuidora, comumente conhecido como vibro acabadora. Após descarregar o material, o caminhão deve retornar à usina onde todo o ciclo é reiniciado, repetindo o processo quantas vezes se fizer necessário. Este processo geralmente gera filas de espera em suas diversas etapas, tanto na usina onde os caminhões fazem o carregamento, como no local de descarregamento no qual é necessário que o caminhão aguarde a disponibilidade das distribuidoras.

O processo de pavimentação requer alguns cuidados, pois o concreto asfáltico é um material com algumas peculiaridades que demandam atenção, pois ele deve no momento do descarregamento ter temperatura adequada (DNER-ES 313/97), portanto não pode ficar muito tempo na fila esperando para ser descarregado. Outrossim, a falta de material para o descarregamento acarretará uma parada da distribuidora. A experiência de campo relatada por alguns engenheiros permitiu associar a ocorrência sistemática de defeitos, ciclicamente posicionados a intervalos de 20 ou 25m, com freqüentes paradas da acabadora. O fato decorre, muito provavelmente, de períodos em que a acabadora fica estacionada, aguardando a chegada de um novo caminhão para alimentá-la; nesta ocasião a temperatura da massa na pista não comprimida cai, ocasionando que após a compactação os valores desejados para a densidade e o percentual de vazios ocupados pelo ar não sejam atingidos. Este fato não deve ocorrer, para evitá-lo é preciso balancear adequadamente a produção da usina, a frota de transporte e a produção da acabadora, assim esta última operará normalmente, sem períodos significativos de espera.

Observando este quadro, decidiu-se estudar uma maneira de racionalizar os recursos necessários para que haja uma equalização adequada entre os serviços a serem executados e a quantidade de recursos necessários para sua execução. Ao estudar o processo por meio de uma simulação, desenvolveu-se um modelo a ser executado em um programa computacional a fim de verificar as possibilidades de alcançar os objetivos propostos.

Usuários de computadores, administradores e projetistas, usualmente, têm o objetivo de alto desempenho e baixo custo, assim, modelos para simulação de sistemas vêm paulatinamente ganhando espaço no auxílio de projeto e melhoria de sistemas existentes, auxiliando a tomada de decisões (PRITSKER, *et al.*, 1997).

No início, a simulação tinha um desenvolvimento mais voltado para mecanismos de guerra, defesa e exploração espacial, mas com a disseminação do conhecimento sobre simulação, e com o desenvolvimento de softwares para

computadores pessoais, sua aplicação se é utilizada nos mais diversos ramos de pesquisa e desenvolvimento (HALPIN, 1990).

Nos dias atuais, a simulação é conhecida como uma ferramenta útil para projetar novos sistemas e ajustar os existentes, pois torna se possível a redução de custo e o aumento de produtividade (ABOURIZK, 1999). A simulação é usada como uma ferramenta para melhor entender e otimizar sistemas, como por exemplo, no caso de projetos de sistemas de circuitos digitais, cujo custo para reparar erros cresce dramaticamente quanto mais tarde ele for detectado; outra importante aplicação de simulação se dá em treinamento militar no qual é utilizada para exercícios de manobras, pilotagem e bombardeio, visto que diminui o custo que seria utilizado para um treinamento em estado real.

Simulação de sistemas é a imitação da operação de processo ou sistema do mundo real ao longo do tempo (BANKS, 1999), ao invés de se construir complexos modelos lógicos matemáticos usam se softwares de simulação para a análise e realização de uma operação. Estes softwares têm ainda a vantagem de poderem ser utilizados por gerentes que não sejam programadores. Alguns processos têm sido modelados com sucesso, entre eles podem ser citados, trabalhos com movimentações de terra, concretagem em edifícios altos, construção de túneis, pontes, pavimentação e outros.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Em face deste quadro problemático, este trabalho estabelece como objetivo principal o estudo da racionalização do processo do transporte de CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado a Quente), através da elaboração de um modelo que possa ser simulado em programa computacional. O programa utilizado será o software Arena®.

1.1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos foram consideradas as seguintes questões:

- Analisar produtividade da usina de CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado a Quente).
- Dimensionar a frota de caminhões e equipamentos.
- Analisar a taxa de produtividade dos equipamentos.
- Analisar fila de espera para carregamento e descarregamento.
- Simular operação em dias de chuva.
- Simular quebra de equipamentos.

1.2 HIPÓTESES DO TRABALHO

Este trabalho tem como hipótese a possibilidade de produção racional, por meio do dimensionamento de produção da usina, adequada à frota de transporte necessária e aos equipamentos na frente de serviço, na tentativa de eliminar o tempo perdido devido à fila de espera ou equipamento parado por escassez de material.

1.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Os dados coletados são referentes a dois tipos de usinas com produção determinada, que geraram as equações de tempo de carregamento para

as duas empresas. A tempo de transporte nas duas empresas é praticamente o mesmo, em caso de tempo de transporte diferente deve ser coletado dados para estas equações.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atingir o objetivo proposto, optou-se por dividir em cinco capítulos, quais sejam:

No capítulo 1, são apresentados a introdução do trabalho, a justificativa, os objetivos, as hipóteses e as limitações da pesquisa.

No capítulo 2, consta a fundamentação teórica referente à pesquisa. Nele são apresentados também a elaboração de modelos de simulação, os processos construtivos da camada de concreto asfáltico desde a fabricação, passando pelo transporte até a deposição.

No capítulo 3, são demonstradas a metodologia utilizada para desenvolver o modelo, a coleta de dados, a validação e a calibração.

No capítulo 4, apresenta-se as considerações sobre o estudo com análise dos dados obtidos através do modelo, e verifica-se as possibilidades envolvidas no modelo.

No capítulo 5, são colocadas as conclusões obtidas através da pesquisa e a sugestão de futuros estudos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SIMULAÇÃO

Ao executarmos alguns tipos de estudo de planejamento, deparamo-nos com certos processos cuja solução é complexa. Definir qual é a quantidade correta de equipamentos ou pessoas, qual o melhor layout e o melhor fluxo de entidade nos processos são algumas das respostas que procuramos encontrar, bem como procuramos solução para obter um sistema com funcionamento otimizado, custo adequado e usuários satisfeitos com o serviço oferecido, ou seja, um serviço ou processo adequadamente balanceado. Para tanto, podemos utilizar a simulação através da modelagem de sistemas.

A simulação de processos tem sido extensivamente utilizada em muitas áreas da engenharia, tendo sido iniciada a partir da introdução do software CYCLONE por Halpin (1977). Esta metodologia tem sido a base para a construção de diversos sistemas de simulação.

Muitos destes sistemas utilizam-se, para a construção do modelo, de elementos abstratos, tais como, recursos, filas e atividades, os quais permitem uma grande flexibilidade e complexidade ilimitada para muitas áreas da engenharia.

A simulação imita a operação de um processo real ou um sistema (KELTON, *et al.*, 1998). Feita à mão ou em um computador, a simulação envolve a geração de um sistema artificial de um processo e a sua observação para traçar inferências interessantes nas operações características do sistema real.

O comportamento do sistema e como este se desenvolve com o passar do tempo é estudado através do desenvolvimento de um modelo de simulação. Este modelo normalmente leva a forma de um jogo de suposições relativo à operação do sistema. Estas suposições normalmente são expressas em fórmulas matemáticas, lógicas e relações simbólicas entre as entidades ou objetos

de interesse do sistema. Uma vez desenvolvido e validado o modelo, um grande número de questões pode ser analisado sobre o processo real. Mudanças podem ser, primeiramente, simuladas para a análise do impacto que teriam sobre o sistema real para depois então haver a tomada de decisão. A simulação também pode ser utilizada no desenvolvimento de novos sistemas, otimizando seus processos para só então serem construídos, outra utilização da simulação pode ser realizada na otimização de processos existentes para checar a quantidade de variações destes processos.

2.1.1 Definição de Simulação

Em um sentido amplo, simulação é um meio de desenvolver um processo, usando um modelo lógico matemático, cujo objetivo é descrevê-lo com o maior realismo possível. Para PRITSKER (1997), modelos são descrições do sistema, quanto mais próximo o modelo estiver do sistema real, melhor e mais confiável será o resultado obtido.

A simulação assume que um sistema pode ser descrito em termos aceitáveis em um sistema computacional, sendo que um sistema pode ser caracterizado por variáveis cujo valor de cada combinação representa um único estado ou condição do sistema. Ao manipular estas variáveis através do processo, simulamos os movimentos do sistema de um estado para outro. Um experimento de simulação envolve a observação do comportamento de um modelo que se move de acordo com parâmetros e regras pré-definidas. PRITSKER (1997).

A mudança de estado do sistema pode ocorrer de modo contínuo ou em eventos discretos ao longo do tempo, o qual pode ser determinada estatística ou deterministicamente, dependendo da natureza dos dados dos sistemas (KELTON, *et al.*, 1998). Embora, haja variação no processo para determinar a dinâmica dos eventos contínuos e discretos, o conceito básico de simulação permanece o mesmo.

Para modelar um sistema, é necessário o conhecimento do seu conceito, bem como dos sistemas periféricos a este. Um sistema, segundo BANKS (1998), é definido como um grupo de objetos unidos em alguma interação regular ou independência para a realização de algum propósito. Em modelagem de sistemas, também é necessário decidir o limite entre o sistema e seu ambiente. Esta decisão pode depender do propósito do estudo.

Para entender e analisar um sistema, é necessário entender um número de termos definidos. Uma entidade é um objeto de interesse do sistema, sendo que um atributo é a sua propriedade. Uma atividade é representada pelo período de tempo gasto pela entidade no sistema.

O estado de um sistema é definido pelas variáveis necessárias para descrever o sistema ao longo do tempo.

2.1.2 Tipos de Simulação

Segundo KELTON (1998), existem vários caminhos para classificar modelos de simulação, sendo que o mais útil flui ao longo de três dimensões.

- Estática versus Dinâmica;
- Contínua versus Discreta;
- Determinística versus Estocástica.

2.1.2.1 Estática versus dinâmica.

Na simulação estática, o tempo não faz o papel natural, não varia (estático), já em modelos dinâmicos, os tempos são variáveis. Uma grande quantidade dos modelos operacionais são dinâmicos. PRITSKER (1997).

2.1.2.2 Contínua versus discreta.

Em modelos contínuos, o estado do sistema pode mudar continuamente durante todo o tempo do processo. Nos modelos discretos, o estado do sistema muda em específicos pontos no tempo simulado. A variável tempo pode ser contínua ou discreta conforme o ponto em que ocorre a mudança. KELTON (1998).

2.1.2.3 Determinística versus estocástica

Modelos determinísticos não possuem entradas aleatórias, os tempos são fixados em uma agenda rígida. Modelos estocásticos, diferentemente dos determinísticos, operam com entrada de dados aleatórios. KELTON (1998).

2.1.3 Simulação Discreta

Em uma simulação discreta, o estado do sistema pode mudar somente em instantes discretos no tempo PRITSKER (1997). Este tipo de simulação é o mais utilizado em sistemas em que a mudança de estado pode ocorrer de forma descontínua, dependendo da ocorrência dos eventos que indicam o início e o fim das atividades. (DÁVOLOS, 2000).

Dentro da visão de simulação discreta, podem ser utilizados três métodos de modelagem, os quais dependem da linguagem de simulação empregada.

2.1.3.1 Modelagem por evento

O sistema é modelado pela identificação de seus eventos característicos. As mudanças de estado do sistema são em função de uma série de rotinas que as descrevem, elas podem ocorrer em instantes discretos no tempo de acordo com a ocorrência dos eventos. A simulação evolui ao longo do tempo em função da execução de eventos selecionados a partir de uma pilha de eventos. DÁVOLOS (2000).

2.1.3.2 Modelagem por atividade

Em uma modelagem por atividades, diferentemente de uma abordagem por eventos, a estratégia de busca do próximo evento leva em consideração, além do tempo de ocorrência, testes condicionais, ou seja, outras condições, além do tempo, devem ser verdadeiras. A busca de outro evento deve considerar os tempos de eventos ou quaisquer condições favoráveis ao disparo de um evento. ABOURIZK (1994).

2.1.3.3 Modelagem por processo

Segundo DÁVOLOS (2000), o sistema é modelado de acordo com uma seqüência ordenada de eventos, separados por passagem de tempo, que descrevem inteiramente a experiência de uma entidade ao longo de seu fluxo pelo sistema.

2.1.4 Vantagens e Desvantagens da Simulação

2.1.4.1 Vantagens

A simulação usada como ferramenta para analisar, desenvolver e otimizar processos, através de modelos de simulação orientada, é uma grande aliada do projetista, pois apresenta vantagens, dentre as quais:

- Os recursos utilizados podem ter suas análises detalhadas.
- Arranjos físicos de equipamentos ou informações podem ser testados para melhor distribuição ou alocação de recursos.
- As tarefas podem ter seu tempo variado para refletir mais corretamente as do processo real.
- Os procedimentos operacionais, tomadas de decisões e estruturas organizacionais podem ser testado continuamente.
- O tempo pode ser controlado, aumentado ou diminuído, conforme as necessidades do estudo.
- Hipóteses sobre fenômenos que ocorrem no sistema podem ser testadas;
- Diferentes estratégias podem ser facilmente testadas, modificando-se o modelo ou monitorando resultados para encontrar melhores soluções.
- Pode-se determinar quais variáveis são importantes para um melhor desempenho do sistema.
- Afunilamentos de informações ou serviços podem ser facilmente identificados.

- Novas situações segundo a qual temos pouco conhecimento ou experiência podem ser manipuladas no sentido de preparar teorias sobre eventos futuros e explorar questões do tipo: “O que aconteceria se?”. DÁVALOS, 2000.

2.1.4.2 Desvantagens

A construção de modelos requer treinamento, pois a qualidade da análise dos resultados depende, principalmente, da qualidade do modelo e da experiência do modelador, o tempo necessário para o aprendizado pode levar de meses até anos, sendo que os resultados são, freqüentemente, de difícil análise, pois como eles refletem um sistema real, muitas vezes, não é facilmente perceptível quando uma observação ocorrida durante a execução é causada pela relação do sistema ou incertezas associadas ao modelo.

2.1.5 Aplicabilidade de Modelos de Simulação na Indústria da Construção Civil

Com a alta competitividade do mercado e a necessidade de tomadas de decisões ágeis e racionais, cresce cada vez mais a utilização da simulação de sistemas para tomada de decisões. As empresas, antes de investirem grandes somas, estudam os benefícios que as modificações ou aquisição de equipamentos podem trazer, para tanto verificam a possibilidade de mudanças de layout de produção e racionalização dos processos, fazendo as inferências através dos dados obtidos pela simulação.

A simulação de processos tem sido bastante utilizada na indústria de manufatura, onde os processos são mais facilmente modelados, pois o controle e a coordenação deles são mais intensivos. A simulação dos processos na manufatura é extremamente vantajosa, pois os períodos de trabalhos são geralmente cíclicos, ou seja, há grande volume e repetição de processos. As empresas nas áreas de

siderurgia, bancos, área de engenharia de prospecção, construção de aeronaves e atendimento ao usuário, entre muitas outras, já descobriram o grande potencial de utilização de simulação, a fim de reduzir custos e/ou implementar o recurso.

A indústria da construção e de outros setores tem problemas similares, entre eles estão o alto custo de correção de erros, pouca otimização de recursos e pouca troca de informação entre projeto e construção. Talvez isto se deva à grande complexidade e variação da indústria da construção, pois este avanço não era muito rápido, mas com o avanço em direção à padronização, racionalização e construção enxuta, a simulação pode tornar-se uma grande aliada no desenvolvimento de processos mais otimizados, com possível redução de custo e tempo. Este crescimento vem apoiado, principalmente, pelo desenvolvimento de softwares mais complexos e, ao mesmo tempo, mais flexíveis, que possibilitam a construção de modelos mais próximos do sistema real estudado.

No Canadá, foi executado um estudo de simulação envolvendo a construção de uma ponte em concreto pré-fabricado. Além da execução da obra, a empresa estudava a possibilidade da compra de um equipamento e mudança de seu layout de produção, através deste estudo do modelo do processo que foi desenvolvido, chegou-se a três conclusões, em primeiro lugar, que a produção estimada das peças pré-moldadas constituintes da ponte não demandaria a quantidade de dias que fora primeiramente estimada, ganhando assim tempo, em segundo lugar, que poderia ser diminuída a quantidade de operários sem afetar a produção e, por último, que a alteração do layout e a aquisição do equipamento trariam um grande aumento de produtividade.

Entre os diversos tipos de processos estudados na construção civil, estão os processos de movimentação de terra, de concretagem em edifícios altos, de construção de túneis, de produção de tubos de concreto, de construções de pontes e ainda alguns serviços de pavimentação.

O desenvolvimento de softwares para simulação tornou possível a modelagem por pessoas que são gerentes de processos, mas não, necessariamente, programadores. Para se desenvolver o modelo é necessário uma grande quantidade de informações, estas quando não analisadas com cuidado,

podem levar a situações equivocadas, por isso alguns estudiosos vêm com cuidado o aumento da utilização de modelos de simulação por não especialistas.

Porém, segundo Ryszard Kania (1994), com os devidos cuidados, o sucesso de técnicas de simulação, nos Estados Unidos e Canadá, encorajará mais engenheiros construtores a olhar mais atentamente para os modelos de simulação.

2.1.6 Desenvolvimento de um Modelo de Simulação

O desenvolvimento de um modelo de simulação obedece a uma seqüência de etapas bem definidas. (Figura 1)

2.1.6.1 Formulação do problema

O passo inicial para o desenvolvimento de um modelo requer que seja definido claramente o propósito do estudo, suas limitações e até que ponto o modelo será aprofundado. Uma vez isto feito, é necessário que sejam enumerados todos os elementos envolvidos na operação, suas variáveis e inter-relações, identificando os dados controláveis e os incontroláveis, bem como as limitações na variável de decisão. É necessário definir como será a medida de desempenho do sistema e sua função objetiva. O desenvolvimento de um modelo preliminar se faz necessário para relacionar as contribuições e a medida de desempenho. Há ocasiões em que é necessária uma reformulação do problema durante o progresso do estudo.

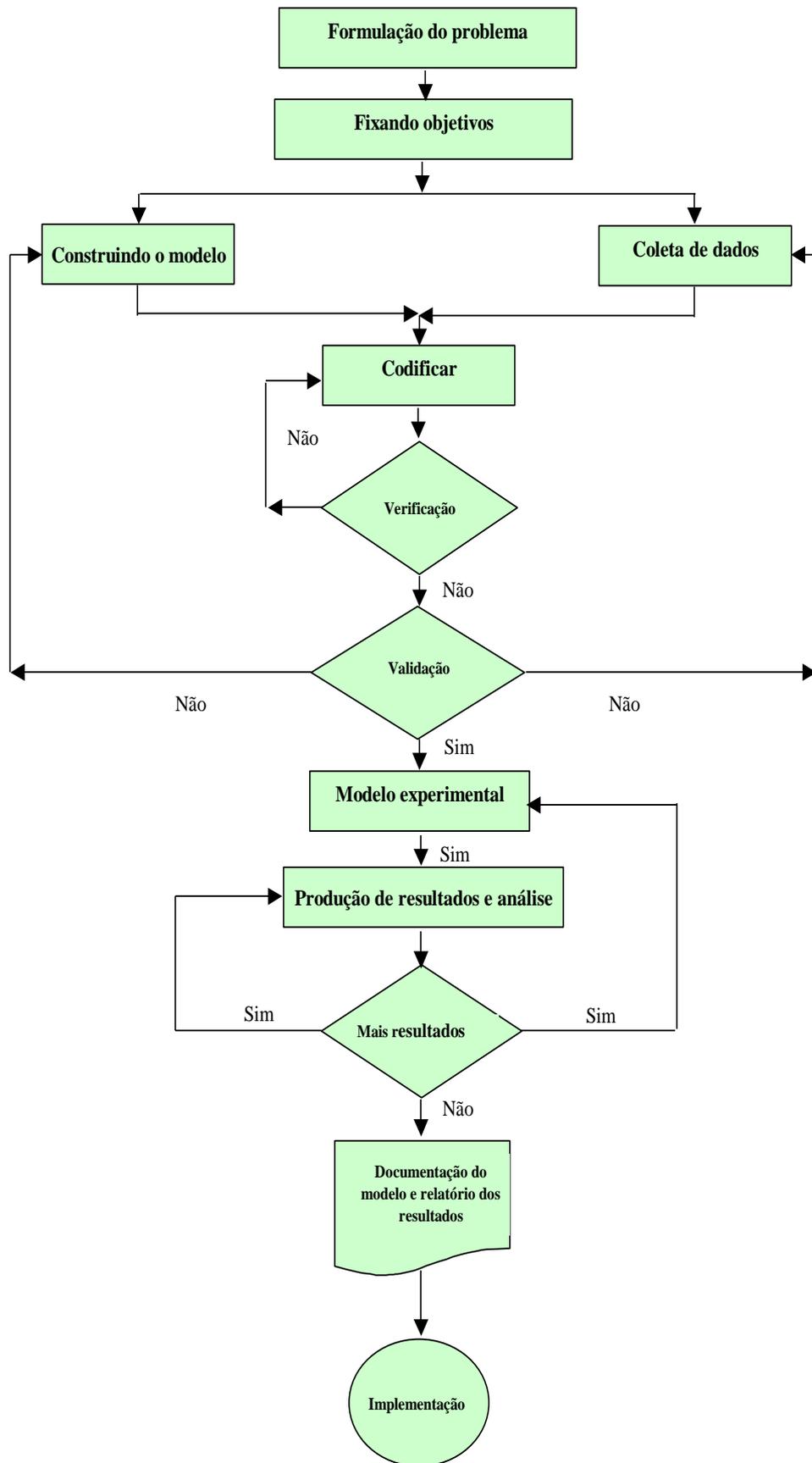


Figura 1 - Fases de um estudo de simulação

Fonte: BANKS (1984, P.12)

2.1.6.2 Formulação do modelo conceptual

Nesta etapa, deve-se definir um modelo preliminar gráfico ou na forma de pseudocódigos. Através deste modelo, pode-se definir componentes, variáveis, fluxos de serviços ou informações. A construção de um modelo é a parte mais difícil do processo de simulação, isto ocorre devido à dificuldade de adquirir suficiente entendimento do desenvolvimento do modelo, bem como as inter-relações entre as variáveis do sistema com o mesmo e o ambiente que o cerca.

2.1.6.3 Fixando objetivos e plano de trabalho global

Os objetivos indicam as questões que devem ser respondidas através da simulação. Neste estágio, deve-se determinar os planos de estudo em termos de números de pessoas envolvidas, custo do estudo e análise de quantidade de dias necessários para a coleta de dados.

2.1.6.4 Coleta e análise de dados

A coleta de dados é o recolhimento das informações necessárias para a simulação, sendo muito importante que os dados sejam confiáveis, que haja um número suficiente deles e também que sejam significativos para a tomada de decisões. Apesar do método utilizar a coleta de dados, a decisão de quantos dados coletar deve ser uma decisão entre precisão e custo.

2.1.6.5 Tradução do modelo para linguagem de simulação

O modelo que descreve o sistema real deve ser codificado para uma linguagem computacional apropriada. PRITSKER (1997).

O avanço dos equipamentos que se tornam mais potentes e o desenvolvimento de programas computacionais com ferramentas cada vez mais flexíveis e de grande alcance tornam esta etapa mais simplificada que outrora.

2.1.6.6 Verificação e validação do modelo

A verificação testa a consistência interna do modelo PRITSKER (1997). Observa-se que o modelo desenvolvido opera de acordo com a intenção do analista, se não houve erros de sintaxe ou lógica, se o modelo está gerando as informações necessárias e se estas são confiáveis.

Validação é o processo que determina se o modelo de simulação é uma útil ou razoável representação do sistema, e verificando se o modelo desenvolvido corresponde ao sistema real. Primeiramente, a estrutura e as operações do modelo são comparadas com a estrutura do sistema real, e os componentes individuais e de interface são avaliados. Segundo, os valores medidos de desempenhos críticos do sistema inteiro e de algum subsistema identificado são comparados com resultados do sistema real, havendo discrepância, o modelo deve ser reavaliado para identificar e sanar os possíveis erros. KELTON (1998)

2.1.6.7 Documentação do modelo

A documentação do modelo é necessária devido a inúmeras razões: primeiro, para servir como guia para que alguém possa utilizar o modelo e os dados já gerados; segundo, porque se forem necessárias futuras mudanças no sistema, toda documentação auxiliará as tomadas de decisões quanto às mudanças necessárias no modelo.

2.1.6.8 Apresentação dos resultados e implementação

A apresentação dos resultados deve ser de fácil entendimento, informando o restabelecimento e confirmação dos objetivos alcançados e os problemas resolvidos devem ser relatados. Durante a apresentação e a implementação do projeto, a equipe de analista e os clientes devem ter um relacionamento tal que todas as dúvidas sejam sanadas, fazendo com que na apresentação final não haja surpresas de última hora.

2.1.7 Terminologia Básica Utilizada em Modelagem e Simulação de Processos

Alguns termos são utilizados para conceituação básica dos elementos envolvidos na modelagem e simulação de sistemas, como entidades, atributos, variáveis, recursos e filas de recursos.

2.1.7.1 Entidades

As entidades representam um objeto que necessita de uma clara e explícita definição. Elas se movem através do sistema, afetando e sendo afetadas por outras entidades e pelo estado do sistema. (KELTON, *et al.*,1998).

Entidades representam objetos reais na simulação, podem ser de diferentes tipos, sendo que cada entidade realiza muitos e diferentes tipos de atividades em um determinado período. Em certos períodos, pode-se ter várias e diferentes atividades, requerendo diferentes processos e tendo tanto rotinas como prioridades diferentes.

2.1.7.2 Atributos

Para individualização de entidades, cada atividade possui suas características específicas KELTON (1998). Atributo é, portanto, uma característica específica da entidade. Entidades semelhantes podem ter atributos iguais, mas com valores diferentes. Os atributos associados às entidades dependem também do tipo de investigação requerida.

2.1.7.3 Variáveis

Segundo KELTON (1998), uma variável é um pedaço de informação que reflete algumas características do sistema. Pode-se ter diversas variáveis no sistema, mas cada uma é única, diferentemente dos atributos, variáveis não pertencem a uma entidade específica, mas antes pertence ao sistema como um todo.

2.1.7.4 Recursos e filas de recursos

Recurso é uma entidade estática que fornece serviços às entidades dinâmicas. Um recurso pode servir uma ou mais entidades dinâmicas ao mesmo tempo, sendo possível também que uma entidade dinâmica utilize um ou diferentes recursos ao mesmo tempo PRADO (1999).

2.1.8 Arena

O Arena é um ambiente gráfico integrado de simulação que contém todos os recursos para modelagem de processos, desenhos e animação, análise estatísticas e análise de resultados. Foi lançado pela empresa americana System Modeling em 1993, sendo este o sucessor de dois produtos o SIMAN e o CINEMA, lançados em 1982 e 1984 respectivamente. A linguagem do Arena oferece a facilidade de linguagem de alto nível com a flexibilidade de linguagem de simulação; também o modo de propósito geral de linguagens como o sistema de programação Visual Basic® da Microsoft®, Fortran ou C. O Arena disponibiliza alternativas e módulos intercambiáveis de simulação gráfica, que modelam e analisam módulos que podem combinar para a construção de uma grande variedade de modelos, podendo manejar modelos contínuos, discretos e mistos (PARAGON).

Com simulação de modelagem de sistemas, é possível gerar em um computador um modelo que imite perfeitamente a realidade do processo. Com isto pronto, basta administrar “o acontecerá” e analisar o “como-é”, e assim podemos testar os processos e/ou enredos empresariais sem que haja a necessidade de assumir o investimento de tempo e dinheiro, além de assumir riscos em protótipos, testes de campo e/ou implementação atuais”.

O Arena possui versão livre ou para espectadores, versão para profissionais e versão de tempo real. A versão livre ou para espectadores só permite

presenciar animações gráficas e análise de performance “que e se”, usando modelos simples ou pré-existentes.

A versão profissional do Arena já permite a intervenção do usuário para construir, adaptar modelos e prover de todas as ferramentas necessárias para se tomar melhores decisões, esta versão dispõe de habilitação para criar e combinar modelos de tipos de sistemas que irão ser modelados.

O Arena além de permitir a construção de modelos de simulação, possui ferramentas muito úteis:

- Analisador de dados de entrada “Input Analyser”, permite analisar dados reais e escolher a melhor distribuição estatística aplicável ao modelo;
- Analisador de resultados “Output Analyser”, permite analisar dados fornecidos pela simulação efetuando comparações estatísticas;
- Visualizador de simulação: Arena “Viewer” permite que um modelo seja executado em outro computador com o Arena” Viewer” sem a necessidade da chave de proteção;
- Execução em lotes: “Scenario Manager” permite a execução de um conjunto de simulações para análises posteriores.

2.2 RACIONALIZAÇÃO

Os custos de execução de obras têm uma grande variedade de fatores determinantes. A incidência de custos de mobilização e desmobilização de recursos e de itens depende, essencialmente, do tempo que os recursos que lhe dão origem permanecem alocados. Isso faz com que os custos de execução dependam não só das quantidades de insumos envolvidos como também da duração das atividades.

A influência do tempo está diretamente ligada à produtividade, ou seja, ao nível de rendimento atingido na utilização dos recursos. A produtividade é representada pela razão entre produto e insumo medido no ponto de vista de volume físico ou valor. Os índices de produtividades podem ser construídos com relação a um determinado fator de produção ou com relação a todos os fatores, refletindo a eficiência do sistema de produção como um todo.

O termo Sistema de Produção é a articulação entre um sistema de operações físicas de produção e um sistema de operações de gestão, pilotagem e avaliação de resultados. Enquanto que, o Processo de Produção é o conjunto das etapas físicas organizadas de forma coerentes no tempo, que vão desde estudos preliminares até a utilização da obra.

Eficiência e eficácia são dois conceitos que costumam ser confundidos, mas trata-se de dois conceitos diferentes. Eficiência é definida como a capacidade de rendimento de um sistema avaliado quantitativamente e qualitativamente CARDOSO (1996), bom uso dos recursos (como por exemplo, equipamentos, homens, material, etc.), isto é, que se obtenha deles o maior aproveitamento. O rendimento dos meios que se dispõem devem ser maximizados, pois os desperdícios e gastos mal efetuados são contrários a eficiência. Por outro lado, a eficácia é definida como a capacidade de alcançar objetivos fixados CARDOSO (1996) (tem-se exemplo uma empresa, que pode ou não ganhar uma concorrência). Isto significa alcançar os propósitos de uma instituição. Estes conceitos não são obtidos necessariamente, ao mesmo tempo.

Estudos, em São Paulo e no interior do estado, permitiu constatações muito importantes, dentre elas, está o crescimento sem precedentes da competição entre as empresas, detectou-se, então, que ao problema de ineficiência da empresa se associava com a falta de eficácia competitiva. As empresas necessitam de eficiência produtiva para alcançar a eficácia, pois delas depende a obtenção da vantagem concorrencial, pois agora não basta apenas a busca simples da eficiência, elas têm que se tornar mais competitiva e tender a eficácia.

A simulação de sistema pode ser utilizada para que as empresas melhorem sua eficiência ABOURIZK (1999). Por meio do uso de simulação é possível estudar a ocorrência de possíveis problemas nos processos construtivos, uma vez que é possível prever ações que coíbam ou atenuem os problemas antes que eles ocorram, desta forma, medidas emergenciais podem ser tomadas e discutidas a fim de prever as soluções, aumentar ou melhorar a produtividade por meio do estudo de layout de produção e implementação de equipamentos. Isto tudo ajuda as empresas a se tornarem mais eficazes e aumentarem suas chances de concorrência no mercado que atua e, o mais importante, com um custo acessível a elas.

2.3 CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE

O Concreto Asfáltico Usinado a Quente (C.A.U.Q), pode ser definido segundo SENÇO (2001), como o revestimento flexível resultante da mistura à quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso, espalhado e comprimido a quente. O concreto asfáltico deve ser produzido em usina apropriada, que deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura. A temperatura de aquecimento do concreto asfáltico deve ser, necessariamente, em função da relação temperatura-viscosidade. Entretanto, a temperatura do ligante não deve ser inferior a 107 °C e nem exceder a 177 °C (DNER-ES 313/97).

2.3.1 Tipos de Usinas

Nas usinas destinadas a produção de misturas asfálticas, há equipamentos que têm como função a perfeita mistura de materiais diferentes, os quais são estocados em locais próprios dentro destas usinas. Estas podem ser

classificadas, segundo seu método de funcionamento, em: gravimétricas, volumétricas ou “drum mixer”.

As usinas gravimétricas são consideradas mais precisas e adequadas do que as volumétricas. Já as do tipo “drum mixer” têm tido seu uso incrementado com o passar dos anos a nível mundial (DER/PR, 1991).

2.3.1.1 Usinas gravimétricas

Sua principal característica é a execução da dosagem dos agregados e do próprio ligante que é executado em bases ponderais. Os agregados são estocados nos silos frios, os quais alimentam o secador através do elevador frio. No secador, os agregados são aquecidos e perdem boa parte de sua umidade, sendo então conduzidos pelo elevador quente para o dispositivo de peneiramento. Através deste, os agregados são separados em diversos diâmetros e estocados nos silos quentes. Tanto os agregados dos silos quentes como o “filler”, não aquecido e originário de um silo específico, são dosados de forma cumulativa em balança, posicionada abaixo dos silos quentes, que por sua vez descarregam os agregados diretamente no misturador. O ligante asfáltico, dosado em uma balança específica, é adicionado também ao misturador, processando-se então a execução de uma quantidade de materiais perfeitamente conhecida, denominado “traço” da mistura asfáltica. A descarga é feita por baixo do misturador, através de comportas (DER/PR, 1991). As usinas gravimétricas são conhecidas como “descontínuas” devido ao seu sistema de funcionamento (SENÇO, 2001). (Figura 2)

2.3.1.2 Usinas volumétricas

Nas usinas volumétricas, também conhecidas como “contínuas” devido ao seu sistema de funcionamento (SENÇO 2001), a dosagem dos

componentes, como o próprio nome já informa, é executado em bases volumétricas. O princípio de funcionamento é similar ao descrito para as usinas gravimétricas (BAPTISTA,1975), diferindo apenas no que diz respeito aos silos frios, elevador frio e secador. As diferenças começam com a introdução do "filler", o qual, dosado volumetricamente, é adicionado normalmente na base do elevador quente. A mistura de agregados aquecidos mais o "filler" não aquecido são conduzidos pelo elevador quente até o dispositivo de peneiramento, que os separa em diversas frações e são estocadas em silos quentes. De forma contínua, os silos quentes alimentam o misturador através de um segundo elevador quente. Na entrada do misturador, o asfalto é adicionado à mistura, também, em bases volumétricas. Ainda de forma contínua, esta mistura é conduzida ao longo do misturador, sendo descarregada em sua extremidade nos caminhões destinados ao transporte da massa asfáltica (DER/PR, 1991). (Figura 3)

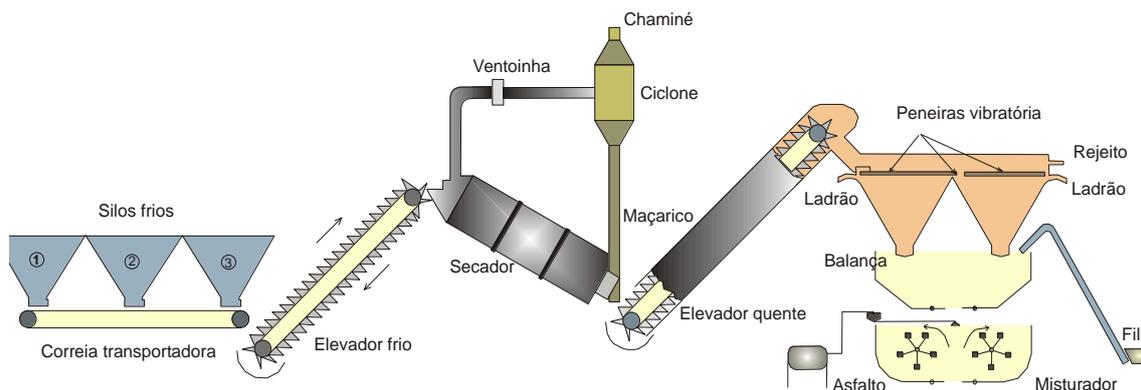


Figura 2 – Esquema de Funcionamento de Usina Gravimétrica.

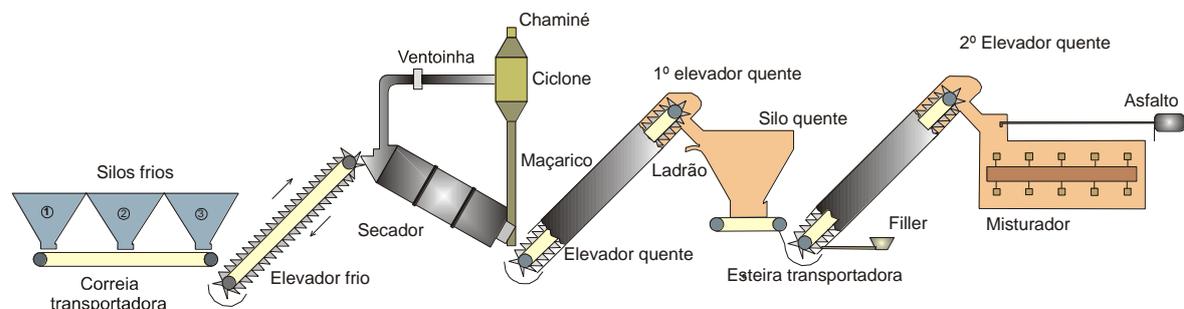


Figura 3 – Esquema de Funcionamento de Usina Volumétrica.

2.3.1.3 Usinas “Drum Mixer”

São usinas de grande produção e concepção mais simples. A principal característica é de que a mistura não é efetuada em um "pugmill" convencional, mas sim no interior do próprio secador que tem uma concepção especial. São conhecidas nacionalmente como usinas do tipo "tambor secador-misturador". No tambor, dependendo do local onde se localiza o queimador ou maçarico, define-se o funcionamento destas é por fluxo ou contra fluxo, sendo que nas por fluxo o queimador se localiza na parte mais alta e na do tipo contra-fluxo na parte mais baixa do secador. A alimentação originária dos silos frios é fundamental à qualidade da massa a ser produzida nestas usinas, porque não há possibilidade de correções na proporção entre agregados nas fases subseqüentes do processo. Os agregados dos silos frios são conduzidos por um elevador frio do tipo correia transportadora até a entrada do secador. Em um compartimento da correia, encontra-se montada uma ponte de pesagem, que permite a pesagem dinâmica dos agregados, isoladamente ou em conjunto. O material é introduzido no secador em sua parte mais elevada. Diversos sistemas de aletas fazem com que os agregados formem, ao girar do tambor, uma cortina à frente da chama do queimador. Nesta primeira região do secador, os agregados são aquecidos e secos. Em uma porção mais abaixo, o cimento asfáltico, dosado volumetricamente, é adicionado ao sistema, processando a mistura final. A massa asfáltica produzida é transportada por um elevador quente e estocada em um grande silo térmico (DER/PR, 1996).

A vantagem na utilização das usinas tipo "drum mixer" é a de receber misturas asfálticas antigas, resultantes de processo de fresagem e reciclá-las em combinação com novos elementos adicionados. A introdução dos produtos de fresagem se faz no próprio tambor secador-misturador em um ponto anterior à introdução do novo ligante asfáltico. Sistemas de controle de poluição, através de filtros, fazem com que as usinas "drum mixer" sejam eficientes no que diz respeito ao controle da poluição ambiental (DER/PR, 1991). (Figura 4)

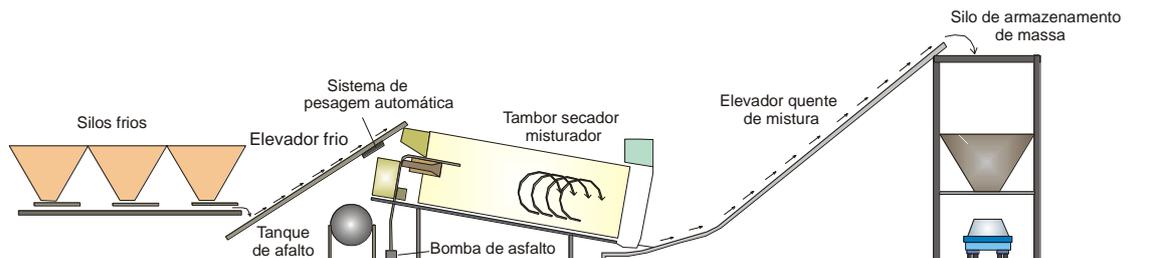


Figura 4 – Esquema de Funcionamento da usina drum mixer.

2.3.2 Condições da Superfície a Receber a Mistura Asfáltica

Para que a massa asfáltica produzida seja levada à pista e espalhada, é necessário que a superfície a ser pavimentada esteja totalmente limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais (DER-PR, 1996).

A massa asfáltica só poderá ser distribuída se a pintura asfáltica, previamente aplicada sobre a superfície, apresentar-se "viva", ou seja, com efetivo poder ligante. Caso isto não ocorra, nova pintura de ligação deverá ser aplicada (DNER-ES 313/97).

Quando se executam camadas de concreto asfáltico espessas, com desdobramento em duas ou mais camadas, a pintura de ligação poderá ser dispensada se a execução da camada superior ocorrer logo após a execução da camada inferior (DER/PR, 1991).

2.3.3 Transporte da Mistura Asfáltica

O transporte da mistura asfáltica, da usina para a pista, é feito por caminhões basculantes que deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas (DNER-ES

313/97). O excesso da solução empregada deve ser basculado, previamente ao carregamento do veículo.

Os veículos de transporte devem ser equipados com lonas impermeáveis, destinadas a proteger a massa asfáltica, durante o transporte, contra a ocorrência dos seguintes problemas:

- Perda de temperatura, especialmente, para grande distância de transporte.
- Ação da chuva e da umidade ambiental.
- Contaminação por poeira.

É desejável, ainda, que a tampa da caçamba, por onde a massa asfáltica é descarregada, seja equipada com correntes que permitam a regulação da vazão durante a descarga (DER/PR, 1996).

2.3.4 Distribuição da Mistura

A distribuição da mistura somente deverá ser executada quando a temperatura ambiente for superior a 10°C e o tempo não se apresentar chuvoso (DER-PR, 1996). A temperatura mínima de distribuição da massa depende do tipo de asfalto utilizado.

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cota e abaulamento requeridos (DNER-ES 313/97). Tais máquinas, além de promoverem o espalhamento da massa na espessura e largura desejadas, executam parte do trabalho de compactação (SENÇO, 2001).

Dois unidades fundamentais compõem uma acabadora: a unidade tratora e a unidade de acabamento (DER/PR, 1991). A unidade tratora proporciona, através de esteiras metálicas, o deslocamento do conjunto sobre a superfície a receber a mistura asfáltica. Esta unidade inclui o receptáculo de massa, os

parafusos sem-fim para o espalhamento da massa, o motor, as transmissões, os controles e o assento do operador.

A unidade de acabamento é montada na extremidade de longos braços laterais rotulados na unidade motora. Constituem a unidade de acabamento: os vibradores, os controles de espessura, a mesa alisadora, o dispositivo de aquecimento desta e o controle de coroamento (SENÇO,2001). Algumas acabadoras são dotadas de sistema eletrônico para o controle de espessuras, aos quais são associados "apalpadores" laterais, que se orientam por guias de referência especialmente implantadas (DER/PR,1991). Nas figuras 5 a 7 estão demonstrados os esquemas de uma distribuidora de massa asfáltica.

O procedimento geral de funcionamento da acabadora e distribuição da mistura é o seguinte (DER/PR, 1991):

- Posicionada a acabadora com o sistema de aquecimento da mesa alisadora em temperatura de trabalho, o caminhão basculante, proveniente da usina e carregado de massa asfáltica, recua em marcha-a-ré e estaciona a cerca de 15cm dos roletes da acabadora, sem, no entanto, tocá-la;

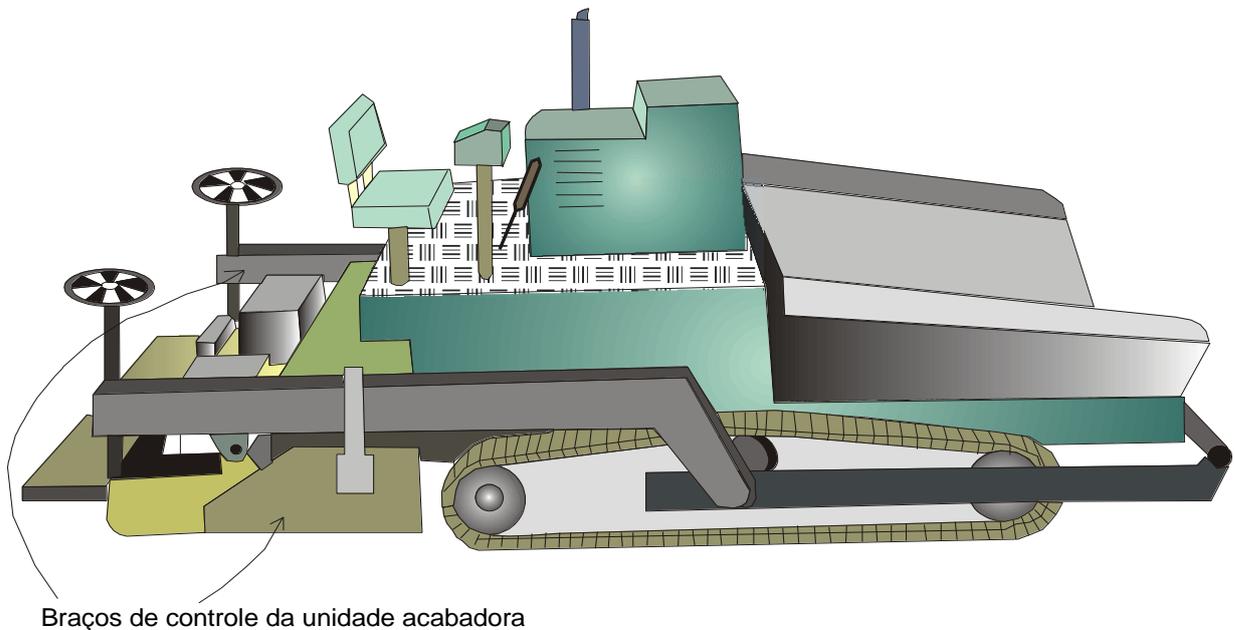


Figura 5 - Unidade Acabadora – vista lateral

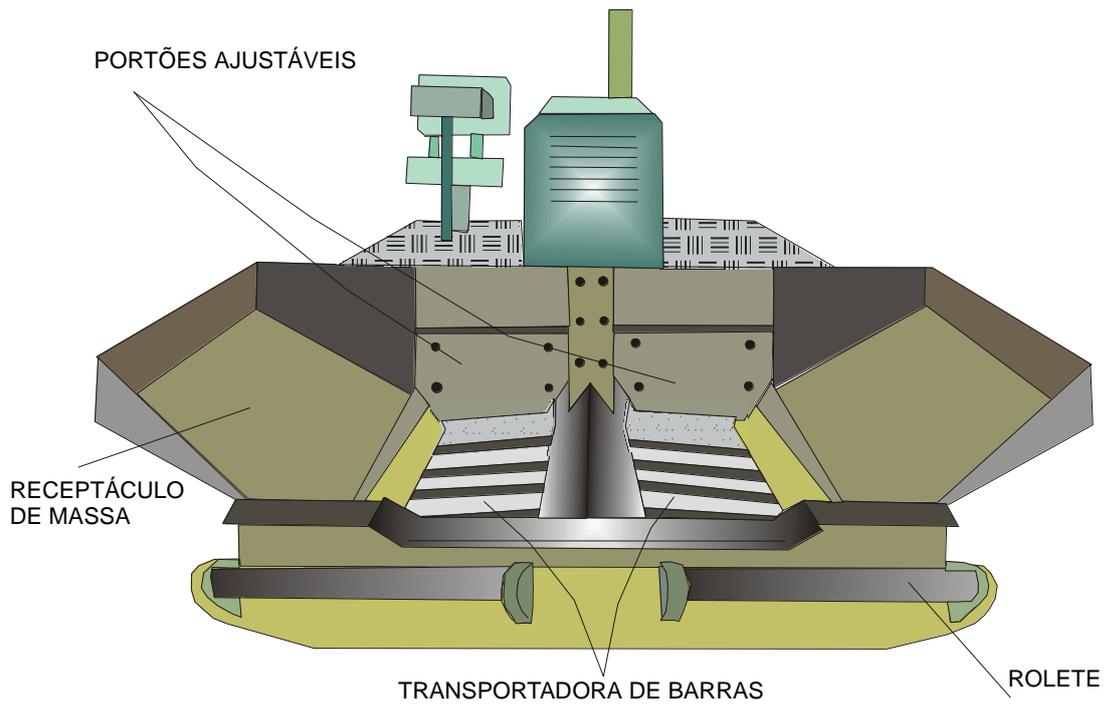


Figura 6 - Unidade Acabadora - vista traseira

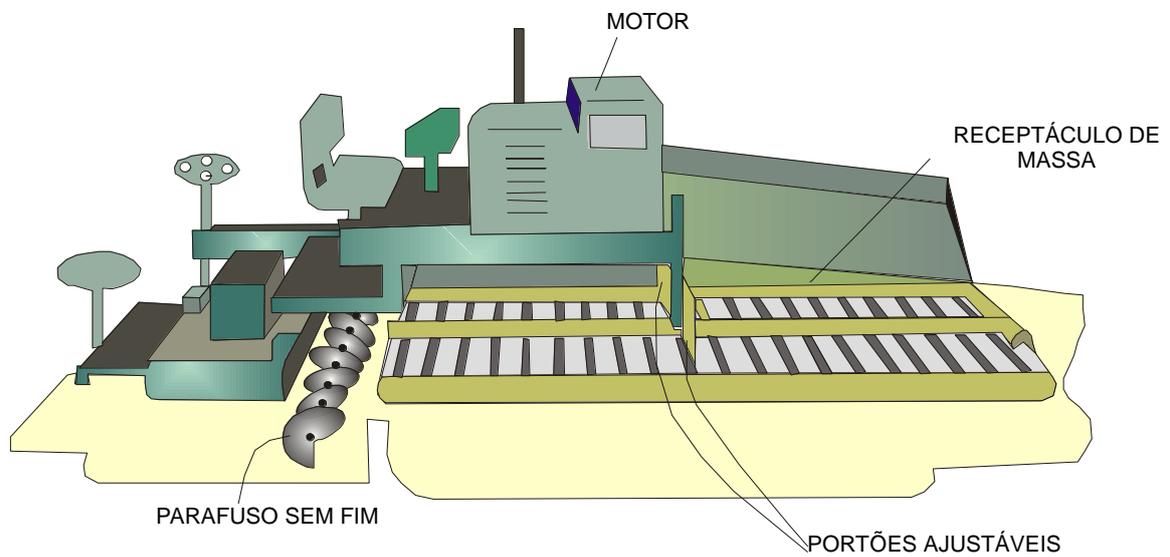


Figura 7 - Unidade Acabadora - corte lateral

- A acabadora avança lentamente até que os roletes façam firme contacto com as rodas traseiras do caminhão;

- A caçamba do caminhão é gradualmente levantada, fazendo com que a massa asfáltica flua para o receptáculo da acabadora;
- A massa contida no receptáculo é levada através dos alimentadores, passando pelos portões de controle de fluxo até os parafusos-sem-fim;
- Os parafusos-sem-fim distribuem a massa transversalmente, de forma uniforme, em toda a largura a pavimentar em frente à mesa alisadora. É interessante notar que a mesa alisadora apóia-se diretamente na superfície da massa acabada. Disso resulta que a superfície obtida não reproduz as irregularidades existentes na superfície revestida. Os vibradores efetuam parte da compactação, fixando a espessura da camada no espalhamento, a mesa alisadora, imediatamente, completa o alisamento da massa, selando a sua superfície.

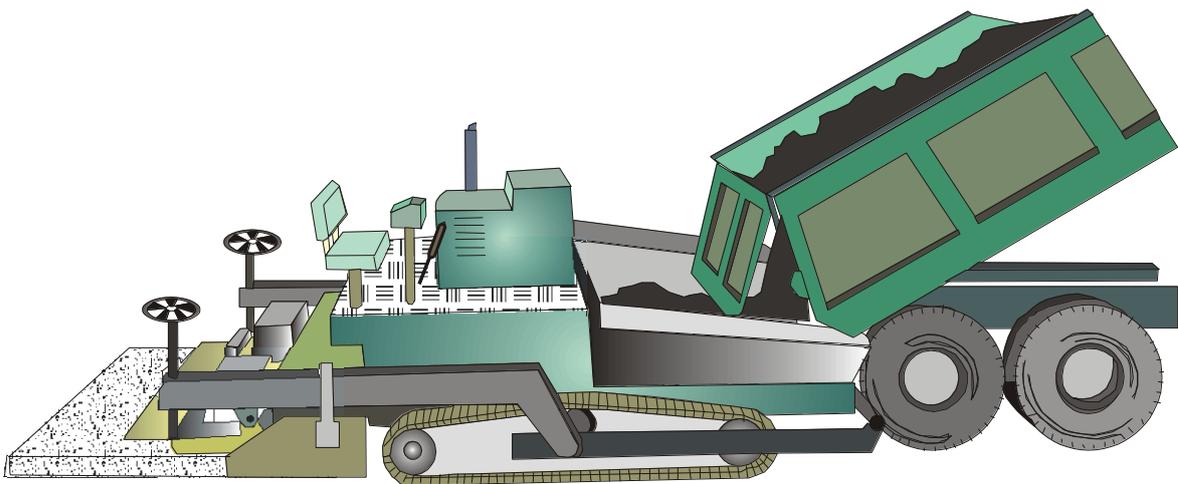


Figura 8 - Descarregamento para Unidade Acabadora

- À medida que a acabadora avança, empurrando o caminhão basculante, a descarga deste prossegue gradualmente até a caçamba se esvaziar por completo, quando o veículo de transporte é então liberado;

- A acabadora deverá deslocar-se a uma velocidade, dentro da faixa indicada por seu fabricante, que permita a distribuição da mistura de maneira contínua e uniforme, reduzindo ao mínimo o número e o tempo de paradas;
- A acabadora prossegue, consumindo a massa contida no receptáculo, enquanto a mesa alisadora e os vibradores conformam e asseguram a pré-compactação à mistura asfáltica.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas deverão ser sanadas de imediato pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos (DNER-ES 313/97). Esta alternativa deverá ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de acabamento manual é nocivo à qualidade do serviço, sendo essencial que exista adequada coordenação entre a ação dos alimentadores da acabadora, a regulação dos portões de controle do fluxo de massa e os parafusos-sem-fim, mantendo uma distribuição uniforme frente a estes últimos.

Quando a capacidade das usinas e da frota de transporte permitir, pode-se operar com duas acabadoras, guardando distância conveniente, de modo a proporcionar a execução da camada em toda a largura da pista e ,assim, evitar a junta longitudinal (DER/PR, 1991).

2.3.5 Compressão

O equipamento para a compressão será constituído de rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tanden ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, auto propulsores, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5 kgf/cm² a 8,4kgf/cm² (35 a 120 psi) (DNER-ES 313/97).

Uma preocupação básica a ser definida, logo no início dos serviços, é a temperatura de rolagem, a qual está condicionada, particularmente, à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. A regra geral é de que deva ser adotada, para o início da compressão, a temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura esta a ser fixada, experimentalmente, em cada caso (DNER-ES 313/97).

Quando a rolagem é iniciada com a temperatura da massa muito elevada, além de ocorrerem ondulações e "escorregamento" da massa, surgem fissuras na superfície. O fissuramento ocorre, também, com a compressão realizada a baixas temperaturas, não sendo possível normalmente obter as densidades desejadas (SENÇO, 2001).

2.3.5.1 Técnicas de compressão convencionais

Usualmente, a compressão de misturas asfálticas densamente graduadas é efetuada pela aplicação combinada de rolos lisos Tandem de rodas metálicas e rolos pneumáticos de pressão regulável, embora outros equipamentos possam ser empregados.

A especificação DER/PR ES-P 21/91, em seu sub-item 5.5, apresenta o padrão mais freqüentemente utilizado no Paraná, assim constituído:

- A compressão é iniciada com o rolo de pneumáticos, atuando com baixa pressão;
- Com a sucessão das coberturas proporcionadas, a massa ganha resistência, o que permite o incremento gradual da pressão interna dos pneumáticos do rolo;
- A compressão final, que deve assegurar o adequado acabamento da superfície, é operada com o emprego do rolo liso Tandem;

- O número de coberturas requerido em cada etapa é definido experimentalmente, de forma que a densidade desejada possa ser obtida enquanto a mistura se apresentar com trabalhabilidade adequada.

2.3.5.2 Técnicas de compressão vibratória

Diversos fatores afetam o desempenho de um rolo compactador vibratório, principalmente os seguintes: o peso estático do rolo, o número de passadas, a frequência e a amplitude de vibração, a velocidade do rolo e as características específicas da mistura a ser comprimida.

Para uma certa mistura asfáltica a ser compactada e para um determinado equipamento vibratório disponível na obra, os ajustes possíveis referem-se à frequência e à amplitude da vibração, à velocidade do equipamento e ao número de coberturas.

Um possível padrão de compressão vibratória, a título de sugestão do DER/PR, compreende as seguintes etapas:

- Aplicação de uma ou duas coberturas estáticas (sem vibração), a baixa velocidade (1 a 2km/h);
- Efetuar um número de coberturas com vibração (possivelmente de 2 a 4), com o rolo atuando na faixa de 5 a 7km/h. Ajustar, neste caso, os parâmetros amplitude e frequência, para tentar otimizar o processo;
- Aplicar uma ou duas coberturas finais, sem vibração, para proporcionar acabamento adequado.

A compactação, normalmente, pode ser iniciada a temperaturas na faixa de 110° a 150 °C, na dependência das características da mistura. O limite

inferior de trabalhabilidade, para a compactação vibratória, situa-se em geral, de 60° a 70 °C.

Os padrões clássicos de compressão (superposição entre passadas adjacentes, início da rolagem no ponto mais baixo da seção transversal, etc.) aplicam-se usualmente à compressão vibratória.

2.3.5.6 Recomendações de ordem geral para a compressão

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, iniciasse a rolagem com baixa pressão, a qual será aumentada à medida que a mistura vai sendo compactada, e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas (DNER-ES 313/97).

Quando se utiliza o rolo liso Tandem na primeira fase da compressão, normalmente, é permitido que a extremidade do cilindro superponha-se ao bordo da camada. A experiência do operador permitirá definir até que ponto esta superposição pode ocorrer sem causar danos ao bordo. Já no caso do emprego do rolo de pneumáticos, este deve ficar próximo ao bordo, mas não deve superpô-lo para evitar ruptura da massa neste local (DER/PR, 1991).

A operação de rolagem perdurará até o momento em que o rolo não mais imprima marcas na massa em compactação. É recomendável que, durante toda a rolagem, o rolo seja mantido o maior tempo possível em operação contínua (SENÇO,2001).

Segundo a DNER-ES 313/97, durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção e inversões brusca de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo deveram ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

2.3.6 Juntas

Existem diversas técnicas para a execução de juntas longitudinais e transversais em serviços com misturas asfálticas. Algumas delas são agora relatadas.

2.3.6.1 Juntas longitudinais

A melhor maneira de se proceder é a de trabalhar com duas acabadoras, operando defasadas de uma distância pequena. Os rolos que operam no pano mais avançado não compactarão uma faixa de 5 a 10 cm anexa ao pano que está sendo distribuído. Quando da compressão do segundo pano, os equipamentos tratarão de cobrir esta pequena faixa, praticamente, eliminando a junta (DER/PR 1991).

Nos casos mais freqüentes, opera-se apenas com uma acabadora, o que obriga, necessariamente, a alguns cuidados para a execução da junta longitudinal resultante. Sugere-se a seguinte seqüência (DER/PR 1996):

- aplicar pintura de ligação na parede da camada já distribuída e compactada, com dispositivo manual, onde será formada a junta;
- executar previamente pintura, se necessário corte vertical com ferramentas manuais, "aparelhando" a parede da junta eventualmente danificada pelo tráfego;
- distribuir a massa da faixa anexa, fazendo com que a acabadora seja instalada de forma a permitir um leve recobrimento da nova massa em relação à camada contígua, anteriormente, comprimida;
- utilizando um rodo metálico, forçar o material superposto contra a camada recém-distribuída. O excesso de material será removido manualmente;

- iniciar a compactação da nova faixa com o rolo liso de rodas metálicas, atuando sobre a camada anexa já compactada e recobrimo a nova camada em apenas 15cm;
- a segunda passada, o mesmo rolo deverá recobrir o novo material, na área da junta, com a metade de sua largura de trabalho;
- prosseguir a compactação, normalmente, pela parte mais baixa da seção transversal.

2.3.6.2 Juntas Transversais

As juntas transversais decorrem do término normal de uma jornada de trabalho ou da ocorrência de problemas climáticos ou operacionais que impliquem na interrupção das atividades de pista (DER/PR 1991). Abaixo descreveremos algumas alternativas para a execução das mesmas.

▪ Método 1

Completar a distribuição na faixa de trabalho até que toda massa contida no receptáculo da acabadora seja esgotada, o que ocasionara uma porção não uniforme e em forma decrescente, depois comprima normalmente a faixa distribuída. No reinício da jornada de trabalho, determinar a posição próxima do final da distribuição em que a camada apresente a espessura desejada, e então cortar a massa, segundo um plano vertical transversal ao eixo com emprego de ferramentas manuais, formando a junta. Remover o restante do material, aplicar pintura de ligação na parede da junta formada com dispositivo manual.

- **Método 2**

Instalar uma tábua de madeira, segundo a seção transversal da faixa trabalhada, anteriormente à passagem da acabadora em sua última carga. A tábua em questão deverá ter largura de 15 a 20 cm e espessura idêntica à da camada comprimida, distribuir a carga final da acabadora, recobrando a tábua instalada e estendendo-se pouco além desta, depois comprimir a faixa distribuída de acordo com o plano normal de compactação. O material excedente formará uma rampa de acesso para os equipamentos de compressão. Ao reiniciar os trabalhos, retirar a tábua e remover o material excedente, aplicando a pintura de ligação na parede vertical da junta.

- **Método 3**

Distribuir normalmente a última carga da acabadora, do que resultará um final do pano não uniforme determinando o ponto onde a espessura solta da camada é a desejada e cortar, com ferramentas manuais, uma faixa transversal de cerca de 30 cm. As paredes devem resultar verticais, depois disto, preencher a faixa removida com areia e compactar normalmente o pano, utilizando o material distribuído ao final como rampa de acesso para o equipamento. Ao reiniciar os trabalhos, remover o material remanescente ao final do pano e a areia e executar a pintura de ligação.

Em qualquer das três alternativas apresentadas, a complementação da execução da junta envolve as seguintes atividades: Instalar ao longo da seção transversal da junta, sobre o pano compactado anteriormente, um sarrafo de madeira, de sorte que a soma da espessura do material distribuído com a espessura do sarrafo seja igual à espessura da massa solta do novo pano, retrocedendo com a acabadora e apoiando a ponta da mesa sobre o sarrafo, após isto, devem ser acionados os parafusos sem-fim até que o espaço anexo à junta seja preenchido com massa. Em seguida, a acabadora avança, normalmente, distribuindo o material

do novo pano à compressão da junta transversal, preferencialmente, com o rolo liso Tandem atuando a 45°C (DER/PR 1991).

3 MÉTODOS

3.1 INTRODUÇÃO

Em uma simulação, é construído um modelo lógico-matemático que representa o processo em estudo. Este modelo, geralmente, incorpora valores de tempo, recursos disponíveis e distâncias. Para construir um modelo de simulação, é necessário ter conhecimentos claros do objetivo, que neste caso é o transporte de concreto asfáltico usinado à quente. Serão coletadas as informações necessárias para a compreensão do processo. A partir disto, começa-se a estruturação do modelo que será cumprido em várias etapas.

3.2 ROTEIRO DE SIMULAÇÃO

Para o estudo do processo do transporte do material, primeiramente, executou-se um diagrama de blocos onde foram colocadas todas as etapas do processo com suas devidas considerações. Na execução deste modelo, levou-se em conta a interdependência do processo. Concluído o modelo conceptual, o estudo do processo foi dividido em três partes, primeiramente foi estudado o processo de usinagem do concreto asfáltico, determinando os ciclos do processo do mesmo. Nesta etapa, estudou-se a dinâmica de funcionamento da usina, bem como seu layout e seqüência de funcionamento. Nesta parte, foi detectado que o caminhão chega e passa por uma limpeza, executada por uma aspersão de água com sabão, em sua caçamba, para evitar que haja aderência do material na superfície, na seqüência o caminhão é pesado e fica aguardando sua vez de entrar para o carregamento. O caminhão posiciona-se sob o silo quente para ser carregado o que leva um certo tempo, pois a usina executa ciclos de material pré-dimensionado, conhecidos como “traços”. Este material é inspecionado no local, determinando se

há a necessidade de desprezá-lo, em caso afirmativo, o caminhão é desviado para um local pré-determinado chamado de bota fora, normalmente, as usinas antes de iniciar o carregamento dos caminhões passam por uma checagem. Os primeiros ciclos são despejados diretamente em uma pá carregadeira que se encarrega de depositar este material em local apropriado, diminuindo assim a ocorrência do desvio do caminhão para o bota fora. Neste momento, a caçamba do caminhão é coberta por uma lona que já está previamente fixada na extremidade superior da caçamba, este é um processo rápido que foi considerado neste trabalho como tempo gasto pela usina. Na seqüência, o caminhão segue diretamente para a segunda pesagem, depois disto segue para a pista. Nesta etapa de pesagem, foi considerado o tempo de pesagem, de carregamento, a capacidade do caminhão em toneladas, bem como os tempos intermediários a estes processos. Na segunda etapa, estudou-se o transporte do material através dos caminhões basculantes até o local de deposição, sendo considerados para tanto a distância média de transporte, as interferências de interseções e a velocidade de cruzeiro. Na terceira etapa, determinou-se o ciclo de deposição deste material, desde a chegada até o momento em que o caminhão coloca-se na posição para o início do descarregamento através da distribuidora de massa. Nesta etapa, levou-se em consideração o tempo necessário para que toda a carga fosse despejada dentro do receptáculo da mesma, este tempo foi denominado tempo de descarregamento. Uma vez terminada a descarga, o caminhão é liberado para seu retorno a usina. Pode-se assim determinar o tempo de ciclo do mesmo. Uma vez o caminhão liberado, a acabadora pode receber o próximo da fila.

Para que todos estes tempos fossem analisados, procedeu-se uma coleta de dados detalhados, durante vários dias, colocando-se apontadores tanto na usina como na pista, uma vez isto feito os dados foram analisados para serem determinadas as filas nos diversos processos do sistema. Estes dados são utilizados para que se possa checar a consistência do modelo montado no software Arena®.

Na figura 9, demonstra-se a seqüência de processos do sistema do transporte do concreto asfáltico usinado à quente.

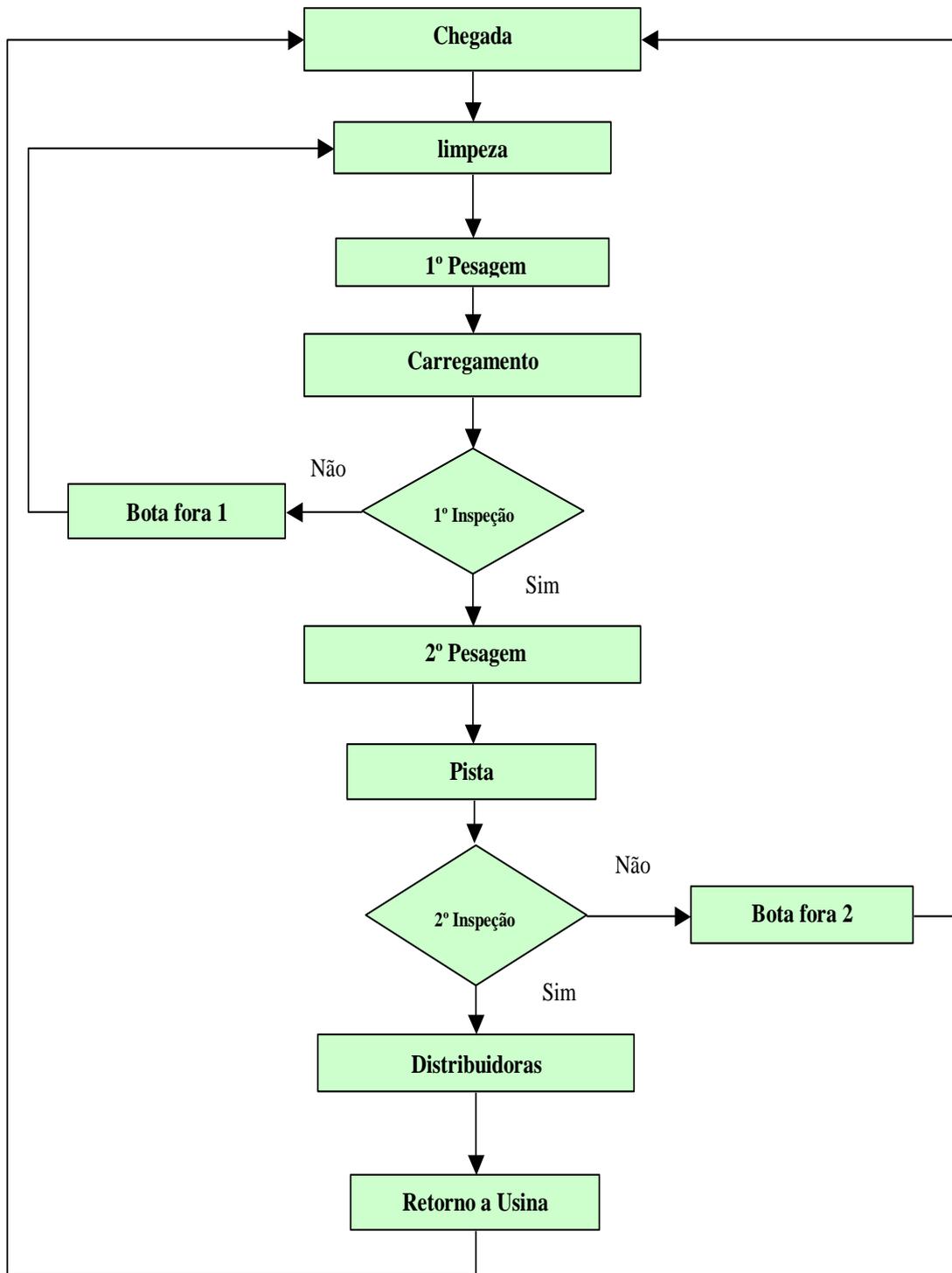


FIGURA 9 – ETAPAS DO PROCESSO DE TRANSPORTE DO C.B.U.Q.

3.3 COLETA DE DADOS

A empresa onde foram coletados os dados é responsável por um lote de rodovias, somando aproximadamente quinhentos quilômetros, sendo de sua responsabilidade a conservação e melhoria da malha existente, bem como sua ampliação através de duplicações e contornos. Quando da coleta de dados, a empresa encontrava-se em ritmo acelerado de obras com trechos em restauração de pavimento, bem como com dois trechos de duplicação e ainda com a execução de um contorno. Foram escolhidos dois trechos para a coleta dos dados necessários, sendo que no primeiro trecho ocorria uma restauração, onde seria colocada uma camada de concreto asfáltico sobre uma já existente, o segundo trecho é uma duplicação onde estava sendo implantada uma pista nova, que se encontrava na etapa de execução de capa de rolamento. Devido ao acúmulo de obras, a empresa decidiu executar o primeiro trecho e terceirizar o segundo. As duas empresas, que de agora em diante denominadas Empresa 1 e Empresa 2, possuem equipamentos de diferentes tipos e estados de conservação, sendo que há uma maior ocorrência de quebras na Empresa 2.

3.4 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO

Para a checagem do modelo, procedeu-se o tratamento dos dados encontrados em campo, sendo determinado os tempos de fila de cada processo, bem como o tempo de ciclo de cada caminhão. Através destes dados, o modelo foi alimentado com o cuidado de checar se as filas no modelo real se repetiam no modelo montado no software, uma vez isto feito, depurou-se os erros encontrados e novamente alimentou-se o modelo, repetindo o processo até a certeza de que os resultados eram válidos e representativos dos resultados do modelo real.

3.5 EXPERIMENTAÇÃO

Com o modelo validado, procedeu-se então a execução da simulação para que fossem gerados os dados desejados, podendo assim estudar a racionalização do processo e fazer inferências tais, que se pudessem testar possibilidades de implementação de equipamentos, adequação da produção, até que o processo estivesse balanceado. E assim, pudessem operar sem perda de tempo e/ou recursos.

4 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

4.1 ROTEIRO DE SIMULAÇÃO

Para que fosse possível uma melhor visualização do processo do transporte do CAUQ, desenvolveu-se um layout genérico do sistema de produção. Neste modelo, locou-se os equipamentos dentro de uma estação de agora em diante denominado de pátio da usina. Neste pátio está disposto um recurso denominado de posto de limpeza, visto que já na chegada o caminhão passa por ele, seguindo para o próximo equipamento que é a balança, este equipamento é responsável pela pesagem dos caminhões. Para o modelo, na balança, cada caminhão sofre duas pesagens por ciclo para se obtenha o peso da carga. Algumas empresas pesam o caminhão vazio apenas uma vez, mas não é usual, visto que no fim do dia o caminhão provavelmente está pesando mais ou menos dependendo da quantidade de combustível que contenha no tanque. No próximo passo, dentro do layout, fica o recurso que representa o equipamento usina de produção de massa asfáltica. Uma vez o caminhão carregado, o material depositado passa por uma inspeção que é feita no próprio local, para isto foi locada uma estação denominada inspeção_1. Se o material não obtiver aprovação é encaminhado para um local denominado de bota fora 1, onde é descarregado, seguindo diretamente para a estação denominada de limpeza e então reinicia-se o processo. Por outro lado, se este carregamento está dentro dos padrões de qualidade exigidos, este material segue para a segunda pesagem, obedecendo à seqüência de chegada do caminhão. Após a segunda pesagem, o material é então encaminhado para uma estação que foi denominada como pista, nela se faz uma segunda inspeção denominada de inspeção_2. Caso este material seja rejeitado por não obedecer aos padrões, é encaminhado para uma estação denominada bota fora 2, e na seqüência este caminhão retorna para a usina. Por outro lado, se o material estiver dentro das exigências será descarregado em um equipamento denominado vibro acabadora, sendo que no modelo este equipamento é um recurso. Foi considerada a possibilidade de utilizar uma ou duas acabadoras, denominadas no modelo como

acabadora_1 e acabadora_2. Em caso dos equipamentos estarem ocupados, a entidade denominada caminhão aguarda em uma fila até que o equipamento esteja disponível para ser utilizado. Concluída esta etapa, o caminhão segue para o pátio da usina para entrar novamente no processo.

O layout utilizado no modelo simulado no software Arena esta demonstrado na figura 10.

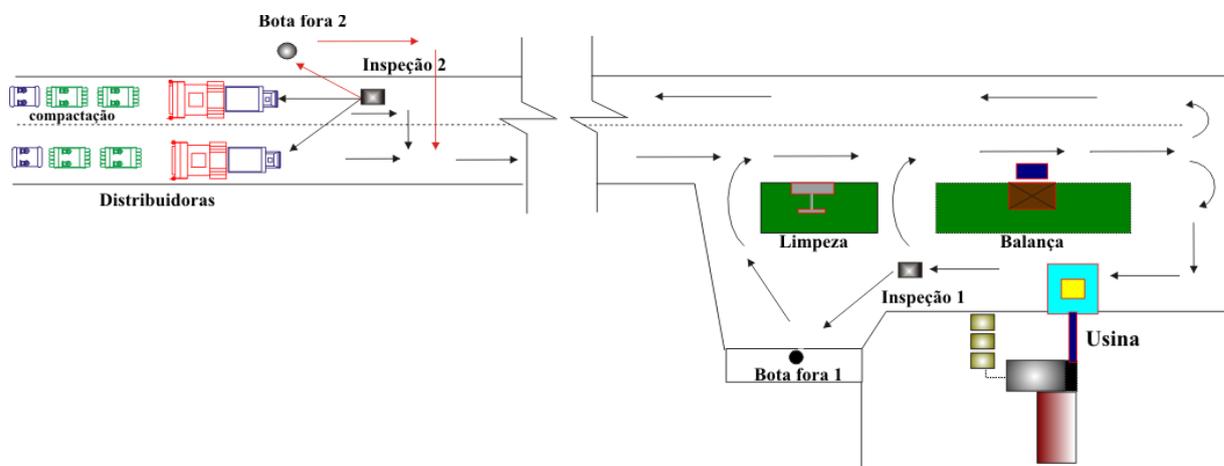


Figura 10 – Layout utilizado no software arena®.

4.2 DESCRIÇÃO DAS EMPRESAS

4.2.1 Empresa 1

Esta empresa é o resultado do consórcio de várias empresas nacionais de grande tradição em empreendimentos rodoviários. Cinco grandes empresas compõem o grupo majoritário de acionistas da Empresa 1. Este grupo de empresas possui um grande acervo técnico de obras na área de engenharia civil pesada. A empresa, resultado do consórcio, tem um papel importante na economia

local, sua previsão de movimentação em 2001 era de 82 milhões de reais, empregando direta e indiretamente quatro mil trabalhadores.

A Empresa 1 é detentora de um lote de rodovias que perfazem um total de aproximadamente 500 km entre trechos de pista simples e pista dupla no Estado do Paraná. Esta malha rodoviária é de sua responsabilidade para conservação, obras de melhorias e ampliação da rede, isto tem provocado uma grande quantidade de obras distribuídas pelos trechos da concessionária.

A empresa, no setor de construção civil, opera tanto por recursos próprios como por terceirização de serviços, dependendo dos cronogramas de cada obra, quer seja duplicação ou restauração.

Para a análise, utilizou-se um trecho de 6,0 Km de extensão que compõem o trecho total de 14,80 km. A empresa foi responsável pela execução da segunda camada de concreto asfáltico, uma vez que as outras etapas foram executadas pela Empresa 2. O trecho é composto por duas faixas de rolamento, tendo cada uma 3,60 metros e espessura de 4,0 centímetros. Esta segunda camada é denominada de “capa de rolamento”. O período de execução se deu em agosto de 2002. Esta camada foi executada após a camada denominada “binder” realizada pela Empresa 2.

Esta empresa possui uma usina nova, tipo “Drum mixer”, conforme figura A, constante no anexo A, com capacidade de produção de 80 a 100 toneladas/hora. Nos dias em que foram coletados os dados, a mesma trabalhou na média de 85 toneladas/hora.

O transporte é realizado por caminhões com capacidade para transportar 7 m³, o sistema de contratação utilizado pela empresa é por tonelada transportada, realizada por freteiros. Em função da alta produção da usina, a empresa tem por filosofia a contratação de um número tal que não falem caminhões na usina, independente da fila que possa se formar para o descarregamento, mas após análise dos dados coletados e dispostos mais a frente, percebe-se que há falta de material na pista, o que mostra que o sistema não está bem balanceado. Nos dias em que foram coletados os dados, houve uma variação do número de

caminhões uma vez que os mesmos não são exclusivos para transporte de massa, pois transportam também material da pedreira até a usina. Os dados da Empresa constam em item 1 do anexo C.

Na pista, a empresa conta com uma distribuidora tipo vibro acabadora nova da marca Cifali, ver figura B no anexo A, dois rolos de pneus conforme figura C no anexo A, um rolo Tandem e equipe esquematizada e treinada para a execução das tarefas necessárias.

O processo de produção do CAUQ desta empresa funciona como layout demonstrado na figura 11.

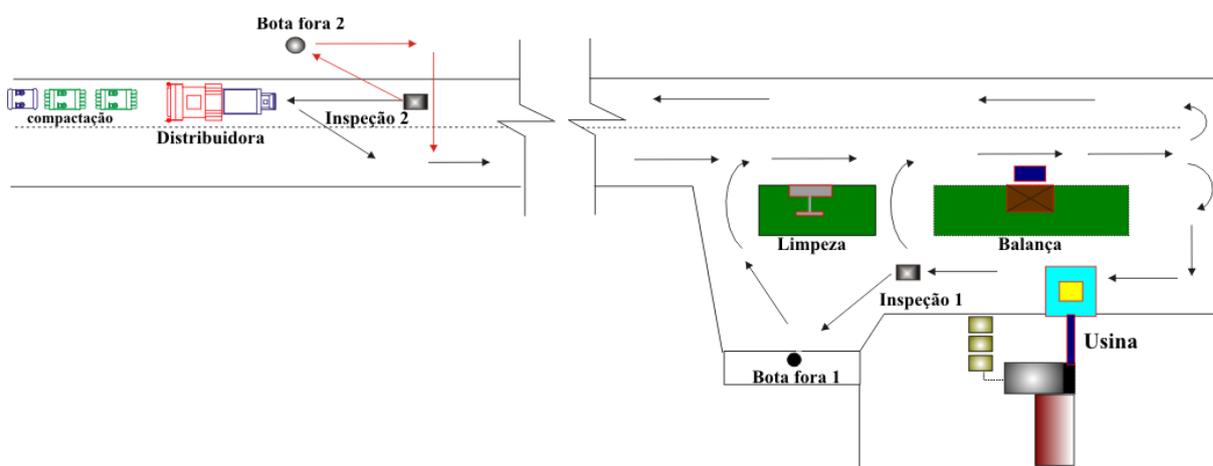


Figura 11 – Layout do processo de produção da empresa1.

Os dados coletados foram colocados em tabelas e seus resumos são mostrados a frente. Através destes dados, foram montadas equações para o tempo de carregamento, tempo de descarregamento, limpeza, tempo de transporte da usina até a pista e do retorno até a usina, foram também analisadas as esperas. Através da experiência de campo, pode-se afirmar que algumas vezes o sistema pode ficar paralisado durante alguns intervalos sem qualquer motivo aparente. Estas paralisações normalmente ocorrem por falta de um controle mais efetivo por parte do encarregado da frente de serviço. Em alguns casos, o sistema pode paralisar por motivo de quebra de equipamento, chuva ou mudança de faixa de rolamento. Nos

dados coletados, não houve quebra de equipamento, nem problemas com paralisações por falta de controle, nem por motivo de chuva, as mudanças de faixa foram realizadas por dia, ou seja, a cada dia executava-se uma faixa de rolamento, isto ocorreu para minimizar a execução de juntas transversais, pois havia um segmento único com apenas uma junta ao final dos trabalhos. Nos horários de almoço, a equipe ficou parada durante uma hora todos os dias, porém na usina há revezamento de operador e, portanto não há necessidade de paralisação, quanto aos freteiros, normalmente, aproveitam a fila de espera para a realização da refeição.

4.2.2 Empresa 2

A Empresa 2 foi contratada pela Empresa 1 para execução de dois trechos de duplicação, sendo um de 4,00 Km e outro de 14,80 Km. É uma empresa de pequeno porte que manteve nas frentes de serviços executadas aproximadamente cem funcionários entre técnicos, operadores e engenheiros.

Para a análise, optou-se por um trecho de 6,0 Km de extensão que compõem o trecho total de 14,80 km supracitado. A Empresa 2 foi responsável pelas etapas de regularização do subleito, execução de sub-base em solo cimento, base em brita graduada e a primeira camada de concreto asfáltico usinado à quente. O trecho é composto por duas faixas de rolamento, tendo cada uma 3,60 metros e espessura de 4,0 centímetros. Esta primeira camada é denominada de "binder". O período de execução foi entre junho e julho de 2002. Após a execução desta camada, foi executada a camada de capa de rolamento, que foi executada pela Empresa 1 e os valores fazem parte dos dados coletados para a Empresa 1.

Esta empresa possui uma distribuidora em bom estado de conservação, conforme figura D no anexo A, possui também uma usina, tipo gravimétrica, ver figura E no anexo A, com capacidade de produção de 60 a 80 toneladas/hora, sendo que nos dias da coleta de dados esta trabalhou na faixa de 60 toneladas/hora, isto fez com que o tempo de carregamento em relação à outra

empresa aumentasse. A empresa utilizou caminhões com capacidade de 7 m^3 , diferentemente da Empresa 1, realiza o transporte com caminhões próprios, sendo que a quantidade designada para estes dias foi de cinco caminhões. Através dos dados coletados, verificou-se a ocorrência de paradas tanto na usina quanto na frente de trabalho, demonstrando que a frota de caminhões utilizadas está subdimensionada. O layout do processo de produção desta empresa é como mostrado pela figura 12.

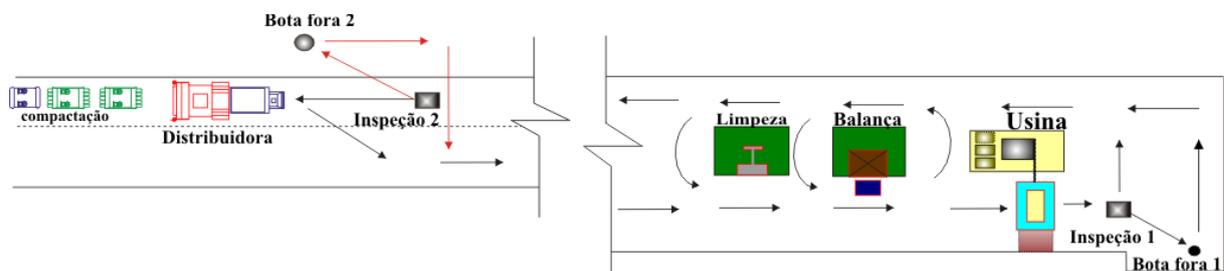


Figura 12 – Layout de produção da empresa 2.

Os dados coletados, como os da Empresa 1, foram colocados em tabelas e seus resumos são mostrados mais adiante. Através destes dados foram montadas equações que devido ao tipo de usina ser diferente da outra empresa, ocorreu alteração da equação de carregamento quanto ao tempo de descarregamento e ao tempo da limpeza. A equação utilizada foi a mesma, o tempo de transporte da usina até a pista e do retorno até a usina foram montadas através dos dados, equações, porém, apesar de ser o mesmo segmento analisado, a distância entre o local de deposição e a usina é praticamente igual, isto fez com que os valores tivessem pouca modificação, o que ocasionou uma equivalência nas equações. Nos dados coletados, não houve quebra de equipamento nem problemas com paralisações por motivo de chuva, as mudanças de faixa foram realizadas por dia, ou seja, a cada dia executava-se uma faixa de rolamento, isto ocorria para minimizar a execução de juntas transversais.

Na pista, esta empresa conta com uma distribuidora de massa (vibro-acabadora) em estado semi novo, ver figuras E e F do anexo A, dois rolos de

pneus, um rolo Tandem e equipe esquematizada e treinada para a execução das tarefas necessárias.

4.3 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO

Os dados levantados das duas empresas foram planilhados e analisados, sendo que as planilhas da Empresa 1 e da Empresa 2 constam no Anexo E e F respectivamente. Os resumos seguem em quadros distribuídos pelo texto, na seqüência o modelo foi abastecido com os dados das empresas, numa primeira etapa analisou-se os dados da Empresa 1 e, logo a seguir, os dados da Empresa 2. Os valores de tempo de descarregamento, pesagem, limpeza e transporte foram iguais para ambas, diferindo o tempo de carregamento, pois as usinas diferem quanto ao tipo de funcionamento, fazendo com que os tempos de carregamento sejam diferentes.

4.3.1 Empresa 1

Durante os dias de estudo, os percentuais referentes a quantidade de tempo dos equipamentos ativos e inativos em relação ao tempo total, que compreende o período entre a chegada dos caminhões até o momento em que o último retorna à usina, foram apresentados em quadros. No Quadro 1 estão os tempos diários e o tempo médio da Empresa 1. As taxas de ocupação de funcionamento da usina estão contidas no Quadro 2, a taxa de ocupação total é a taxa em relação ao tempo total de funcionamento do sistema. No Quadro 3, estão mostrados as taxas de ocupação da distribuidora, onde a taxa de ocupação total, assim como acontece na usina, é em relação ao tempo total de funcionamento do sistema. No Quadro 4, encontram-se os valores obtidos pelos caminhões, tempo médio por ciclo e tempo médio em fila.

Dia	Nº Caminhões	Tempo Total (h:min)
1º	10	10:39
2º	10	10:52
3º	10	11:08
4º	9	11:57
5º	11	11:26
6º	10	10:52
Média	10	11:09

QUADRO 1 – Período de funcionamento e nº de caminhões diários – Empresa 1.

Dia	Tempo Total (h:min)	Tempo disponível (h:min)	Tempo Ativo (h:min)	Tempo Inativo (h:min)	Taxa ocupação	Taxa Inativa	Taxa de ocupação total
1º	10:39	9:20	9:10	0:10	98,2%	1,8%	86,1%
2º	10:52	9:34	9:34	0:00	100,0%	0,0%	88,0%
3º	11:08	9:42	9:32	0:10	98,3%	1,7%	85,6%
4º	11:57	10:10	9:41	0:29	95,2%	4,8%	81,0%
5º	11:26	10:00	9:30	0:30	95,0%	5,0%	83,1%
6º	10:52	9:19	9:11	0:08	98,6%	1,4%	84,5%
Média	11:09	9:40	9:26	0:14	97,6%	2,4%	84,7%

QUADRO 2 – TAXA DE FUNCIONAMENTO DA USINA - EMPRESA 1.

Dia	Tempo Total (h:min)	Tempo disponível (h:min)	tempo Ativo (h:min)	Tempo Inativo (h:min)	Taxa ocupação	Taxa Inativa	Taxa de Ocupação Total
1º	10:39	8:58	5:30	3:28	61,3%	38,7%	51,6%
2º	10:52	9:10	5:42	3:28	62,2%	37,8%	52,5%
3º	11:08	9:22	5:49	3:33	62,1%	37,9%	52,2%
4º	11:57	9:51	5:47	4:04	58,7%	41,3%	48,4%
5º	11:26	9:42	5:38	4:04	58,1%	41,9%	49,3%
6º	10:52	8:56	5:20	3:36	59,7%	40,3%	49,1%
Média	11:09	9:19	5:37	3:42	60,4%	39,6%	50,5%

QUADRO 3 – TAXA DE FUNCIONAMENTO DA DISTRIBUIDORA – EMPRESA 1.

Dia	Tempo Total (h:min)	Tempo Médio por ciclo (min)
1º	10:39	144
2º	10:52	140
3º	11:08	143
4º	11:57	169
5º	11:26	135
6º	10:52	152
Média	11:09	147

QUADRO 4 – TEMPOS TOTAIS E MÉDIOS POR CICLO – EMPRESA 1.

Após a compilação dos dados, forneceu-se ao modelo os dados coletados, assim executou-se vinte vezes a simulação com o tempo total de 669 minutos de duração, a usina iniciou o funcionamento 15 minutos após o início da simulação e trabalhou por 580 minutos contínuos, já a distribuidora iniciou o funcionamento após 75 minutos do início da simulação e trabalhou 514 minutos com 60 minutos de paralisação para o almoço.

Foram montadas planilhas com os resultados fornecidos pelo modelo, os mesmos demonstram que os valores se encontram próximo dos valores levantados em campo. Faz-se necessário lembrar que a simulação trabalha com valores estatísticos. Para analisar os valores fornecidos pelo modelo, introduziu-se variáveis que foram utilizadas para testar a consistência do modelo.

Estas variáveis foram analisadas no “output analyzer”. Este, um módulo do software Arena® que nos permite analisar gráficos, intervalos de confiança bem como desvio padrão. Através desta análise, pode-se verificar que as variáveis do modelo encontram-se estáveis, variando próxima da média dos valores encontrados em campo.

Através disto, observando-se os valores obtidos pela simulação do modelo e comparando-os com os valores obtidos em campo temos valores próximos, a taxa de ocupação da usina no modelo ficou em 84,68% e nos dados levantados em 84,70%, já a distribuidora o resultado fornecido foi 49,72% bem próximo ao levantamento de campo que é de 50,50 % . Pode-se concluir que os valores fornecidos pelo modelo, traduzem de forma aceitável o sistema proposto. Os valores médios fornecidos pelo modelo após vinte execuções - para melhor obtenção de valores estatísticos - ficaram como apresentado no Quadro 5, os relatórios completos seguem no item 1 do anexo B.

Simulação	Taxa ocupação Usina	Taxa Ocupação Acabadora	Tempo no Sistema(min)
1º	84,30%	49,41%	152
2º	85,44%	52,11%	153
3º	85,84%	49,63%	153
4º	85,02%	47,75%	153
5º	84,02%	47,47%	155
6º	84,91%	50,44%	151
7º	86,59%	48,66%	152
8º	86,03%	50,46%	152
9º	84,50%	49,91%	153
10º	83,74%	49,87%	151
11º	83,38%	49,97%	152
12º	83,93%	49,84%	152
13º	84,96%	49,11%	152
14º	83,34%	49,62%	152
15º	84,30%	50,82%	151
16º	84,14%	50,58%	152
17º	84,99%	48,86%	158
18º	84,33%	48,54%	153
19º	84,36%	50,90%	151
20º	85,41%	50,51%	153
Médias	84,68%	49,72%	152

QUADRO 5 – RESULTADOS OBTIDOS DA SIMULAÇÃO – EMPRESA 1.

4.3.2 Empresa 2

Durante os dias de estudo da Empresa 2, os percentuais obtidos, referentes a quantidade de horas ativas e inativas dos equipamentos em relação ao tempo total, foram apresentados em quadros. Os tempos diários de funcionamento e o tempo médio da Empresa2 encontram-se no Quadro 6.

Dia	tempo Total (h:min)
1º	11:46
2º	11:50
3º	11:42
4º	11:45
5º	11:40
6º	12:02
7º	11:55
8º	12:00
9º	12:05
10º	11:58
Média	11:52

QUADRO 6 – PERÍODO DIÁRIO DE FUNCIONAMENTO – EMPRESA 2.

As taxas de ocupação da usina estão contidas no Quadro 7, esta taxa esta calculada em relação ao tempo total de funcionamento do sistema, sendo

que apresenta uma taxa média de funcionamento de 75,5 %. A usina tem tempo médio de funcionamento de 624 minutos.

Dia	Tempo Total (h:min)	Tempo disponível (h:min)	tempo Ativo (h:min)	Tempo Inativo (h:min)	Taxa ocupação	Taxa Inativa	Taxa de Ocupação Total
1º	11:46	10:24	8:33	1:51	82,2%	17,8%	72,7%
2º	11:50	10:33	9:12	1:30	87,2%	14,2%	77,7%
3º	11:42	10:25	9:08	1:23	87,7%	13,3%	78,1%
4º	11:45	10:20	9:08	2:33	88,4%	24,7%	77,7%
5º	11:40	10:15	8:42	3:22	84,9%	32,8%	74,6%
6º	12:02	10:16	8:50	1:26	86,0%	14,0%	73,4%
7º	11:55	10:30	9:01	1:29	85,9%	14,1%	75,7%
8º	12:00	10:32	8:59	1:33	85,3%	14,7%	74,9%
9º	12:05	10:17	8:59	1:18	87,4%	12,6%	74,3%
10º	11:58	10:32	9:05	1:27	86,2%	13,8%	75,9%
Média	11:52	10:24	8:57	1:47	86,1%	17,2%	75,5%

QUADRO 7 – TAXA DE FUNCIONAMENTO DA USINA – EMPRESA 2.

No Quadro 8, estão mostrados as taxas de ocupação da distribuidora, onde a taxa de ocupação total, assim como acontece na usina, é em relação ao tempo total de funcionamento do sistema. A distribuidora em tempo médio de funcionamento de 500 minutos.

Dia	Tempo Total (h:min)	Tempo disponível (h:min)	tempo Ativo (h:min)	Tempo Inativo (h:min)	Taxa ocupação	Taxa Inativa	Taxa de Ocupação Total
1º	11:46	9:09	3:15	5:54	35,5%	64,5%	27,6%
2º	11:50	9:19	3:07	4:24	33,5%	47,2%	26,3%
3º	11:42	9:06	3:08	6:47	34,4%	74,5%	26,8%
4º	11:45	9:28	3:05	6:23	32,6%	67,4%	26,2%
5º	11:40	9:14	3:08	6:46	33,9%	73,3%	26,9%
6º	12:02	8:55	3:11	5:44	35,7%	64,3%	26,5%
7º	11:55	9:21	3:15	6:06	34,8%	65,2%	27,3%
8º	12:00	9:24	3:13	6:11	34,2%	65,8%	26,8%
9º	12:05	8:51	3:09	5:42	35,6%	64,4%	26,1%
10º	11:58	9:18	3:10	6:08	34,1%	65,9%	26,5%
Média	11:52	9:12	3:10	6:00	34,4%	65,3%	26,7%

QUADRO 8 – TAXA DE FUNCIONAMENTO DA DISTRIBUIDORA – EMPRESA 2.

No Quadro 9, encontram-se os valores obtidos pelos caminhões, para tempo de funcionamento total e médio por ciclo.

Após a compilação dos dados, forneceu-se ao modelo os dados coletados, assim executou-se a simulação com o tempo de 712 minutos de duração dos quais a usina funcionou 624 minutos iniciando os serviços 10 minutos após o início da simulação, já a distribuidora iniciou os serviços 120 minutos após o início da usina e funcionou durante 500 minutos com um intervalos de 60 minutos para o almoço.

Dia	Tempo Total (h:min)	Tempo Médio por ciclo (min)
1º	11:46	143
2º	11:50	144
3º	11:42	142
4º	11:45	142
5º	11:40	140
6º	12:02	146
7º	11:55	143
8º	12:00	144
9º	12:05	147
10º	11:58	144
Média	11:52	144

QUADRO 9 – TEMPOS TOTAIS E MÉDIOS POR CICLO – EMPRESA2.

As planilhas montadas através dos dados fornecidos pelo modelo como aconteceu com os dados da outra empresa, demonstram que os valores também se encontram próximo aos dados coletados, a taxa de ocupação da usina está em 75,44% e o modelo forneceu 74,94%, a distribuidora tem taxa média de 26,6 % e o modelo forneceu 25,84%, já para o tempo médio de ciclo o valor fornecido é igual ao do sistema real. Foram executadas também análises dos valores fornecidos pelo modelo, taxas de ocupação do modelo e tempo de ciclo, no “output analyzer”, e conclui-se que os valores fornecidos pelo modelo traduzem de forma aceitável o sistema proposto. Os valores médios fornecidos pelo modelo, após vinte tentativas, ficaram como mostrado no Quadro 10, os relatórios completos seguem no item 2 do anexo B.

Simulação	Taxa ocupação Usina	Taxa Ocupação Acabadora	Tempo no Sistema (min)
1º	75,73%	24,44%	148
2º	75,30%	24,47%	141
3º	71,87%	25,77%	147
4º	75,71%	27,15%	140
5º	73,55%	25,68%	147
6º	74,37%	25,28%	148
7º	75,21%	26,30%	140
8º	73,81%	26,25%	141
9º	75,24%	25,66%	142
10º	72,43%	27,49%	147
11º	74,40%	24,55%	143
12º	75,94%	26,31%	141
13º	74,67%	27,28%	141
14º	76,32%	26,21%	143
15º	76,45%	25,44%	141
16º	76,49%	25,04%	143
17º	75,68%	24,63%	148
18º	75,37%	25,53%	148
19º	74,83%	26,06%	142
20º	75,48%	23,33%	149
Médias	74,94%	25,84%	144

QUADRO 10 – RESULTADOS OBTIDOS DA SIMULAÇÃO – EMPRESA 2.

4.4 AVALIAÇÕES QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS

Uma vez validado o modelo, procedeu-se então a avaliação do processo, buscando encontrar soluções mais racionais para a utilização dos equipamentos. O processo é diretamente influenciado pela produção da usina. Na Empresa 2, a usina é um gargalo do processo, pois a sua produção é baixa, sendo cerca de sessenta e cinco toneladas hora. A usina da Empresa 1 produz, aproximadamente, oitenta e cinco toneladas por hora, podendo ser calibrada para produzir até cem toneladas por hora. Quanto à distribuidora, nos dois casos verificados, o tempo para descarregamento permaneceu o mesmo, é necessário ressaltar que a qualidade do serviço executado é diretamente influenciada pela quantidade e demora nas paradas deste equipamento. O ideal seria que esta trabalhasse continuamente ou com pequenos intervalos de espera. A distância de transporte é outro item importante, tanto que em obras de grande porte, o local escolhido para implantação da usina, geralmente, obedece ao princípio do menor tempo para o ciclo de transporte.

Para o dimensionamento da frota de caminhões foram executadas simulações alterando o número de caminhões para as duas empresas, para cada quantidade de caminhões executou-se o modelo vinte vezes para o cálculo dos valores médio. Os valores máximos de ocupação fornecidos pelo modelo são em relação a máxima disponibilidade que é feita em relação ao tempo total de execução.

4.4.1 Avaliações Empresa 1

O tempo total de disponibilidade da Empresa 1 é de 669 minutos, a usina funciona neste período pelo tempo de 580 minutos e os valores máximos da taxa de ocupação fica em 86,7% e para a distribuidora que funciona 514 minutos, a taxa de ocupação é de 77,3%.

Os valores obtidos após as vinte simulações para cada quantidade de caminhões estão apresentados no Quadro 11.

Nº Caminhões	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Usina			Distribuidora		
			Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
11	162,610	41	99,6%	2,974	38,376	63,8%	0,483	7,274
12	172,460	42	100,0%	3,664	45,625	65,2%	0,547	8,037
13	184,250	42	100,0%	4,565	56,144	65,4%	0,512	7,687
14	195,900	42	100,0%	5,378	65,698	65,6%	0,509	7,539
15	207,320	42	100,0%	6,215	74,649	66,0%	0,504	7,454

QUADRO 11– DIMENSIONAMENTO DE FROTA DE CAMINHÕES – EMPRESA 1.

Através da análise dos valores obtidos pela simulação para o processo da Empresa 1, nos moldes em que foram executados os serviços nos dias da coleta de dados, poderíamos determinar que doze caminhões seriam uma boa quantidade, pois eleva a taxa de ocupação da usina para 100,0%. Para a distribuidora, acima de 12 caminhões não há aumento significativo na taxa de ocupação, bem como a quantidade de viagens diárias, após 12 caminhões, permanece igual.

Uma vez isto feito, procedeu-se então a tentativa de otimização do processo, através de tentativas simulou-se com a usina funcionando 600 minutos, já o tempo de funcionamento da distribuidora e a frota de caminhões foram sendo alterados, visando uma melhor otimização dos resultados. Os tempos totais de simulação também foram alterados dependendo da combinação de tempos testada.

Foram testadas combinações variando o tempo de início da distribuidora na pista em função do momento de início de funcionamento da usina. O início de funcionamento da distribuidora variou de 1 a 3 horas após o início da usina, o tempo total variou, dependendo da hipótese, de 690 a 700 minutos, o tempo entre chegadas dos caminhões no início do dia foi de 20 minutos, foram executadas vinte simulações para cada tentativa.

As quantidades de caminhões foram de 12 até 20 dependendo da resposta do modelo, para cada tentativa fixando-se o tempo da usina, variou-se o tempo de funcionamento da distribuidora e tempo de simulação de modo que não sobraram, ao final da simulação, caminhões para serem descarregados. Uma vez encontrado o tempo ideal, procedia-se com a alteração unicamente da quantidade de caminhões. As tentativas foram montadas como segue:

1. Tempo de simulação total de 690 minutos, usina 600 minutos e distribuidora 540 minutos, o início da distribuidora uma hora após início da usina.
2. Tempo de simulação total de 700 minutos, usina 600 minutos e distribuidora 510 minutos, o início da distribuidora uma hora e meia após início da usina.
3. Tempo de simulação total de 700 minutos, usina 600 minutos e distribuidora 480 minutos, o início da distribuidora duas horas após a início da usina.
4. Tempo de simulação total de 700 minutos, usina 600 minutos e distribuidora 450 minutos, o início da distribuidora duas horas e meia após a início da usina.
5. Tempo de simulação total de 700 minutos, usina 600 minutos e distribuidora 420 minutos, o início da distribuidora três horas após a início da usina.

No Quadro 12, encontram-se os valores de taxa de ocupação, tempos médios em fila, quantidade em filas tanto na usina como na distribuidora, duração dos ciclos e quantidade de viagens.

A simulação não tem como função resolver os problemas, sua função principal é auxiliar a tomada de decisão em função das alternativas que podem ser testadas. Através dos resultados fornecidos pelo modelo, procurou-se uma combinação que fosse mais racional possível, isto é, maior quantidade de viagens com o menor número de caminhões, observou-se também as taxas de ocupação dos equipamentos, tempo médio gasto por caminhão para executar os ciclos, bem como as filas formadas nos equipamento.

Podemos observar no Quadro12, que os valores obtidos para a combinação que tem o início de funcionamentos da distribuidora para três horas após o início da usina, forneceu as melhores taxas de funcionamento para a distribuidora, no entanto, não aumentou o número de viagens apesar de requerer um número maior de caminhões. Para uma hora de diferença, ocorreram as melhores taxa de ocupação na usina e as menores filas de espera para descarregamento, no entanto, as menores taxas de ocupação da distribuidora.

Para a alternativa 4, início da distribuidora de duas horas e meia antes do início da distribuidora, a melhor alternativa seria 14 caminhões, pois apresenta uma taxa de ocupação da usina de 99,8% e taxa de ocupação da distribuidora de 79,1%, além de ter um número de 43,3 viagens. Outra alternativa seria 14 caminhões com início da distribuidora após três horas do início da usina, mas apesar de um aumento na taxa da distribuidora para 81,2%, teríamos problemas com a usina pois sua taxa de ocupação ficou em 95,7%, isto indica que teríamos falta de caminhão em alguns períodos na usina, além do que, para atingir o mesmo número de viagens, teríamos que utilizar vinte caminhões.

Então a melhor alternativa, dentre as testadas, seria 14 caminhões com a distribuidora iniciando o funcionamento duas horas e meias após a usina, ou seja, a alternativa 4. Uma vez determinada a alternativa, procedeu-se os testes para saber o que ocorreria se houvesse falha nos equipamentos.

Primeiramente, incluiu-se falha na usina, considerou-se que durante o período de funcionamento, ocorreria uma falha aleatória, utilizando uma distribuição uniforme com o tempo de funcionamento da mesma, fazendo com que a

	Nº Caminhões	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Usina			Distribuidora		
				Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
1	12	150,68	43,8	100,0%	2,971	36,85	66,8%	0,439	6,95
	13	158,53	43,8	100,0%	3,685	44,92	66,4%	0,437	6,92
	14	166,17	43,7	100,0%	4,395	52,08	66,3%	0,444	7,11
	15	172,10	43,8	100,0%	5,066	60,16	66,0%	0,427	6,75
2	12	151,02	43,6	100,0%	2,901	33,58	70,0%	0,553	8,92
	13	158,97	43,7	100,0%	3,526	40,57	70,5%	0,588	9,44
	14	166,78	43,5	100,0%	4,221	47,68	70,0%	0,571	9,19
	15	174,19	43,4	100,0%	4,866	54,39	69,8%	0,563	9,13
3	12	152,03	43,6	100,0%	2,553	28,79	74,8%	0,949	15,31
	13	160,70	43,3	99,9%	3,325	37,27	74,2%	0,915	14,91
	14	167,75	43,4	100,0%	3,950	44,13	74,0%	0,917	14,81
	15	175,73	43,6	100,0%	4,540	50,51	73,5%	0,894	14,48
4	12	159,30	41,5	95,8%	2,384	27,05	75,9%	1,436	24,28
	13	164,71	42,8	98,5%	2,904	32,48	78,4%	1,450	23,85
	14	170,36	43,3	99,8%	3,526	38,78	79,1%	1,444	23,42
	15	178,78	43,2	99,9%	4,195	46,29	78,6%	1,434	23,34
	16	185,67	43,3	99,6%	4,728	51,57	78,9%	1,470	23,91
	17	192,16	43,2	99,6%	5,312	56,94	78,5%	1,439	23,42
	18	198,65	43,2	99,8%	5,850	61,71	78,3%	1,432	23,35
	19	202,75	43,4	99,7%	6,253	64,74	78,9%	1,429	23,17

	20	205,93	43,3	99,9%	6,706	66,89	78,8%	1,462	23,69
5	12	169,84	39,8	91,4%	2,177	26,55	77,7%	1,929	34,15
	13	175,33	40,4	93,2%	2,700	31,97	78,4%	2,001	34,73
	14	179,50	41,5	95,7%	3,156	35,98	81,2%	2,070	35,00
	15	183,69	42,4	97,8%	3,648	39,93	82,1%	2,122	35,18
	16	188,69	43,0	99,1%	4,115	44,09	84,0%	2,212	36,22
	17	194,77	43,2	99,5%	4,676	50,32	84,7%	2,224	36,17
	18	200,01	43,1	99,7%	5,256	55,13	84,0%	2,191	35,71
	19	202,46	43,2	99,4%	5,744	57,03	83,9%	2,183	35,42
	20	206,76	43,1	99,3%	6,166	58,20	84,4%	2,199	35,85

QUADRO 12– RESULTADOS DAS ALTERNATIVAS TESTADAS – EMPRESA 1.

falha pudesse ocorrer a qualquer momento de funcionamento da usina. Para esta falha, utilizou-se tempos diferentes para a realização do conserto do equipamento, iniciando com 40 minutos, acrescentando-se 20 minutos até perfazerem o total de 180 minutos. Os resultados constam no Quadro 13.

Observando os resultados obtidos pela simulação e comparando-os com os dados da alternativa escolhida, é possível perceber no caso de falha da usina, que dependendo do tempo para a reparação do problema, os tempos em fila e as taxas de ocupação sofrem grande alteração, mas o mais importante é o número de viagens que diminui, dependendo do tempo paralisado. Através dos dados, pode-se programar quantos caminhões devem-se carregar após o reinício da usina, ou uma segunda alternativa pode ser o acréscimo de tempo para a distribuidora ao final dos serviços, mas como o equipamento já está trabalhando 450 minutos com mais 60 minutos de intervalo para almoço, perfazendo oito horas e meia de serviço, cabe a empresa definir se o custo de funcionamento deste sistema em horário extraordinário é compensatório, outra coisa a se levar em consideração é que a qualidade de execução deste serviço pode ser prejudicada pela falta de

luminosidade em caso do serviço ser executado à noite, isto não é recomendável, devendo ser utilizado apenas em casos de extrema necessidade. Na seqüência de testes, incluiu-se uma falha na distribuidora, obedecendo aos mesmos princípios de falha da usina, ou seja, uma distribuição uniforme com variação do tempo parado para o conserto do equipamento, no Quadro 14 está os resultado fornecidos pelo modelo.

Tempo Quebrado (mim)	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Nº Descarreg.	Usina			Distribuidora		
				Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
40	181,88	39,75	39,75	91,52%	4,23	51,69	72,43%	1,28	22,57
60	192,08	37,55	37,55	86,61%	4,60	60,37	68,64%	1,27	23,87
80	194,76	36,05	36,05	83,06%	4,99	66,47	65,42%	1,15	22,32
100	194,8	35,00	35,00	80,69%	5,06	62,58	63,82%	1,26	25,37
120	204,79	33,50	33,45	77,31%	5,30	71,45	60,24%	1,24	26,14
140	208,65	32,05	32,00	73,66%	5,57	76,29	57,95%	1,18	25,98
160	222,9	30,20	30,20	69,48%	5,92	89,71	54,70%	1,11	25,90
180	212,87	30,25	30,25	69,86%	5,87	77,67	54,79%	1,19	27,93
200	212,55	28,90	28,90	66,34%	6,08	76,91	52,69%	1,19	29,67
300	205,99	26,25	26,25	60,13%	6,58	70,16	47,95%	1,13	30,79

QUADRO 13 – QUEBRA DO EQUIPAMENTO USINA – EMPRESA 1.

Tempo Parado (min)	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Nº Descarreg.	Usina			Distribuidora		
				Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
40	172,43	43,15	42,80	99,42%	3,17	34,95	77,84%	1,83	29,71
60	175,85	43,00	41,90	98,71%	2,83	31,28	76,74%	2,23	36,43
80	182,72	41,60	40,90	95,96%	2,52	28,05	74,51%	2,73	46,33
100	185,9	40,85	39,35	93,77%	2,69	30,20	71,78%	2,76	47,56
120	186,36	40,90	38,25	94,05%	2,64	32,28	69,47%	2,90	48,57
140	192,25	39,75	37,80	91,32%	2,47	28,86	68,59%	3,17	55,86

QUADRO 14– QUEBRA DO EQUIPAMENTO DISTRIBUIDORA – EMPRESA 1.

Através dos resultados obtidos, é possível perceber que para até 40 minutos de tempo parado para o reparo do equipamento, o sistema responde com pouca alteração, sendo mais sentida apenas no tempo em fila para descarregamento, podendo ocorrer um pequeno acréscimo de tempo no final para descarregar, já que o número médio de viagens ficou em 42,95 e o número médio de descarregamento em 42,20 viagens. Entre 40 e 60 minutos o número de viagens em relação ao sistema sem falhas, diminui de 43,3 para 42,05, sendo que destes 42,05, na média, apenas 40,75 viagens descarregam. Observando-se os resultados, percebe-se que a falha da distribuidora altera, principalmente, a quantidade de caminhões a serem descarregados, criando a necessidade de paralisar a usina antes, carregando menos caminhão ou estender o período de funcionamento da distribuidora, o que já foi comentado anteriormente.

Num momento posterior, testou-se a possibilidade de falhas nos dois equipamentos em momentos diferentes e com períodos variáveis. Os resultados podem ser vistos no Quadro 15.

Tempo Usina Parada (mim)	Tempo distrib. parada (mim)	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Nº Descarreg.	Usina			Distribuidora		
					Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
40	40	189,72	38,80	38,60	89,51%	3,83	47,84	70,46%	1,85	36,34
40	60	193,99	38,95	37,95	89,54%	3,22	41,65	69,32%	2,45	44,27
40	80	198,31	37,75	35,85	86,69%	3,08	37,04	65,12%	2,94	55,31
40	100	205,49	37,35	35,45	85,94%	2,55	32,98	64,45%	3,47	66,30
60	40	189,53	38,15	38,00	87,82%	3,91	47,70	68,91%	1,86	34,13
60	60	199,17	37,15	36,15	85,22%	3,83	49,95	65,51%	2,16	41,65
60	80	208,37	36,90	35,20	85,00%	3,57	51,43	63,37%	2,51	47,81
60	100	215,97	35,20	33,05	81,07%	2,98	42,67	60,48%	3,37	67,44
80	40	211,85	34,00	33,65	78,26%	4,83	71,84	62,07%	1,61	33,33
80	60	204,55	34,80	34,00	80,15%	4,41	58,55	61,93%	1,97	39,69
80	80	212,88	34,75	32,95	79,95%	3,83	54,97	59,99%	2,61	52,67
80	100	227,66	33,15	31,50	76,50%	3,80	61,33	57,17%	2,85	60,09
100	40	211,63	34,15	33,85	78,47%	4,75	68,25	61,37%	1,67	34,58
100	60	205,22	34,45	33,70	79,20%	3,83	46,78	61,58%	2,56	52,18
100	80	233,12	32,30	30,20	74,43%	4,08	68,70	54,79%	2,71	58,43
100	100	219,39	32,15	31,15	73,88%	4,16	55,98	56,77%	2,61	57,33

QUADRO 15 – QUEBRA DOS EQUIPAMENTOS USINA E DISTRIBUIDORA – EMPRESA 1.

Através dos dados obtidos, é possível fazer uma análise da quantidade de viagens, podendo-se programar quantos caminhões pode-se carregar

após o reinício dos equipamentos, de modo que, ao final do dia, não sobre caminhões sem descarregar.

Na seqüência, considerou-se a possibilidade de todo o sistema ficar paralisado em virtude da ocorrência de chuva durante o período de trabalho. Para tanto, programou-se o modelo para que este paralisasse em instantes determinados, que denominaremos de início de chuva, que variaram de 100 a 400 minutos. O sistema ficou paralisado a partir deste instante por períodos que foram sendo variados de 60 a 150 minutos.

No Quadro 16, foram colocados os resultados obtidos através destas simulações.

Analisando-se os resultados obtidos, é possível perceber que o momento de início da chuva mais do que a sua duração, influencia o sistema, para períodos de chuva iniciando no minuto 100, dentre as alternativas testadas, têm as piores taxas de ocupação e o menor número de viagens, ficando prejudicado também o descarregamento, uma vez que a sobra de caminhões para descarregar também é maior, já para períodos de chuva iniciando entre os minutos 300 e 400 a alteração do sistema é mais em função do tempo em que este fica paralisado. Fazendo-se combinações de instantes de início de chuva com os tempos de paralisações, cobrindo todo o período de funcionamento, é possível, com resultados, a empresa traçar planos de ação para todas as ocorrências desejadas.

4.4.2 Avaliações Empresa 2

O tempo total de funcionamento da Empresa 2 é de 712 minutos, a usina funciona neste período pelo tempo de 624 minutos, sendo que seu início de funcionamento é 15 minutos após o sistema ser acionado, os valores máximos de taxa de ocupação para a usina fica em 87,6%, já a distribuidora funcionou 500 minutos com mais um intervalo de 60 minutos de horário de almoço, a taxa de funcionamento e de 70,2%.

Momento da chuva (min)	Paralisação (min)	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Nº descarreg	Usina			Distribuidora		
					Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
100	60	230,11	29,80	29,25	68,57%	4,46	70,38	53,43%	1,18	28,05
100	90	281,24	25,90	25,05	59,61%	5,07	106,08	46,16%	2,50	69,12
100	120	282,73	22,00	20,00	50,69%	3,68	63,09	36,35%	1,80	63,09
100	150	308,39	21,80	17,35	50,19%	3,78	79,88	31,26%	1,83	62,71
200	60	212,82	35,75	35,75	82,13%	3,02	41,61	65,45%	2,46	47,85
200	90	237,53	30,60	30,60	70,51%	2,43	36,20	55,78%	3,05	70,26
200	120	246,75	27,70	26,90	63,65%	1,67	21,05	48,79%	3,40	88,33
200	150	266,59	27,75	21,75	63,86%	1,42	18,62	39,17%	3,93	100,80
300	60	187,79	39,35	38,05	90,74%	3,52	41,94	69,04%	1,60	28,57
300	90	198,72	37,10	37,10	85,66%	3,57	44,89	67,01%	1,59	30,07
300	120	211,60	35,05	35,05	80,54%	3,40	44,97	64,50%	1,73	34,83
300	150	223,74	33,10	33,05	76,34%	3,69	53,29	59,79%	1,52	32,43
400	60	184,96	39,35	39,35	90,75%	4,00	48,69	71,47%	1,23	22,01
400	90	194,37	37,60	37,50	86,56%	3,96	51,21	68,43%	1,33	24,95
400	120	198,28	35,50	35,50	81,45%	3,98	54,91	64,29%	1,43	28,48
400	150	199,73	33,15	33,05	76,33%	4,07	56,21	59,81%	1,51	32,27

QUADRO 16– PARALISAÇÕES DEVIDO A PERÍODOS DE CHUVA – EMPRESA 1.

Para o dimensionamento da frota de caminhões necessária foram executadas simulações no modelo, com os dados fornecidos pela Empresa 2, variando-se a quantidade de caminhões e observando as respostas do sistema.

Os valores obtidos através da alteração da quantidade de caminhões constam no Quadro 17. Os valores são as médias de vinte execuções para cada quantidade de caminhões.

nº Caminhões	Tempo no sistema (min)	nº Viagens	Usina			Distribuidora		
			Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
7	160,740	26,9	100,0%	1,634	35,443	42,4%	0,483	7,490
8	174,600	27,1	100,0%	2,412	50,197	43,3%	0,300	7,763
9	190,340	27,4	100,0%	3,220	65,511	43,6%	0,289	7,469
10	203,210	27,1	100,0%	4,004	79,062	44,2%	0,300	7,785
11	217,010	27,2	100,0%	4,774	92,273	43,7%	0,308	8,013
12	229,620	27,1	100,0%	5,545	104,720	43,3%	0,275	7,162

QUADRO 17—DIMENSIONAMENTO DE FROTA DE CAMINHÕES – EMPRESA 2.

Através dos dados fornecidos pela simulação para o processo real, é possível determinar que sete caminhões seriam uma quantidade adequada para o trabalho diário, com esta quantidade cada caminhão executaria uma média de 3,8 ciclos por dia. A taxa de ocupação da usina encontrar-se-ia no máximo possível, além do que a partir de sete caminhões a taxa de ocupação da usina não teria aumento significativo. Os tempos médios em filas também foram considerados para que esta quantidade fosse julgada a mais adequada.

Uma vez isto feito, procedeu-se a tentativa de otimização do processo. Através de tentativas simulou-se com a usina funcionando 600 minutos, enquanto que, com o tempo de funcionamento da distribuidora e com a frota de caminhões foram sendo alterados, visando uma melhor otimização dos resultados. Os tempos totais de simulação também foram alterados dependendo da combinação de tempos testada.

Foram testadas combinações variando o tempo de início da distribuidora na pista em função do momento de início de funcionamento da usina. O início de funcionamento da distribuidora variou de 1 a 3 horas após o início da usina, o tempo total variou, dependendo da tentativa, de 710 a 720 minutos, o tempo de chegadas dos caminhões no início do dia foi de 15 minutos, foram executadas vinte simulações para cada tentativa.

As quantidades de caminhões foram de 7 a 10, para cada tentativa, fixando-se o tempo da usina, variou-se o tempo de funcionamento da distribuidora e tempo de simulação, de modo que não sobram, ao final da simulação, caminhões para serem descarregados. Uma vez encontrado o tempo ideal, procedia-se com a alteração unicamente da quantidade de caminhões. As tentativas foram montadas como segue:

1. Tempo de simulação total de 720 minutos, usina 600 minutos e distribuidora 560 minutos, o início da distribuidora uma hora após início da usina.
2. Tempo de simulação total de 710 minutos, usina 600 minutos e distribuidora 520 minutos, o início da distribuidora uma hora e meia após início da usina.
3. Tempo de simulação total de 710 minutos, usina 600 minutos e distribuidora 490 minutos, o início da distribuidora duas horas após a início da usina.
4. Tempo de simulação total de 710 minutos, usina 600 minutos e distribuidora 460 minutos, o início da distribuidora duas horas e meia após a início da usina.

5. Tempo de simulação total de 710 minutos, usina 600 minutos e distribuidora 430 minutos, o início da distribuidora duas horas e meia após a início da usina.

No Quadro 18, encontram-se os valores de taxa de ocupação, tempos médios em fila, quantidade em filas tanto na usina como na distribuidora, duração dos ciclos e quantidade de viagens.

Para a alternativa de início de funcionamento da distribuidora uma hora após o início da usina, encontramos as mais baixas taxas de ocupação da distribuidora apesar do número de viagens ser alto. Nesta alternativa, percebe-se que o número de caminhões não altera as taxas de ocupação dos equipamentos, ocorrendo acréscimo, principalmente, nas filas para carregamento, fazendo com que não seja viável o acréscimo de caminhões.

Para a alternativa de início de funcionamento com uma hora e meia após a usina, ocorre praticamente a mesma coisa do item anterior, apesar de a taxa de ocupação da distribuidora aumentar. Para a quantidade de 8 caminhões, tem-se o melhor desempenho desta alternativa, mas observando-se a alternativa de duas horas, encontraremos que com os mesmos 8 caminhões aumentaríamos a taxa de ocupação de 41,1% para 43,3% com o mesmo número de ciclos e quase o mesmo tempo por ciclo, entretanto, o tempo para descarregamento, praticamente, dobrou passando de 4,88 para 8,51.

Na alternativa com funcionamento da distribuidora duas horas e meia após o funcionamento da usina, a melhor taxa de ocupação da distribuidora (46,7%) com a adoção de nove caminhões, porém, o número de ciclos permanece em 26,2, praticamente, igual ao da alternativa 3 para oito caminhões, que é de 26,1 ciclos.

	Nº Caminhões	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Usina			Distribuidora		
				Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
1	7	161,68	26,1	100,0%	1,812	39,973	31,6%	0,152	4,250
	8	177,48	26,2	100,0%	2,609	55,039	31,5%	0,165	4,598
	9	192,66	26,2	100,0%	3,440	70,390	31,9%	0,155	4,329
	10	209,18	26,2	100,0%	4,217	85,700	31,5%	0,160	4,478
2	7	161,60	26,0	100,0%	1,802	38,770	40,5%	0,175	4,869
	8	175,88	26,2	100,0%	2,568	54,160	41,1%	0,179	4,886
	9	193,49	26,1	100,0%	3,400	70,279	40,7%	0,182	5,020
	10	208,75	26,1	100,0%	4,196	84,990	40,7%	0,177	4,902
3	7	163,48	25,9	100,0%	1,701	36,884	42,6%	0,279	7,799
	8	177,30	26,1	100,0%	2,461	51,405	43,4%	0,310	8,510
	9	192,10	26,2	100,0%	3,258	66,596	43,9%	0,314	8,532
	10	206,81	26,1	100,0%	4,061	80,841	43,1%	0,298	8,179
4	7	169,38	24,9	96,3%	1,655	37,504	44,3%	0,506	14,537
	8	180,82	25,8	100,0%	2,341	49,544	45,6%	0,499	13,900
	9	193,38	26,2	100,0%	3,051	61,479	46,7%	0,509	13,912
	10	209,90	26,1	100,0%	3,862	76,120	46,1%	0,524	14,456
5	7	180,98	23,5	91,4%	1,640	38,191	43,7%	0,758	23,405
	8	189,92	24,6	95,3%	2,243	49,649	46,4%	0,781	22,713
	9	199,17	25,5	98,8%	2,870	59,047	48,3%	0,806	22,593
	10	212,82	26,3	100,0%	3,560	71,175	49,7%	0,788	21,653

QUADRO 18– Resumo de alternativas – Empresa 2.

Finalmente, na alternativa 5, temos que o melhor desempenho seja com 10 caminhões, pois a taxa de ocupação da distribuidora passa para 49,7%, porém o tempo de ciclo aumenta muito, fazendo com que cada caminhão execute apenas 2,63 viagens por dia.

Após estas análises, pode-se concluir que a alternativa 3 com oito caminhões seja a mais viável do ponto de vista funcional e econômico, pois apesar de não ter a maior taxa de ocupação da distribuidora 43,3% em relação a alternativa 5 que tem 49,7% , a quantidade de ciclos se mantém em 3,26 ciclos por dia. Outro fator a se considerar, seria o custo de transporte que acresceria com a utilização dos dez caminhões. Cabe a empresa e definir se o benefício do acréscimo de ocupação da distribuidora compensa o custo adicional da utilização de mais caminhões.

Após a definição da alternativa, procedeu-se o estudo do que ocorreria em caso de quebra dos equipamentos ou paralisações devido a períodos de chuvas.

Num primeiro momento, testou-se a possibilidade de falha da usina, por exemplo, a quebra de uma peça que requererá um tempo estimado para concerto, considerou-se que durante o período de funcionamento ocorreria uma falha aleatória, utilizando uma distribuição uniforme com o tempo de funcionamento da mesma, isto determina que a falha pode ocorrer a qualquer momento de funcionamento da usina. Utilizaram-se tempos diferentes para a realização do reparo do equipamento, iniciando com 40 minutos, acrescentando-se 20 minutos até perfazerem um total de 180 minutos. Os resultados são mostrados no Quadro 19.

Analisando-se os resultados obtidos, é possível determinar que a maior influência da falha na usina é sentida na quantidade de viagens, para uma falha com tempo de reinício de 40 minutos o número médio passa de 26,1 para 24,35 viagens, além disso, ocorre acréscimo no tempo em fila para carregamento. Pode-se através dos resultados, definir a quantidade de caminhões que devem ser carregados após o reinício da usina.

Tempo Quebrado (min)	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Nº Descarreg.	Usina			Distribuidora		
				Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
40	186,46	24,35	24,35	94,98%	2,80	61,68	39,99%	0,27	8,06
60	192,84	23,65	23,65	91,94%	2,91	66,60	39,16%	0,28	8,64
80	198,36	22,90	22,85	88,59%	3,10	71,78	38,16%	0,28	8,76
100	208,95	20,85	20,85	80,96%	3,46	82,57	34,86%	0,26	9,01
120	207,59	20,85	20,85	80,80%	3,44	80,52	34,91%	0,26	9,00
140	203,66	20,60	20,60	80,38%	3,51	78,19	34,38%	0,25	8,67
160	222,96	18,45	18,45	72,49%	3,87	97,39	30,90%	0,24	9,57
180	224,71	18,85	18,80	73,60%	3,81	100,42	31,21%	0,22	8,28

QUADRO 19 – PARALISAÇÕES DEVIDO A QUEBRA DA USINA – EMPRESA2.

Num segundo momento foi incluída, uma falha na distribuidora, obedecendo ao mesmo principio da usina, ou seja, uma distribuição uniforme ocasionando uma falha aleatória. Num primeiro momento, utilizou-se uma falha com o período de 40 minutos para reparo, acrescentando 20 minutos por simulações até um total de 140 minutos. No quadro 20, são mostrados os resultados fornecidos pela simulação.

A falha inserida na distribuidora não acarretou grandes alterações na taxa de ocupação da usina, mas a partir de 60 minutos de paralisação, percebe-se que há sobra de caminhões sem descarregar, indicando a necessidade de acréscimo no tempo de simulação. As alternativas seriam acréscimo no tempo de simulação ou decréscimo da quantidade de caminhões após o reinício de funcionamento da distribuidora. As desvantagens do acréscimo de tempo já foram comentadas no mesmo item da Empresa 1.

Tempo Quebrado (mim)	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Nº Descarreg.	Usina			Distribuidora		
				Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
40	178,87	26,05	26,00	100,00%	2,40	50,01	42,84%	0,408	11,044
60	182,73	25,90	25,90	100,00%	2,26	48,76	42,89%	0,563	15,728
80	185,40	25,60	25,45	99,91%	2,14	46,52	42,51%	0,749	21,006
100	191,02	24,65	24,20	95,72%	2,14	46,88	40,37%	0,948	27,476
120	193,90	24,50	23,80	95,20%	2,04	47,06	39,88%	1,043	30,094
140	196,74	24,40	22,60	95,15%	2,08	48,28	37,04%	1,148	31,631

QUADRO 20 – PARALISAÇÕES DEVIDO A QUEBRA DA DISTRIBUIDORA – EMPRESA 2.

Na seqüência, foi testado a possibilidade de ocorrerem falhas na usina e na distribuidora em momentos diferentes do processo. As falhas foram inseridas com períodos variáveis tanto na usina quanto na distribuidora. Os resultados podem ser vistos no Quadro 21.

Através dos dados obtidos, é possível fazer uma análise da quantidade de viagens e a programação da quantidade necessária de caminhões a serem carregados após o reinício dos equipamentos, de modo que ao final do dia não ocorra sobra de caminhões para descarregar.

Na seqüência, considerou-se a possibilidade da ocorrência de chuva durante o período de trabalho, o que acarretaria uma paralisação de todo o sistema. Para tanto se programou o modelo para paralisar em instantes determinados, que variaram de 100 a 400 minutos. O sistema ficou paralisado a partir destes instantes por períodos que variaram de 60 a 150 minutos. No quadro 22, os resultados das simulações podem ser analisados.

Tempo Usina Parada (mim)	Tempo Distrib. Parada (mim)	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Nº Descarreg	Usina			Distribuidora		
					Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
40	40	187,48	24,60	24,55	95,62%	2,71	58,86	40,63%	0,36	10,40
40	60	194,04	23,75	23,45	92,20%	2,69	61,33	38,89%	0,51	15,07
40	80	195,81	23,75	23,65	92,35%	2,59	57,94	38,96%	0,64	19,64
40	100	197,82	23,80	22,70	92,61%	2,53	59,03	37,71%	0,74	20,55
60	40	196,36	23,05	22,90	89,73%	2,97	68,15	38,31%	0,37	11,27
60	60	196,28	23,30	22,95	90,42%	2,81	63,89	38,00%	0,51	15,62
60	80	205,33	22,40	22,15	87,05%	2,82	68,74	37,32%	0,60	19,14
60	100	201,12	22,90	21,90	88,59%	2,60	58,15	36,15%	0,79	23,78
80	40	200,39	22,20	22,10	86,44%	3,11	41,16	37,08%	0,38	12,30
80	60	201,09	22,45	22,25	87,44%	2,95	68,03	37,23%	0,47	14,86
80	80	196,41	22,80	22,55	88,79%	2,77	59,09	36,94%	0,64	19,76
80	100	214,41	21,20	20,95	82,37%	3,01	75,13	35,03%	0,68	22,37
100	40	210,29	21,20	21,05	82,70%	3,32	81,13	34,84%	0,38	12,65
100	60	204,19	21,95	21,85	85,35%	3,05	74,13	36,11%	0,45	14,64
100	80	216,23	20,65	20,20	80,17%	3,13	80,43	34,14%	0,59	19,75
100	100	218,21	20,70	20,45	80,35%	3,05	79,24	34,07%	0,66	22,27

QUADRO 21– QUEBRA DOS EQUIPAMENTOS USINA E DISTRIBUIDORA – EMPRESA 2.

Momento da Paralisação (min)	Paralisação (min)	Tempo no sistema (min)	Nº Viagens	Nº descarreg.	Usina			Distribuidora		
					Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)	Taxa ocupação	Tamanho da Fila	Tempo em fila (min)
100	60	233,73	19,00	19,00	73,84%	3,09	81,09	31,80%	0,95	35,65
100	90	268,87	16,95	16,00	65,45%	3,05	98,77	26,75%	1,23	53,62
100	120	301,93	14,00	14,00	54,76%	3,65	118,64	23,48%	1,34	68,55
100	150	316,41	14,00	11,10	54,93%	3,48	136,92	18,17%	1,57	83,26
200	60	210,87	22,20	22,20	86,22%	2,77	70,76	36,52%	0,66	21,58
200	90	227,72	19,10	19,10	74,21%	2,95	77,33	31,79%	0,87	32,82
200	120	245,45	17,00	17,00	66,64%	3,29	81,49	28,43%	1,11	46,42
200	150	247,73	17,05	14,25	66,59%	3,45	92,16	23,54%	1,21	35,69
300	60	194,66	24,05	22,70	93,59%	2,84	67,62	37,86%	0,37	9,45
300	90	205,67	22,70	22,65	88,21%	2,78	67,64	37,73%	0,59	18,78
300	120	216,94	21,40	21,40	83,44%	2,93	79,17	35,62%	0,60	20,10
300	150	229,80	20,35	20,30	79,38%	3,09	90,11	33,76%	0,64	22,27
400	60	192,74	23,85	23,85	93,10%	2,72	62,58	39,83%	0,40	12,29
400	90	204,78	22,85	22,85	89,13%	2,75	66,95	40,59%	0,55	17,60
400	120	213,93	21,75	21,75	85,03%	2,79	73,45	36,15%	0,71	23,49
400	150	222,85	20,30	20,25	78,88%	2,94	75,81	33,67%	0,88	31,27

QUADRO 22– PARALISAÇÃO DEVIDO A CHUVAS – EMPRESA 2

Analisando-se os resultados obtidos, assim como acontece com a Empresa 1, é possível perceber que o momento de início da chuva, mais do que a sua duração, influencia todo o sistema. Para períodos de chuva iniciado no minuto 100 tem as piores taxas de ocupação e o menor número de viagens dentre as alternativas testadas, ficando prejudicado também o descarregamento uma vez que a sobra de caminhões para descarregar também é maior, enquanto que para períodos iniciados entre os minutos 300 e 400, a alteração do sistema é mais em função do período de tempo em que o sistema fica paralisado.

Fazendo-se combinações de momentos em que as chuvas iniciam com os tempos em que o sistema ficará paralisado, é possível para a empresa traçar os planos de ação, que mais a convier, para as ocorrências.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONCLUSÕES

A busca de soluções racionais para os problemas da engenharia civil cresce rapidamente. Através da utilização da simulação para a racionalização do processo de transporte de concreto asfáltico usinado a quente tornou-se possível visualizar os caminhos críticos do processo.

Através da análise dos dados e dos resultados obtidos pela simulação, testou-se alternativas de funcionamento para que fosse analisadas a taxa de ocupação dos equipamentos e suas filas. O modelo foi concebido para funcionar com uma ou duas distribuidora, mas devido a capacidade de produção da usina e o tempo para o transporte, não houve a necessidade de se utilizar as duas, visto que as taxas de ocupação da distribuidora não chegou ao máximo possível. Para a utilização das duas distribuidoras, haveria a necessidade de uma usina com capacidade de produção mais alta ou com menor tempo de transporte da usina até na pista.

Através dos dados obtidos pela simulação do modelo analisou-se a produtividade da usina. As usinas analisadas foram de tipos diferentes, com funcionamentos e produção diferenciadas. A produtividade das usinas é resultado de sua capacidade de produção juntamente com a adequada frota de caminhões, pois estes influenciam na taxa de ocupação das mesmas, em caso de falta de caminhões para carregamento a usina tem que ser paralisada, diminuindo-se assim a taxa de ocupação.

Através da simulação dimensionou-se a frota de caminhões necessária para o bom funcionamento tanto da usina quanto da distribuidora, o dimensionamento correto da frota de caminhões permite as empresas ganho em produtividade. Percebeu-se que a partir de uma quantidade de caminhões não há

aumento de produtividade e nem de viagens, aumentado apenas o tempo em filas e diminuindo o número de ciclos que cada caminhão pode executar.

As taxas de ocupação dos equipamentos demonstram que as empresas trabalharam com déficit de caminhões, pois as suas taxas de funcionamento ficaram como descrito:

- Para a empresa 1, na usina de 84,7% e na distribuidora de 50,50%, operando com dez caminhões, se a empresa tivesse utilizado quatorze caminhões sem alterar os horários de funcionamento do processo, esta taxa passaria na usina para 100,0% e na distribuidora para 65,60%.
- Para a empresa 2, na usina de 75,5% e na distribuidora de 26,70%, operando com cinco caminhões, se a empresa tivesse utilizado oito caminhões sem alterar os horários de funcionamento do processo, esta taxa passaria na usina para 100,0% e na distribuidora para 43,30%.

Através da análise do processo traçou-se alternativas de funcionamento dos equipamentos, testou-se diversas alternativas de períodos de funcionamentos. As alternativas com melhor desempenho foram as seguintes:

- Para a empresa 1, alterando o horário de funcionamento da distribuidora para iniciar duas horas e meia após o início de funcionamento da usina, para que as taxas de ocupação da usina seja 98,80% e na distribuidora em 79,10%, são necessários quatorze caminhões.
- Para a empresa 2, alterando o horário de funcionamento da distribuidora para iniciar duas horas após o início de funcionamento da usina, para que as taxas de ocupação da usina em 100,00% e na distribuidora em 43,40% , são necessários oito caminhões.

As filas de esperas foram mensuradas em quantidade de caminhões e em tempo de espera, tanto para carregamento na usina quanto para descarregar na distribuidora. As quebras foram inseridas, primeiramente, na usina, depois na distribuidora e logo a seguir nos dois equipamentos. Com isto visou-se a análise do que ocorreria no caso destas ocorrências, através dos resultados obtidos pelo

modelo é possível as empresas traçarem os planos de ação que melhores se ajustem as necessidades das mesmas. O mesmo pode ser dito para operação em dias que ocorram chuvas.

A inovação conquistada por esta dissertação é o ganho de racionalização dos processos de transporte e espalhamento do concreto asfáltico usinado à quente através de um modelo de simulação. Através dos dados fornecidos pelo modelo, tornou-se possível tomar decisões baseadas em números de taxas de ocupação, número de caminhões, quebra de equipamentos e ocorrências climáticas.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.

- Aplicação de simulação para melhorarias no trânsito urbano estabelecendo o melhor esquema de fluxo de veículos com seus cruzamentos e semáforos.
- Estudos na área de operação, atendimento a usuários em rodovias com atendimento mecânico, médico e acidentes através de simulações.

REFERÊNCIAS

AHUJA, Hiran N.; DOZZI, S. P.; ABOURIZK, S. M. . **Project Management: Techniques in Planning and Controlling Construction Projects**. New York: John Wiley & Sons, 1994.

ABOURIZK, Simaan; **Simulation**. Proceedings of the 1998 5 TH Canadian Construction Research Forum, pp.55-68.

ABOURIZK, Simaan; XU, Jianfei. **Product – Oriented Simulation**. Proceedings of the 1999 6 TH Canadian Construction Research Forum, section II pp.33-45.

ABOURIZK, Simaan; HAJJAR, Dany; MOHAMED, Yasser. **A Framework For Special Purpose Simulation Tools**. Proceedings of the 1999 6 TH Canadian Construction Research Forum, pp.37-46.

ABOURIZK, Simaan; LU, Ming. **Application of Special Purpose Simulation Modeling For Tunnel Construction**. Proceedings of the 1999 6 TH Canadian Construction Research Forum, pp.21-23.

BANKS, Jerry; CARSON, Jonh S; NELSON, Barry L.. **Discrete – Event System Simulation**. Upper Saddle River: Prentice-Hall. 1999, 548p.

BAPTISTA, Cyro de Freitas Nogueira. **Pavimentação–Tomo III**. Porto Alegre: Globo, 1975.

CARDOSO, Francisco Ferreira. Estratégias Empresariais e Novas Formas de Racionalização da Produção no Setor de Edificações na Brasil e na França. São Paulo, 1996 34p.

CEPAL. **Caminhos – Um novo Caminho Para a Gestão e Conservação das Redes Viárias**. Nações Unidas, IRF-GTZ, 1995.

DÁVALOS, Ricardo Villarroel. **Simulação De Sistemas**. Apostila , 2000.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO 313/97. **Pavimentação – Concreto Betuminoso**. Rio de Janeiro, 1997. 16p.

DIVISÃO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO/D.O - Departamento De Estradas De Rodagem/ Pr. **Manual De Execução De Serviços Rodoviário**. Ed.2, 1996

FREITAS FILHO, Paulo José de. **Introdução À Modelagem E Simulação De Sistema**: Apostila.

HALPIN, Daniel W. **MicroCYCLONE Sistem Manual**. (1990)

HALPIN Daniel W.; **Construction Simulation – A Status Report**. Proceedings of the 1998 5 TH Canadian Construction Research Forum, pp.33-41.

HOLLOCKS, Brian W. **Discrete-Event Simulation: Na Inquiry Into User Practice**. Simulation Practice and Theory8(2001)451-471. Disponível na Internet: <http://www.elsevier.nl/locate/simpra>.

KANIA, Ryszard. **Simulation Of A Concrete Precasting Plant**. A report submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Engineering in Engineering Management. Department of Mechanical Engineering, Edmond - University Of Alberta, 1994. 70p.

KELTON, David W.; SADOWSKI , Randall P.; SADOWSKI, Deborah A. **.Simulation With Arena**. Ed. WCB/McGraw-Hill, 1998.

LIMMER, Carl V. . **Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1996, 225p.

MOREIRA, Cynara Mendonça. **Estratégia de Reposição de Estoques em Supermercado: Avaliação por Meio de Simulação.** (Dissertação de Mestrado em engenharia - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em engenharia de Produção). 2001, 112p.

PARAGON. **Manual de Introdução a Simulação com ARENA®.**[s.n.d.].

PRADO, Darci. **Usando O Arena Em Simulação.** Belo Horizonte: DG, 1999, 281p.

PRADO, Darci. **Teoria Das Filas E Da Simulação.** Belo Horizonte: DG, 1999, 121p.

PRITSKER,A.B.; O'REILLY, J.J; LAVAL, D.K; **Simulation With Visual SLAM And Awesim.** 6.ed. New York, Wiley & Sons, 1997.

SENÇO, Wlastermiler. **Manual De Técnicas De Pavimentação.** v.1. Pini, 1997.

SENÇO, Wlastermiler. **Manual De Técnicas De Pavimentação.** v.2. Pini, 2001.

SOUZA, Roberto de; Mekbekian; et al. **Sistema De Gestão Da Qualidade Para Empresas Construtoras.** São Paulo: Pini,1995.

ANEXOS

ANEXO A – FOTOS

Figura 13 – Usina Empresa 1



Figura 14 – Distribuidora Empresa 1



Figura 15 – Rolo de Pneus Empresa 1



Figura 16 – Usina de Concreto Asfáltico – Empresa 2



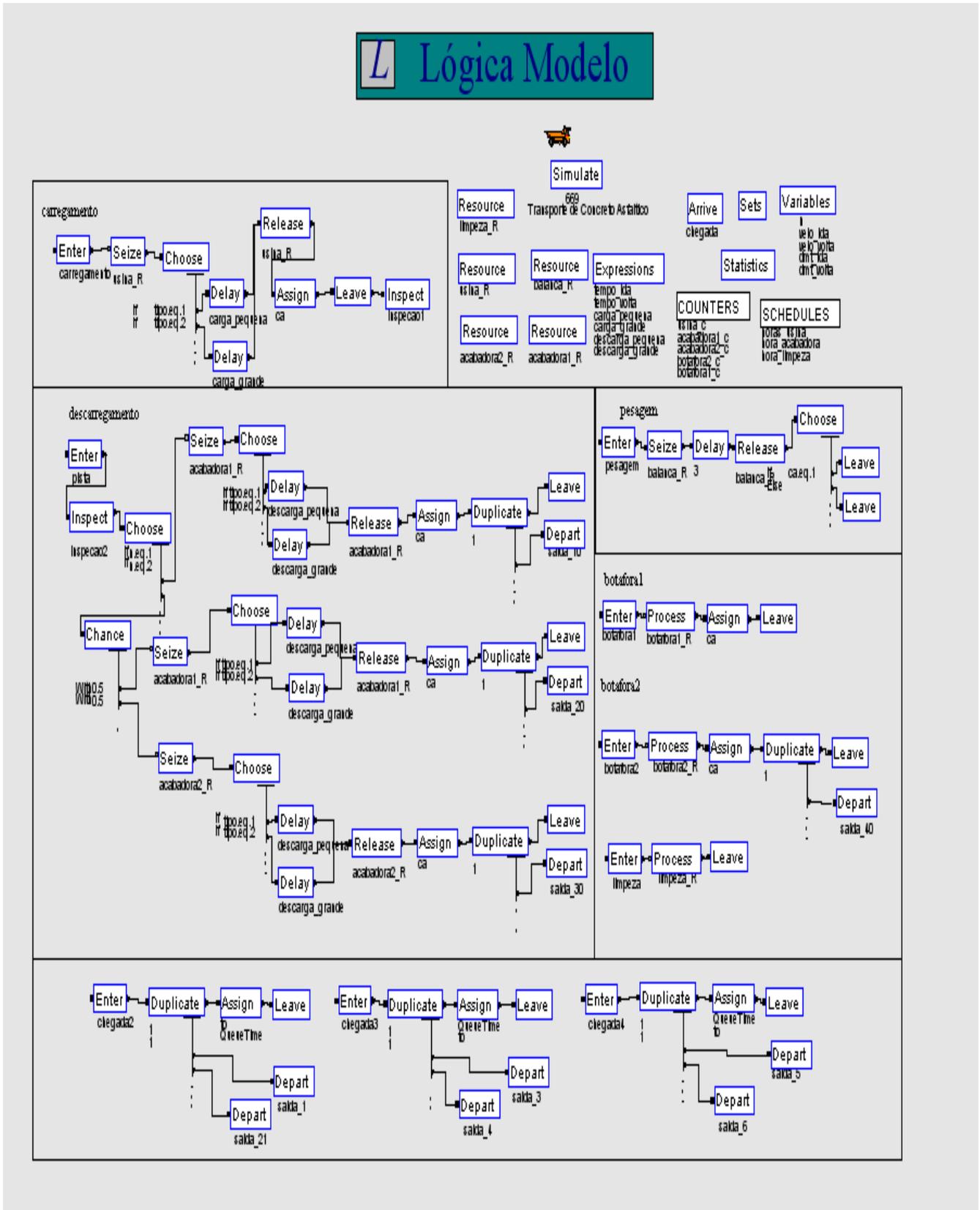
Figura 17 – Distribuidora vista lateral – Empresa 2



Figura 18 – Distribuidora vista traseira – Empresa 2



ANEXO B – MODELO SOFTWARE ARENA®



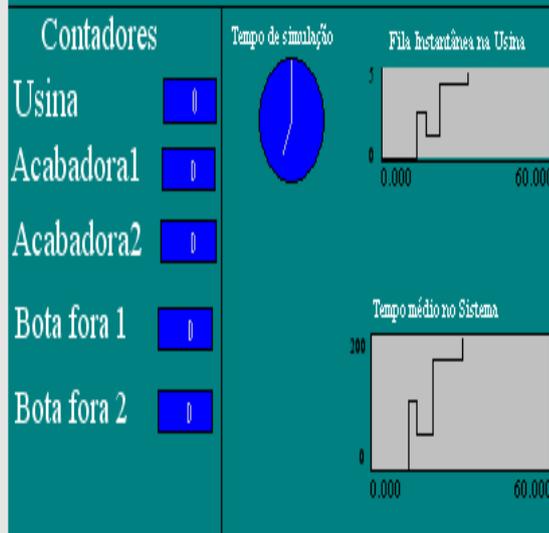
Transporte C.B.U.Q.

M MENU
A ANIMAÇÃO
L LÓGICA
T TECLADO

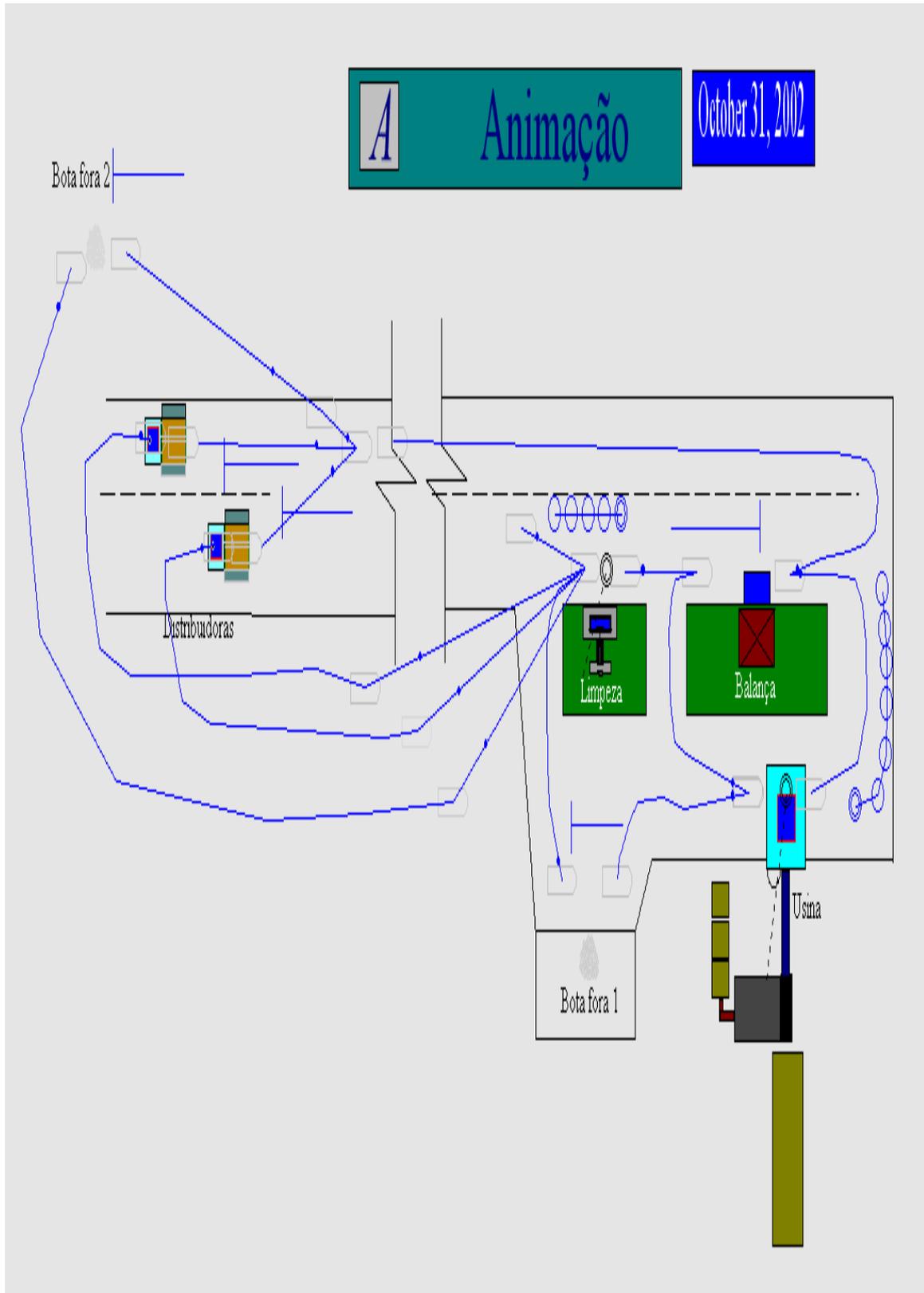
MENU GERAL

M MENU
A ANIMAÇÃO
U USINA
D DISTRIBUIDORAS
B BALANÇA
G GRÁFICOS
S SABÃO
T TECLADO

Tabela de Controle



T Lógica Teclado



ANEXO C – RESULTADO SIMULAÇÃO VALIDAÇÃO EMPRESA 1

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 1 of 20

Project: Empresa 1 Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 669.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	7.2999	(Insuf)	.00000	63.000	44
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	152.12	(Insuf)	106.08	236.30	40
usina_R_Q Queue Time	30.932	(Insuf)	.00000	63.254	41
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	6.2677	(Insuf)	.00000	53.716	41
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.84300	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.38117	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.78622	(Insuf)	.00000	9.0000	6.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadora1_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.46039	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in acabadora_R_Q	.38412	(Insuf)	.00000	4.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.86697	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.12257	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	2.2545	(Insuf)	.00000	5.0000	3.0000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.88939	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.49415	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	41	Infinite
acabadora1_c	41	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

botaforal_R Available 1.0000 (Insuf) 1.0000 1.0000 1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	40	Infinite
acabadoral_c	40	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(# IN USINA_R_Q)	2.2101
DAVG(USINA_R BUSY)	.82883
TAVG(ACABADORA_R_Q QUE	8.9488
TAVG(USINA_R_Q QUEUE T	30.387
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	155.31
NC(ACABADORA1_C)	40.000
DAVG(# IN ACABADORA_R_	.53506
NC(USINA_C)	40.000
NC(BOTAFORA2_C)	.00000
NC(BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG(ACABADORA1_R BUSY	.49029

Beginning replication 4 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 4 of 20

Project: Empresa 1 Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 669.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	7.2255	(Insuf)	.00000	63.000	44
acabadoral_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	152.04	(Insuf)	105.21	231.50	40
usina_R_Q Queue Time	28.608	(Insuf)	.00000	60.260	41
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	7.7925	(Insuf)	.00000	52.788	40
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.84023	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.38117	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.78130	(Insuf)	.00000	9.0000	6.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadoral_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.46039	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in acabadora_R_Q	.49571	(Insuf)	.00000	4.0000	1.0000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.86697	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.12257	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	2.1187	(Insuf)	.00000	5.0000	3.0000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadoral_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.88939	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000

acabadora_R_Q Queue Ti	7.9355	(Insuf)	.00000	53.370	40
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.85481	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.38117	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.75431	(Insuf)	.00000	9.0000	5.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadoral_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.46039	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in acabadora_R_Q	.49579	(Insuf)	.00000	5.0000	1.0000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.86697	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.12257	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	2.1736	(Insuf)	.00000	5.0000	3.0000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadoral_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.88939	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadoral_R Busy	.51123	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	41	Infinite
acabadoral_c	40	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(# IN USINA_R_Q)	2.1736
DAVG(USINA_R BUSY)	.85481
TAVG(ACABADORA_R_Q QUE	7.9355
TAVG(USINA_R_Q_QUEUE T	29.639
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	153.16
NC(ACABADORA1_C)	40.000
DAVG(# IN ACABADORA_R_	.49579
NC(USINA_C)	41.000
NC(BOTAFORA2_C)	.00000
NC(BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG(ACABADORA1_R BUSY	.51123

Beginning replication 9 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 9 of 20

Project: Empresa 1	Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta	Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 669.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
------------	---------	------------	---------	---------	--------------

limpeza_R_Q Queue Time	9.1248	(Insuf)	.00000	73.219	44
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	152.30	(Insuf)	102.09	234.10	40
usina_R_Q Queue Time	29.598	(Insuf)	.00000	63.796	41
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	7.1259	(Insuf)	.00000	52.639	40
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifiier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.84596	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.37668	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.90457	(Insuf)	.00000	9.0000	6.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadoral_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.44993	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in acabadora_R_Q	.45339	(Insuf)	.00000	4.0000	1.0000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.86697	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.12257	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	2.0747	(Insuf)	.00000	5.0000	2.0000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.88939	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadoral_R Busy	.49580	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifiier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	41	Infinite
acabadoral_c	40	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifiier	Value
DAVG(# IN USINA_R_Q)	2.0747
DAVG(USINA_R BUSY)	.84596
TAVG(ACABADORA_R_Q QUE	7.1259
TAVG(USINA_R_Q_QUEUE T	29.598
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	152.30
NC(ACABADORA1_C)	40.000
DAVG(# IN ACABADORA_R_	.45339
NC(USINA_C)	41.000
NC(BOTAFORA2_C)	.00000
NC(BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG(ACABADORA1_R BUSY	.49580

Beginning replication 10 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 10 of 20

Project: Empresa 1
Analyst: Adriana Limonta

Run execution date : 10/12/2002
Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 669.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	7.2314	(Insuf)	.00000	63.000	44
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	152.33	(Insuf)	106.79	236.23	39
usina_R_Q Queue Time	28.682	(Insuf)	.00000	61.938	41
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	8.4282	(Insuf)	.00000	56.792	41
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.83764	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.38117	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.77713	(Insuf)	.00000	9.0000	5.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadora1_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.46039	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in acabadora_R_Q	.51653	(Insuf)	.00000	5.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.86697	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.12257	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	2.1201	(Insuf)	.00000	5.0000	3.0000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.88939	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.51304	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	41	Infinite
acabadora1_c	41	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(# IN USINA_R_Q)	2.1201
DAVG(USINA_R BUSY)	.83764
TAVG(ACABADORA_R_Q QUE	8.4282
TAVG(USINA_R_Q_QUEUE T	28.682
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	152.33
NC(ACABADORA1_C)	41.000
DAVG(# IN ACABADORA_R_	.51653
NC(USINA_C)	41.000
NC(BOTAFORA2_C)	.00000
NC(BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG(ACABADORA1_R BUSY	.51304

Beginning replication 11 of 20

NC(BOTAFORAL_C) .00000
 DAVG(ACABADORA1_R BUSY) .48916

Beginning replication 12 of 20

ARENA Simulation Results
 Adriana - License #9400000

Summary for Replication 12 of 20

Project: Empresa 1 Run execution date : 10/12/2002
 Analyst: Adriana Limonta Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 669.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	7.1020	(Insuf)	.00000	63.000	45
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	149.81	(Insuf)	108.42	232.08	40
usina_R_Q Queue Time	28.394	(Insuf)	.00000	60.735	41
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	6.1090	(Insuf)	.00000	46.153	41
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.84168	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.38565	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.74176	(Insuf)	.00000	9.0000	5.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadora_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.47085	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in acabadora_R_Q	.37439	(Insuf)	.00000	4.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.86697	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.12257	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	2.2438	(Insuf)	.00000	5.0000	4.0000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.88939	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.50152	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	41	Infinite
acabadora1_c	41	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(# IN USINA_R_Q)	2.2438
DAVG(USINA_R BUSY)	.84168
TAVG(ACABADORA_R_Q QUE)	6.1090

botafora2_c	0	Infinite
usina_c	40	Infinite
acabadora1_c	40	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(# IN USINA_R_Q)	2.3766
DAVG(USINA_R BUSY)	.83238
TAVG(ACABADORA_R_Q QUE	7.0774
TAVG(USINA_R_Q QUEUE T	31.220
TAVG(TEMPO_NO SISTEMA)	153.49
NC(ACABADORA1_C)	40.000
DAVG(# IN ACABADORA_R_	.42316
NC(USINA_C)	40.000
NC(BOTAFORA2_C)	.00000
NC(BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG(ACABADORA1_R BUSY	.46786

Beginning replication 15 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 15 of 20

Project: Empresa 1	Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta	Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 669.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	7.1763	(Insuf)	.00000	63.000	44
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	153.17	(Insuf)	108.89	232.96	39
usina_R_Q Queue Time	28.440	(Insuf)	.00000	62.771	41
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	8.7982	(Insuf)	.00000	58.816	41
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.83594	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.38117	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.75795	(Insuf)	.00000	9.0000	5.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadora1_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.46039	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in acabadora_R_Q	.53921	(Insuf)	.00000	4.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.86697	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.12257	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	2.0857	(Insuf)	.00000	5.0000	3.0000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.76831	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.88939	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.51160	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadoral_R Busy	.49484	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	41	Infinite
acabadoral_c	41	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(# IN USINA_R_Q)	2.1857
DAVG(USINA_R BUSY)	.84549
TAVG(ACABADORA_R_Q QUE	6.9461
TAVG(USINA_R_Q QUEUE T	29.755
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	152.53
NC(ACABADORA1_C)	41.000
DAVG(# IN ACABADORA_R_	.42570
NC(USINA_C)	41.000
NC(BOTAFORA2_C)	.00000
NC(BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG(ACABADORA1_R BUSY	.49484

Beginning replication 17 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 17 of 20

Project: Empresa 1 Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 669.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	9.0874	(Insuf)	.00000	73.888	44
acabadoral_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	153.10	(Insuf)	106.27	232.81	39
usina_R_Q Queue Time	29.514	(Insuf)	.00000	60.408	41
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	7.6133	(Insuf)	.00000	54.178	40
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.84845	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.37668	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.87830	(Insuf)	.00000	9.0000	5.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadoral_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.44993	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in acabadora_R_Q	.48331	(Insuf)	.00000	4.0000	1.0000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.86697	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.12257	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	2.0581	(Insuf)	.00000	5.0000	2.0000

NC(USINA_C)	40.850	.22870	40.000	42.000	20
NC(BOTAFORA2_C)	.00000	.00000	.00000	.00000	20
NC(BOTAFORA1_C)	.15000	.22870	.00000	2.0000	20
DAVG(ACABADORA1_R BUSY)	.49780	.00585	.46786	.52186	20

Simulation run time: 0.12 minutes.
Simulation run complete.

ANEXO D – RESULTADO SIMULAÇÃO VALIDAÇÃO EMPRESA 2

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 1 of 20

Project: Empresa 2 Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 712.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	3.9073	(Insuf)	.00000	81.994	24
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	148.81	(Insuf)	112.04	281.19	21
usina_R_Q Queue Time	18.582	(Insuf)	.00000	52.038	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	7.4867	(Insuf)	.00000	45.464	22
botaforal_R_Q Queue Ti	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	1
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.75730	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.18961	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.27283	(Insuf)	.00000	4.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadora1_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.22612	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in acabadora_R_Q	.23133	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.02107	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.60029	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.25443	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	1	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	23	Infinite
acabadora1_c	22	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(USINA_R BUSY)	.75730
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	148.81
TAVG(USINA_R_Q QUEUE T	18.582
TAVG(ACABADORA1_R_Q QU	.00000

```

NC (ACABADORA1_C)          22.000
NC (USINA_C)               23.000
DAVG (ACABADORA2_R BUSY)  .00000
NC (BOTAFORA2_C)          .00000
NC (BOTAFORA1_C)          1.0000
DAVG (ACABADORA1_R BUSY)  .25443
    
```

Beginning replication 2 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 2 of 20

```

Project: Empresa 2          Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta   Model revision date: 10/12/2002
    
```

Replication ended at time : 712.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	.23425	(Insuf)	.00000	2.8612	24
acabadoral_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	141.26	(Insuf)	112.33	167.34	22
usina_R_Q Queue Time	15.325	(Insuf)	.00000	46.879	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	8.9114	(Insuf)	.00000	52.194	23
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.75307	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.19803	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.14847	(Insuf)	.00000	3.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadoral_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.23596	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in acabadora_R_Q	.28787	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.60506	(Insuf)	.00000	3.0000	1.0000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadoral_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadoral_R Busy	.27473	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	23	Infinite
acabadoral_c	23	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
------------	-------

acabadora2_c 0 Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(USINA_R BUSY)	.71877
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	147.30
TAVG(USINA_R_Q QUEUE T	18.065
TAVG(ACABADORA1_R_Q QU	.00000
NC(ACABADORA1_C)	22.000
NC(USINA_C)	22.000
DAVG(ACABADORA2_R BUSY	.00000
NC(BOTAFORA2_C)	.00000
NC(BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG(ACABADORA1_R BUSY	.25778

Beginning replication 4 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 4 of 20

Project: Empresa 2 Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 712.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	3.6216	(Insuf)	.00000	86.566	24
acabadoral_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	140.69	(Insuf)	114.46	163.20	22
usina_R_Q Queue Time	15.006	(Insuf)	.00000	48.074	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	8.0049	(Insuf)	.00000	50.747	23
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.75718	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.19382	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.29218	(Insuf)	.00000	4.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadoral_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.22612	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in acabadora_R_Q	.25859	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.48477	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadoral_R Busy	.27150	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
------------	-------	-------

botaforal_R Available 1.0000 (Insuf) 1.0000 1.0000 1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	22	Infinite
acabadoral_c	22	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG (USINA_R BUSY)	.73552
TAVG (TEMPO_NO SISTEMA)	147.85
TAVG (USINA_R_Q QUEUE T)	18.838
TAVG (ACABADORA1_R_Q QU)	.00000
NC (ACABADORA1_C)	22.000
NC (USINA_C)	22.000
DAVG (ACABADORA2_R BUSY)	.00000
NC (BOTAFORA2_C)	.00000
NC (BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG (ACABADORA1_R BUSY)	.25647

Beginning replication 6 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 6 of 20

Project: Empresa 2 Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 712.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	3.8910	(Insuf)	.00000	80.851	24
acabadoral_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	148.44	(Insuf)	111.13	242.04	21
usina_R_Q Queue Time	17.056	(Insuf)	.00000	64.586	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	8.3344	(Insuf)	.00000	46.808	22
botaforal_R_Q Queue Ti	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	1
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.74368	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.18961	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.28299	(Insuf)	.00000	4.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadoral_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.22612	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in acabadora_R_Q	.25753	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.02107	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.55097	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadoral_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.51932	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadoral_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadoral_R Busy	.26252	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	23	Infinite
acabadoral_c	23	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG (USINA_R BUSY)	.73810
TAVG (TEMPO NO SISTEMA)	141.18
TAVG (USINA_R_Q QUEUE T	16.076
TAVG (ACABADORA1_R_Q QU	.00000
NC (ACABADORA1_C)	23.000
NC (USINA_C)	23.000
DAVG (ACABADORA2_R BUSY	.00000
NC (BOTAFORA2_C)	.00000
NC (BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG (ACABADORA1_R BUSY	.26252

Beginning replication 9 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 9 of 20

Project: Empresa 2	Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta	Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 712.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	3.3828	(Insuf)	.00000	76.093	24
acabadoral_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	142.18	(Insuf)	112.10	168.04	22
usina_R_Q Queue Time	16.424	(Insuf)	.00000	45.834	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	7.3786	(Insuf)	.00000	47.774	23
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.75235	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.19382	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.25209	(Insuf)	.00000	4.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadoral_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	3.4673	(Insuf)	.00000	81.685	24
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	141.52	(Insuf)	113.43	172.25	22
usina_R_Q Queue Time	15.771	(Insuf)	.00000	49.699	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	8.1881	(Insuf)	.00000	47.024	23
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.74671	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.19382	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.26608	(Insuf)	.00000	4.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadora1_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.22612	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in acabadora_R_Q	.26450	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.50948	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.27282	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	23	Infinite
acabadora1_c	23	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(USINA_R BUSY)	.74671
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	141.52
TAVG(USINA_R_Q QUEUE T	15.771
TAVG(ACABADORA1_R_Q QU	.00000
NC(ACABADORA1_C)	23.000
NC(USINA_C)	23.000
DAVG(ACABADORA2_R BUSY	.00000
NC(BOTAFORA2_C)	.00000
NC(BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG(ACABADORA1_R BUSY	.27282

Beginning replication 14 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 14 of 20

Project: Empresa 2
Analyst: Adriana Limonta

Run execution date : 10/12/2002
Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 712.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	3.1230	(Insuf)	.00000	73.415	24
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	142.85	(Insuf)	112.61	165.71	22
usina_R_Q Queue Time	16.528	(Insuf)	.00000	44.327	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	8.1830	(Insuf)	.00000	46.205	22
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.76324	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.19382	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.23695	(Insuf)	.00000	4.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadora1_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.22612	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in acabadora_R_Q	.27447	(Insuf)	.00000	2.0000	1.0000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.53394	(Insuf)	.00000	2.0000	.00000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.26212	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	23	Infinite
acabadora1_c	22	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(USINA_R BUSY)	.76324
TAVG(TEMPO_NO_SISTEMA)	142.85
TAVG(USINA_R_Q_QUEUE_T)	16.528
TAVG(ACABADORA1_R_Q_QU)	.00000
NC(ACABADORA1_C)	22.000
NC(USINA_C)	23.000
DAVG(ACABADORA2_R BUSY)	.00000
NC(BOTAFORA2_C)	.00000
NC(BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG(ACABADORA1_R BUSY)	.26212

Beginning replication 15 of 20

Summary for Replication 15 of 20

Project: Empresa 2 Run execution date : 10/12/2002
 Analyst: Adriana Limonta Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 712.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	.06654	(Insuf)	.00000	1.5575	24
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	140.74	(Insuf)	112.48	166.54	22
usina_R_Q Queue Time	16.679	(Insuf)	.00000	51.072	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	7.8176	(Insuf)	.00000	46.907	22
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.76448	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.19803	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.16670	(Insuf)	.00000	3.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadora1_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.23596	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in acabadora_R_Q	.26833	(Insuf)	.00000	3.0000	1.0000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.64545	(Insuf)	.00000	3.0000	1.0000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.25441	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	23	Infinite
acabadora1_c	22	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG (USINA_R BUSY)	.76448
TAVG (TEMPO NO SISTEMA)	140.74
TAVG (USINA_R_Q QUEUE T	16.679
TAVG (ACABADORA1_R_Q QU	.00000
NC (ACABADORA1_C)	22.000
NC (USINA_C)	23.000
DAVG (ACABADORA2_R BUSY	.00000
NC (BOTAFORA2_C)	.00000
NC (BOTAFORA1_C)	.00000
DAVG (ACABADORA1_R BUSY	.25441

Beginning replication 16 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 16 of 20

Project: Empresa 2 Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta Model revision date: 10/12/2002

Replication ended at time : 712.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	3.0767	(Insuf)	.00000	73.211	24
acabadoral_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	143.36	(Insuf)	114.84	168.29	22
usina_R_Q Queue Time	16.752	(Insuf)	.00000	46.496	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	8.4589	(Insuf)	.00000	47.294	22
botaforal_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.76488	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.19382	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.22464	(Insuf)	.00000	4.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadoral_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.22612	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in acabadora_R_Q	.28034	(Insuf)	.00000	2.0000	1.0000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.54117	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadoral_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadoral_R Busy	.25042	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	0	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	23	Infinite
acabadoral_c	22	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(USINA_R BUSY)	.76488
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	143.36
TAVG(USINA_R_Q QUEUE T	16.752
TAVG(ACABADORA1_R_Q QU	.00000
NC(ACABADORA1_C)	22.000

```

NC (USINA_C)                23.000
DAVG (ACABADORA2_R BUSY)    .00000
NC (BOTAFORA2_C)            .00000
NC (BOTAFORA1_C)            .00000
DAVG (ACABADORA1_R BUSY)    .25042

```

Beginning replication 17 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 17 of 20

```

Project: Empresa 2                Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta          Model revision date: 10/12/2002

```

Replication ended at time : 712.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	3.5799	(Insuf)	.00000	80.995	24
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	148.31	(Insuf)	114.28	223.38	21
usina_R_Q Queue Time	18.079	(Insuf)	.00000	48.564	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	8.1551	(Insuf)	.00000	51.138	22
botaforal_R_Q Queue Ti	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	1
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.75680	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.18961	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.27192	(Insuf)	.00000	4.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadora1_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.22612	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in acabadora_R_Q	.25199	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.02107	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.58403	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.24633	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	1	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	23	Infinite
acabadora1_c	22	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
------------	-------

```

DAVG (USINA_R BUSY)                .75680
TAVG (TEMPO_NO SISTEMA)            148.31
TAVG (USINA_R_Q QUEUE T)           18.079
TAVG (ACABADORA1_R_Q QU)           .00000
NC (ACABADORA1_C)                  22.000
NC (USINA_C)                        23.000
DAVG (ACABADORA2_R BUSY)           .00000
NC (BOTAFORA2_C)                    .00000
NC (BOTAFORA1_C)                    1.0000
DAVG (ACABADORA1_R BUSY)           .24633

```

Beginning replication 18 of 20

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Summary for Replication 18 of 20

```

Project: Empresa 2                      Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta                Model revision date: 10/12/2002

```

Replication ended at time : 712.0

TALLY VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
limpeza_R_Q Queue Time	3.9418	(Insuf)	.00000	85.253	24
acabadora1_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
tempo no sistema	148.15	(Insuf)	112.78	223.81	21
usina_R_Q Queue Time	16.907	(Insuf)	.00000	63.255	23
acabadora2_R_Q Queue T	--	--	--	--	0
acabadora_R_Q Queue Ti	9.8316	(Insuf)	.00000	50.385	22
botaforal_R_Q Queue Ti	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	1
botafora2_R_Q Queue Ti	--	--	--	--	0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
usina_R Busy	.75371	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Busy	.18961	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in limpeza_R_Q	.27430	(Insuf)	.00000	4.0000	3.0000
# in acabadora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in acabadora1_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
limpeza_R Busy	.22612	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
# in acabadora_R_Q	.30379	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
inspecao2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
usina_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
inspecao1_R Busy	.06461	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Busy	.02107	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
# in botafora2_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
# in usina_R_Q	.54617	(Insuf)	.00000	3.0000	.00000
# in botaforal_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora2_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
balanca_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora1_R Available	.70225	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
limpeza_R Available	.87640	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
inspecao2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
acabadora2_R Busy	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecao1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.25532	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botaforal_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botaforal_c	1	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	23	Infinite
acabadora1_c	22	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

botafora2_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
inspecaol_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
# in balanca_R_Q	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
acabadora1_R Busy	.23329	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
botafora1_R Available	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
botafora1_c	1	Infinite
botafora2_c	0	Infinite
usina_c	23	Infinite
acabadora1_c	21	Infinite
acabadora2_c	0	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
DAVG(USINA_R BUSY)	.75476
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	149.28
TAVG(USINA_R_Q QUEUE T	17.410
TAVG(ACABADORA1_R_Q QU	.00000
NC(ACABADORA1_C)	21.000
NC(USINA_C)	23.000
DAVG(ACABADORA2_R BUSY	.00000
NC(BOTAFORA2_C)	.00000
NC(BOTAFORA1_C)	1.0000
DAVG(ACABADORA1_R BUSY	.23329

ARENA Simulation Results
Adriana - License #9400000

Output Summary for 20 Replications

Project: Empresa 2	Run execution date : 10/12/2002
Analyst: Adriana Limonta	Model revision date: 10/12/2002

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
DAVG(USINA_R BUSY)	.74943	.00585	.71877	.76488	20
TAVG(TEMPO NO SISTEMA)	144.27	1.5872	140.44	149.28	20
TAVG(USINA_R_Q QUEUE T	16.658	.55594	14.503	18.838	20
TAVG(ACABADORA1_R_Q QU	.00000	.00000	.00000	.00000	20
NC(ACABADORA1_C)	22.350	.27439	21.000	23.000	20
NC(USINA_C)	22.850	.17121	22.000	23.000	20
DAVG(ACABADORA2_R BUSY	.00000	.00000	.00000	.00000	20
NC(BOTAFORA2_C)	.00000	.00000	.00000	.00000	20
NC(BOTAFORA1_C)	.25000	.20762	.00000	1.0000	20
DAVG(ACABADORA1_R BUSY	.25842	.00489	.23329	.27490	20

Simulation run time: 0.12 minutes.
Simulation run complete.

ANEXO E – DADOS COLETADOS EMPRESA 1

Dia : 1º dia
 Empresa: Empresa 1

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:45	6:52	06:55	7:00	7:14	7:17	7:45	8:00	8:08	8:34	01:49
2	6:45	6:59	07:02	7:14	7:27	7:30	7:59	8:08	8:15	8:40	01:55
3	6:45	7:06	07:09	7:27	7:40	7:43	8:14	8:16	8:25	8:52	02:07
4	6:45	7:13	07:16	7:40	7:55	7:58	8:26	8:28	8:37	9:05	02:20
5	6:45	7:20	07:23	7:55	8:09	8:12	8:41	8:43	8:51	9:17	02:32
6	6:45	7:27	07:30	8:09	8:22	8:25	8:54	8:56	9:04	9:31	02:46
7	6:45	7:34	07:37	8:22	8:34	8:37	9:07	9:09	9:18	9:43	02:58
8	6:45	7:41	07:44	8:34	8:48	8:51	9:17	9:20	9:29	9:55	03:10
9	6:45	7:48	07:51	8:48	9:01	9:04	9:32	9:34	9:42	10:09	03:24
10	6:45	7:55	07:58	9:01	9:15	9:18	9:45	9:47	9:54	10:19	03:34
1	8:34	8:41	08:44	9:15	9:28	9:31	10:00	10:02	10:10	10:37	02:03
2	8:40	8:47	08:50	9:28	9:42	9:45	10:15	10:17	10:26	10:53	02:13
3	8:52	8:59	09:02	9:42	9:57	10:00	10:26	10:29	10:37	11:07	02:15
4	9:05	9:12	09:15	9:57	10:10	10:13	10:43	10:43	10:50	11:18	02:13
5	9:17	9:24	09:27	10:10	10:25	10:28	10:56	10:58	11:05	11:35	02:18
6	9:31	9:38	09:41	10:25	10:39	10:42	11:14	11:16	11:23	11:49	02:18
7	9:43	9:50	09:53	10:39	10:52	10:55	11:23	11:23	11:33	11:58	02:15
8	9:55	10:02	10:05	10:52	11:05	11:08	11:34	11:36	11:45	12:13	02:18
9	10:09	10:16	10:19	11:05	11:19	11:22	11:51	11:53	12:01	12:27	02:18
10	10:19	10:26	10:29	11:19	11:32	11:35	12:03	13:00	13:09	13:35	03:16
1	10:37	10:44	10:47	11:32	11:45	11:48	12:17	13:09	13:19	13:46	03:09
2	10:53	11:00	11:03	11:45	11:58	12:01	12:31	13:19	13:28	13:55	03:02
3	11:07	11:14	11:17	11:58	12:12	12:15	12:41	13:28	13:36	14:06	02:59
4	11:18	11:25	11:28	12:12	12:26	12:29	12:59	13:36	13:45	14:13	02:55
5	11:35	11:42	11:45	12:26	12:39	12:42	13:10	13:45	13:53	14:23	02:48
6	11:49	11:56	11:59	12:39	12:52	12:55	13:27	13:53	14:00	14:26	02:37
7	11:58	12:05	12:08	12:52	13:06	13:09	13:37	14:00	14:08	14:33	02:35
8	12:13	12:20	12:23	13:06	13:20	13:23	13:49	14:08	14:16	14:44	02:31
9	12:27	12:34	12:37	13:20	13:35	13:38	14:07	14:16	14:24	14:50	02:23
10	13:35	13:42	13:45	13:45	13:58	14:01	14:29	14:33	14:42	15:08	01:33
1	13:46	13:53	13:56	13:58	14:11	14:14	14:43	14:44	14:52	15:19	01:33
2	13:55	14:02	14:05	14:11	14:25	14:28	14:58	15:00	15:07	15:34	01:39
3	14:06	14:13	14:16	14:25	14:39	14:42	15:08	15:11	15:19	15:49	01:43
4	14:13	14:20	14:23	14:39	14:53	14:56	15:26	15:28	15:37	16:05	01:52
5	14:23	14:30	14:33	14:53	15:08	15:11	15:39	15:39	15:47	16:17	01:54
6	14:26	14:33	14:36	15:08	15:23	15:26	15:58	15:57	16:07	16:33	02:07
7	14:33	14:40	14:43	15:23	15:38	15:41	16:09	16:07	16:14	16:39	02:06
8	14:44	14:51	14:54	15:38	15:52	15:55	16:21	16:18	16:25	16:53	02:09
9	14:50	14:57	15:00	15:52	16:06	16:09	16:38	16:34	16:42	17:08	02:18
10	15:08	15:15	15:18	16:06	16:20	16:23	16:51	16:48	16:58	17:24	02:16

Dia : 2º dia
 Empresa: Empresa 1

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:45	6:52	06:55	7:00	7:13	7:16	7:43	8:00	8:07	8:33	01:48
2	6:45	6:59	07:02	7:13	7:26	7:29	7:55	8:08	8:15	8:42	01:57
3	6:45	7:06	07:09	7:26	7:39	7:42	8:10	8:17	8:27	8:54	02:09
4	6:45	7:13	07:16	7:39	7:53	7:56	8:26	8:28	8:37	9:02	02:17
5	6:45	7:20	07:23	7:53	8:08	8:11	8:37	8:43	8:51	9:20	02:35
6	6:45	7:27	07:30	8:08	8:21	8:24	8:53	8:56	9:03	9:33	02:48
7	6:45	7:34	07:37	8:21	8:35	8:38	9:05	9:09	9:17	9:44	02:59
8	6:45	7:41	07:44	8:35	8:48	8:51	9:21	9:20	9:30	9:54	03:09
9	6:45	7:48	07:51	8:48	9:01	9:04	9:32	9:34	9:42	10:07	03:22
10	6:45	7:55	07:58	9:01	9:16	9:19	9:44	9:47	9:56	10:22	03:37
1	8:33	8:40	08:43	9:16	9:31	9:34	10:04	9:59	10:08	10:33	02:00
2	8:42	8:49	08:52	9:31	9:44	9:47	10:16	10:11	10:20	10:47	02:05
3	8:54	9:01	09:04	9:44	9:57	10:00	10:29	10:24	10:31	11:00	02:06
4	9:02	9:09	09:12	9:57	10:10	10:13	10:43	10:38	10:45	11:10	02:08
5	9:20	9:27	09:30	10:10	10:24	10:27	10:56	10:51	10:59	11:23	02:03
6	9:33	9:40	09:43	10:24	10:38	10:41	11:11	11:07	11:15	11:42	02:09
7	9:44	9:51	09:54	10:38	10:52	10:55	11:25	11:20	11:27	11:54	02:10
8	9:54	10:01	10:04	10:52	11:05	11:08	11:40	11:36	11:44	12:13	02:19
9	10:07	10:14	10:17	11:05	11:17	11:20	11:49	11:44	11:53	12:19	02:12
10	10:22	10:29	10:32	11:17	11:30	11:33	12:01	11:56	12:06	12:31	02:09
1	10:33	10:40	10:43	11:30	11:44	11:47	12:14	13:00	13:08	13:33	03:00
2	10:47	10:54	10:57	11:44	11:58	12:01	12:29	13:08	13:15	13:42	02:55
3	11:00	11:07	11:10	11:58	12:12	12:15	12:47	13:15	13:25	13:53	02:53
4	11:10	11:17	11:20	12:12	12:25	12:28	12:57	13:25	13:32	13:59	02:49
5	11:23	11:30	11:33	12:25	12:39	12:42	13:10	13:32	13:40	14:06	02:43
6	11:42	11:49	11:52	12:39	12:52	12:55	13:22	13:40	13:48	14:15	02:33
7	11:54	12:01	12:04	12:52	13:05	13:08	13:38	13:48	13:56	14:24	02:30
8	12:13	12:20	12:23	13:05	13:19	13:22	13:51	13:56	14:06	14:31	02:18
9	12:19	12:26	12:29	13:19	13:34	13:37	14:04	14:06	14:15	14:40	02:21
10	12:31	12:38	12:41	13:34	13:49	13:52	14:22	14:15	14:23	14:49	02:18
1	13:33	13:40	13:43	13:49	14:03	14:06	14:35	14:29	14:37	15:04	01:31
2	13:42	13:49	13:52	14:03	14:16	14:19	14:48	14:44	14:51	15:18	01:36
3	13:53	14:00	14:03	14:16	14:30	14:33	15:03	15:00	15:09	15:37	01:44
4	13:59	14:06	14:09	14:30	14:44	14:47	15:15	15:11	15:19	15:45	01:46
5	14:06	14:13	14:16	14:44	14:58	15:01	15:31	15:27	15:37	16:02	01:56
6	14:15	14:22	14:25	14:58	15:11	15:14	15:42	15:38	15:45	16:14	01:59
7	14:24	14:31	14:34	15:11	15:26	15:29	15:58	15:54	16:02	16:29	02:05
8	14:31	14:38	14:41	15:26	15:39	15:42	16:12	16:08	16:16	16:43	02:12
9	14:40	14:47	14:50	15:39	15:54	15:57	16:25	16:21	16:28	16:56	02:16
10	14:49	14:56	14:59	15:54	16:07	16:10	16:42	16:38	16:45	17:15	02:26
1	15:04	15:11	15:14	16:07	16:21	16:24	16:53	16:50	16:58	17:25	02:21
2	15:18	15:25	15:28	16:21	16:34	16:37	17:06	17:03	17:10	17:37	02:19

Dia : 3º dia
 Empresa: Empresa 1

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	7:00	7:07	07:10	7:15	7:29	7:32	7:59	8:20	8:28	8:55	01:55
2	7:00	7:14	07:17	7:29	7:42	7:45	8:10	8:28	8:37	9:04	02:04
3	7:00	7:21	07:24	7:42	7:54	7:57	8:22	8:37	8:47	9:12	02:12
4	7:00	7:28	07:31	7:54	8:07	8:10	8:37	8:47	8:54	9:23	02:23
5	7:00	7:35	07:38	8:07	8:21	8:24	8:51	8:54	9:03	9:31	02:31
6	7:00	7:42	07:45	8:21	8:35	8:38	9:06	9:08	9:16	9:41	02:41
7	7:00	7:49	07:52	8:35	8:49	8:52	9:22	9:24	9:32	9:58	02:58
8	7:00	7:56	07:59	8:49	9:02	9:05	9:33	9:34	9:43	10:07	03:07
9	7:00	8:03	08:06	9:02	9:16	9:19	9:46	9:48	9:57	10:24	03:24
10	7:00	8:10	08:13	9:16	9:29	9:32	10:00	10:02	10:10	10:37	03:37
1	8:55	9:02	09:05	9:29	9:44	9:47	10:12	10:14	10:22	10:49	01:54
2	9:04	9:11	09:14	9:44	9:57	10:00	10:30	10:32	10:41	11:09	02:05
3	9:12	9:19	09:22	9:57	10:10	10:13	10:36	10:41	10:49	11:16	02:04
4	9:23	9:30	09:33	10:10	10:23	10:26	10:54	10:56	11:03	11:30	02:07
5	9:31	9:38	09:41	10:23	10:37	10:40	11:05	11:07	11:14	11:40	02:09
6	9:41	9:48	09:51	10:37	10:51	10:54	11:24	11:26	11:34	12:01	02:20
7	9:58	10:05	10:08	10:51	11:05	11:08	11:37	11:39	11:47	12:13	02:15
8	10:07	10:14	10:17	11:05	11:18	11:21	11:50	11:52	12:00	12:27	02:20
9	10:24	10:31	10:34	11:18	11:30	11:33	12:03	13:00	13:09	13:34	03:10
10	10:37	10:44	10:47	11:30	11:43	11:46	12:13	13:09	13:19	13:47	03:10
1	10:49	10:56	10:59	11:43	11:56	11:59	12:29	13:19	13:27	13:55	03:06
2	11:09	11:16	11:19	11:56	12:10	12:13	12:40	13:27	13:34	14:04	02:55
3	11:16	11:23	11:26	12:10	12:24	12:27	12:55	13:34	13:43	14:10	02:54
4	11:30	11:37	11:40	12:24	12:38	12:41	13:11	13:43	13:53	14:22	02:52
5	11:40	11:47	11:50	12:38	12:51	12:54	13:23	13:53	14:01	14:32	02:52
6	12:01	12:08	12:11	12:51	13:06	13:09	13:36	14:01	14:08	14:34	02:33
7	12:13	12:20	12:23	13:06	13:19	13:22	13:49	14:08	14:17	14:45	02:32
8	12:27	12:34	12:37	13:19	13:34	13:37	14:06	14:17	14:26	14:54	02:27
9	13:34	13:41	13:44	13:44	13:57	14:00	14:28	14:30	14:37	15:05	01:31
10	13:47	13:54	13:57	13:57	14:12	14:15	14:45	14:47	14:57	15:23	01:36
1	13:55	14:02	14:05	14:12	14:26	14:29	14:58	15:00	15:10	15:36	01:41
2	14:04	14:11	14:14	14:26	14:39	14:42	15:13	15:16	15:23	15:48	01:44
3	14:10	14:17	14:20	14:39	14:53	14:56	15:33	15:34	15:41	16:06	01:56
4	14:22	14:29	14:32	14:53	15:07	15:10	15:38	15:41	15:50	16:15	01:53
5	14:32	14:39	14:42	15:07	15:21	15:24	15:51	15:53	16:02	16:27	01:55
6	14:34	14:41	14:44	15:21	15:34	15:37	16:06	16:08	16:15	16:40	02:06
7	14:45	14:52	14:55	15:34	15:49	15:52	16:19	16:21	16:29	16:55	02:10
8	14:54	15:01	15:04	15:49	16:02	16:05	16:35	16:37	16:46	17:14	02:20
9	15:05	15:12	15:15	16:02	16:17	16:20	16:47	16:49	16:56	17:24	02:19
10	15:23	15:30	15:33	16:17	16:30	16:33	17:04	17:06	17:15	17:42	02:19
1	15:36	15:43	15:46	16:30	16:44	16:47	17:14	17:16	17:24	17:49	02:13
2	15:48	15:55	15:58	16:44	16:57	17:00	17:32	17:34	17:42	18:08	02:20

Dia : 4º dia
 Empresa: Empresa 1

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:40	6:47	06:50	7:15	7:30	7:33	8:03	8:20	8:27	8:54	02:14
2	6:40	6:54	06:57	7:30	7:44	7:47	8:14	8:27	8:34	9:03	02:23
3	6:40	7:01	07:04	7:44	7:58	8:01	8:29	8:34	8:44	9:09	02:29
4	6:40	7:08	07:11	7:58	8:13	8:16	8:46	8:48	8:57	9:23	02:43
5	6:40	7:15	07:18	8:13	8:27	8:30	8:57	8:59	9:07	9:34	02:54
6	6:40	7:22	07:25	8:36	8:51	8:54	9:24	9:26	9:33	9:59	03:19
7	6:40	7:29	07:32	8:51	9:06	9:09	9:38	9:40	9:48	10:13	03:33
8	6:40	7:36	07:39	9:06	9:20	9:23	9:55	9:57	10:07	10:31	03:51
9	6:40	7:43	07:46	9:20	9:33	9:36	10:05	10:09	10:17	10:43	04:03
10	6:40	7:50	07:53	9:33	9:46	9:49	10:16	10:18	10:27	10:52	04:12
11	6:40	7:50	07:53	9:46	10:00	10:03	10:32	10:34	10:43	11:08	04:28
1	8:54	9:01	09:04	10:00	10:15	10:18	10:45	10:47	10:56	11:16	02:22
2	9:03	9:10	09:13	10:15	10:29	10:32	11:03	11:05	11:12	11:37	02:34
3	9:09	9:16	09:19	10:29	10:42	10:45	11:12	11:47	11:54	12:21	03:12
4	9:23	9:30	09:33	10:42	10:55	10:58	11:26	11:54	12:02	12:28	03:05
5	9:34	9:41	09:44	10:55	11:08	11:11	11:41	13:00	13:08	13:33	03:59
6	9:59	10:06	10:09	11:08	11:22	11:25	11:54	13:08	13:15	13:41	03:42
7	10:13	10:20	10:23	11:22	11:36	11:39	12:04	13:15	13:23	13:50	03:37
8	10:31	10:38	10:41	11:36	11:49	11:52	12:16	13:23	13:32	13:56	03:25
9	10:43	10:50	10:53	11:49	12:02	12:05	12:31	13:32	13:42	14:10	03:27
10	10:52	10:59	11:02	12:02	12:17	12:20	12:50	13:42	13:50	14:16	03:24
11	11:08	11:15	11:18	12:17	12:31	12:34	13:01	13:50	13:57	14:23	03:15
1	11:16	11:23	11:26	12:31	12:44	12:47	13:16	13:57	14:07	14:34	03:18
2	11:37	11:44	11:47	12:44	12:57	13:00	13:32	14:07	14:14	14:40	03:03
3	12:21	12:28	12:31	12:57	13:10	13:13	13:41	14:14	14:22	14:49	02:28
4	12:28	12:35	12:38	13:10	13:25	13:28	13:55	14:22	14:30	14:57	02:29
5	13:33	13:40	13:43	13:45	13:59	14:02	14:29	14:31	14:38	15:03	01:30
6	13:41	13:48	13:51	13:59	14:13	14:16	14:44	14:46	14:53	15:22	01:41
7	13:50	13:57	14:00	14:13	14:27	14:30	14:57	14:59	15:09	15:39	01:49
8	13:56	14:03	14:06	14:27	14:40	14:43	15:14	15:16	15:24	15:51	01:55
9	14:10	14:17	14:20	14:40	14:54	14:57	15:24	15:26	15:33	15:57	01:47
10	14:16	14:23	14:26	14:54	15:07	15:10	15:37	15:39	15:47	16:12	01:56
11	14:23	14:30	14:33	15:07	15:22	15:25	15:51	15:53	16:03	16:29	02:06
1	14:34	14:41	14:44	15:22	15:36	15:39	16:09	16:11	16:21	16:46	02:12
2	14:40	14:47	14:50	15:36	15:49	15:52	16:18	16:21	16:29	16:56	02:16
3	14:49	14:56	14:59	15:49	16:02	16:05	16:32	16:34	16:41	17:10	02:21
4	14:57	15:04	15:07	16:02	16:15	16:18	16:43	16:45	16:53	17:18	02:21
5	15:03	15:10	15:13	16:15	16:29	16:32	16:57	17:00	17:09	17:33	02:30
6	15:22	15:29	15:32	16:29	16:43	16:46	17:18	17:20	17:29	17:56	02:34
7	15:39	15:46	15:49	16:43	16:57	17:00	17:26	17:29	17:36	18:03	02:24
8	15:51	15:58	16:01	16:57	17:10	17:13	17:41	17:43	17:53	18:22	02:31
9	15:57	16:04	16:07	17:10	17:25	17:28	18:00	18:02	18:11	18:37	02:40

Dia : 5º dia

Empresa: Empresa 1

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:45	6:52	06:55	7:00	7:14	7:17	7:47	8:00	8:10	8:35	01:50
2	6:45	6:59	07:02	7:14	7:27	7:30	7:56	8:10	8:18	8:43	01:58
3	6:45	7:06	07:09	7:27	7:40	7:43	8:15	8:18	8:26	8:55	02:10
4	6:45	7:13	07:16	7:40	7:54	7:57	8:24	8:26	8:34	8:58	02:13
5	6:45	7:20	07:23	7:54	8:07	8:10	8:37	8:39	8:46	9:09	02:24
6	6:45	7:27	07:30	8:07	8:22	8:25	8:54	8:56	9:06	9:34	02:49
7	6:45	7:34	07:37	8:22	8:37	8:40	9:10	9:12	9:20	9:46	03:01
8	6:45	7:41	07:44	8:37	8:51	8:54	9:20	9:22	9:30	9:57	03:12
9	6:45	7:48	07:51	8:51	9:05	9:08	9:38	9:40	9:50	10:15	03:30
1	8:35	8:42	08:45	9:05	9:19	9:22	9:50	9:52	9:59	10:25	01:50
2	8:43	8:50	08:53	9:19	9:33	9:36	10:08	10:10	10:20	10:46	02:03
3	8:55	9:02	09:05	9:33	9:47	9:50	10:20	10:22	10:29	10:57	02:02
4	8:58	9:05	09:08	9:47	10:02	10:05	10:34	10:36	10:46	11:11	02:13
5	9:09	9:16	09:19	10:02	10:15	10:18	10:46	10:48	10:56	11:23	02:14
6	9:34	9:41	09:44	10:15	10:29	10:32	11:00	11:02	11:09	11:35	02:01
7	9:46	9:53	09:56	10:29	10:44	10:47	11:19	11:21	11:29	11:55	02:09
8	9:57	10:04	10:07	10:44	10:58	11:01	11:28	11:30	11:37	12:05	02:08
9	10:15	10:22	10:25	10:58	11:12	11:15	11:44	11:46	11:54	12:22	02:07
1	10:25	10:32	10:35	11:12	11:26	11:29	11:57	13:00	13:09	13:36	03:11
2	10:46	10:53	10:56	11:26	11:41	11:44	12:11	13:09	13:19	13:46	03:00
3	10:57	11:04	11:07	11:41	11:54	11:57	12:26	13:19	13:26	13:51	02:54
4	11:11	11:18	11:21	11:54	12:08	12:11	12:41	13:26	13:35	14:01	02:50
5	11:23	11:30	11:33	12:08	12:21	12:24	12:53	13:35	13:43	14:12	02:49
6	11:35	11:42	11:45	12:21	12:35	12:38	13:05	13:43	13:51	14:16	02:41
7	11:55	12:02	12:05	12:35	12:49	12:52	13:22	13:51	14:00	14:29	02:34
8	12:05	12:12	12:15	12:49	13:03	13:06	13:35	14:00	14:09	14:35	02:30
9	12:22	12:29	12:32	13:03	13:16	13:19	13:46	14:09	14:17	14:45	02:23
1	13:36	13:43	13:46	13:46	14:01	14:04	14:33	14:35	14:43	15:09	01:33
2	13:46	13:53	13:56	14:01	14:14	14:17	14:45	14:47	14:56	15:23	01:37
3	13:51	13:58	14:01	14:14	14:29	14:32	15:02	15:04	15:12	15:38	01:47
4	14:01	14:08	14:11	14:29	14:42	14:45	15:12	15:14	15:21	15:48	01:47
5	14:12	14:19	14:22	14:42	14:56	14:59	15:28	15:30	15:37	16:07	01:55
6	14:16	14:23	14:26	14:56	15:09	15:12	15:40	15:42	15:50	16:16	02:00
7	14:29	14:36	14:39	15:09	15:23	15:26	15:56	15:58	16:06	16:31	02:02
8	14:35	14:42	14:45	15:23	15:37	15:40	16:07	16:09	16:17	16:42	02:07
9	14:45	14:52	14:55	15:37	15:51	15:54	16:21	16:23	16:32	16:57	02:12
1	15:09	15:16	15:19	15:51	16:06	16:09	16:38	16:40	16:48	17:14	02:05
2	15:23	15:30	15:33	16:06	16:19	16:22	16:50	16:52	17:01	17:28	02:05
3	15:38	15:45	15:48	16:19	16:34	16:37	17:07	17:09	17:17	17:43	02:05
4	15:48	15:55	15:58	16:34	16:47	16:50	17:17	17:19	17:26	17:53	02:05
5	16:07	16:14	16:17	16:47	17:00	17:03	17:32	17:34	17:42	18:11	02:04

Dia : 6º dia
 Empresa: Empresa 1

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	7:30	7:37	07:40	8:00	8:14	8:17	8:47	9:00	9:07	9:32	02:02
2	7:30	7:44	07:47	8:14	8:28	8:31	8:59	9:07	9:14	9:39	02:09
3	7:30	7:51	07:54	8:28	8:43	8:46	9:13	9:14	9:24	9:53	02:23
4	7:30	7:58	08:01	8:43	8:58	9:01	9:29	9:31	9:40	10:04	02:34
5	7:30	8:05	08:08	8:58	9:11	9:14	9:39	9:41	9:49	10:12	02:42
6	7:30	8:12	08:15	9:11	9:25	9:28	9:58	10:00	10:07	10:35	03:05
7	7:30	8:19	08:22	9:25	9:39	9:42	10:08	10:10	10:18	10:44	03:14
8	7:30	8:26	08:29	9:39	9:54	9:57	10:27	10:30	10:40	11:07	03:37
9	7:30	8:33	08:36	9:54	10:09	10:12	10:39	10:41	10:49	11:14	03:44
10	7:30	8:40	08:43	10:09	10:23	10:26	10:54	10:56	11:05	11:31	04:01
1	9:32	9:39	09:42	10:23	10:38	10:41	11:11	11:13	11:22	11:48	02:16
2	9:39	9:46	09:49	10:38	10:52	10:55	11:22	11:24	11:33	12:01	02:22
3	9:53	10:00	10:03	10:52	11:07	11:10	11:40	11:42	11:49	12:14	02:21
4	10:04	10:11	10:14	11:07	11:22	11:25	11:54	11:56	12:03	12:30	02:26
5	10:12	10:19	10:22	11:22	11:36	11:39	12:11	13:05	13:13	13:39	03:27
6	10:35	10:42	10:45	11:36	11:49	11:52	12:21	13:13	13:21	13:47	03:12
7	10:44	10:51	10:54	11:49	12:02	12:05	12:32	13:21	13:28	13:56	03:12
8	11:07	11:14	11:17	12:02	12:17	12:20	12:49	13:28	13:36	14:04	02:57
9	11:14	11:21	11:24	12:17	12:31	12:34	13:02	13:36	13:45	14:12	02:58
10	11:31	11:38	11:41	12:31	12:45	12:48	13:18	13:45	13:55	14:22	02:51
1	11:48	11:55	11:58	12:45	12:59	13:02	13:28	13:55	14:03	14:29	02:41
2	12:01	12:08	12:11	12:59	13:13	13:16	13:43	14:03	14:10	14:35	02:34
3	12:14	12:21	12:24	13:13	13:26	13:29	13:54	14:10	14:20	14:44	02:30
4	12:30	12:37	12:40	13:26	13:41	13:44	14:14	14:20	14:27	14:53	02:23
5	13:39	13:46	13:49	13:49	14:02	14:05	14:35	14:37	14:45	15:10	01:31
6	13:47	13:54	13:57	14:02	14:16	14:19	14:49	14:51	14:59	15:19	01:32
7	13:56	14:03	14:06	14:16	14:29	14:32	14:59	15:02	15:10	15:30	01:34
8	14:04	14:11	14:14	14:29	14:44	14:47	15:14	15:16	15:26	15:51	01:47
9	14:12	14:19	14:22	14:44	14:58	15:01	15:29	15:31	15:40	16:07	01:55
10	14:22	14:29	14:32	14:58	15:12	15:15	15:42	15:44	15:52	16:18	01:56
1	14:29	14:36	14:39	15:12	15:27	15:30	16:01	16:03	16:11	16:36	02:07
2	14:35	14:42	14:45	15:27	15:41	15:44	16:11	16:13	16:20	16:46	02:11
3	14:44	14:51	14:54	15:41	15:56	15:59	16:26	16:29	16:38	17:05	02:21
4	14:53	15:00	15:03	15:56	16:09	16:12	16:38	16:40	16:48	17:12	02:19
5	15:10	15:17	15:20	16:09	16:22	16:25	16:55	16:57	17:07	17:35	02:25
6	15:19	15:26	15:29	16:22	16:36	16:39	17:05	17:07	17:14	17:40	02:21
7	15:30	15:37	15:40	16:36	16:50	16:53	17:20	17:22	17:30	17:56	02:26
8	15:51	15:58	16:01	16:50	17:04	17:07	17:32	17:34	17:42	18:09	02:18
9	16:07	16:14	16:17	17:04	17:19	17:22	17:47	17:49	17:56	18:22	02:15

ANEXO F – DADOS COLETADOS EMPRESA 2

Dia : 1º dia
 Empresa: Empresa
 2

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:20	6:27	06:30	6:30	6:55	6:58	7:28	8:30	8:38	9:05	02:45
2	6:20	6:34	06:37	6:55	7:18	7:21	7:51	8:38	8:48	9:15	02:55
3	6:20	6:41	06:44	7:18	7:38	7:41	8:07	8:48	8:57	9:27	03:07
4	6:20	6:48	06:51	7:38	8:02	8:05	8:35	8:57	9:04	9:32	03:12
5	6:20	6:55	06:58	8:02	8:25	8:28	8:56	9:04	9:14	9:44	03:24
1	9:05	9:12	09:15	9:15	9:40	9:43	10:15	10:17	10:26	10:52	01:47
2	9:15	9:22	09:25	9:40	10:05	10:08	10:36	10:38	10:45	11:10	01:55
3	9:27	9:34	09:37	10:05	10:30	10:33	10:59	11:02	11:09	11:37	02:10
4	9:32	9:39	09:42	10:30	10:54	10:57	11:26	11:29	11:37	12:03	02:31
5	9:44	9:53	09:56	10:54	11:15	11:18	11:46	11:48	11:57	12:23	02:39
1	10:52	10:59	11:02	11:15	11:37	11:40	12:10	13:00	13:08	13:36	02:44
2	11:10	11:17	11:20	11:37	12:00	12:03	12:33	13:08	13:18	13:45	02:35
3	11:37	11:44	11:47	12:00	12:25	12:27	12:52	13:18	13:27	13:55	02:18
4	12:03	12:10	12:13	12:25	12:49	12:52	13:20	13:27	13:35	14:01	01:58
5	12:23	12:30	12:33	12:49	13:11	13:14	13:41	13:43	13:51	14:16	01:53
1	13:36	13:43	13:43	13:43	14:08	14:11	14:41	14:43	14:53	15:18	01:42
2	13:45	13:52	13:55	14:08	14:32	14:35	15:04	15:07	15:14	15:41	01:56
3	13:55	14:02	14:05	14:32	14:55	14:58	15:27	15:30	15:40	16:10	02:15
4	14:01	14:08	14:11	14:55	15:20	15:23	15:53	15:56	16:03	16:32	02:31
5	14:16	14:23	14:26	15:20	15:42	15:45	16:16	16:19	16:27	16:57	02:41
1	15:18	15:25	15:28	15:46	16:09	16:12	16:42	16:45	16:53	17:19	02:01
2	15:41	15:48	15:51	16:09	16:31	16:34	17:03	17:06	17:14	17:39	01:58
3	16:10	16:17	16:20	16:31	16:54	16:57	17:26	17:29	17:39	18:06	01:56

Dia : 2º dia
 Empresa: Empresa
 2

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:20	6:07	06:10	6:30	6:55	6:58	7:25	8:23	8:30	8:56	02:36
2	6:20	6:14	06:17	6:55	7:18	7:21	7:47	8:38	8:46	9:13	02:53
3	6:20	6:21	06:24	7:18	7:42	7:45	8:13	8:46	8:53	9:20	03:00
4	6:20	6:28	06:31	7:42	8:06	8:09	8:39	8:53	9:00	9:25	03:05
5	6:20	6:35	06:38	8:06	8:31	8:34	9:00	9:00	9:09	9:38	03:18
1	8:56	9:02	09:05	9:05	9:26	9:29	9:58	10:00	10:10	10:40	01:44
2	9:13	9:20	09:23	9:26	9:50	9:53	10:20	10:22	10:30	10:57	01:44
3	9:20	9:28	09:31	9:50	10:14	10:17	10:47	10:50	10:58	11:22	02:02
4	9:25	9:33	09:36	10:14	10:39	10:42	11:10	11:12	11:20	11:45	02:20
5	9:38	9:45	09:48	10:39	11:03	11:06	11:31	11:34	11:44	12:10	02:32
1	10:40	11:47	11:50	11:50	12:15	12:18	12:48	13:00	13:08	13:33	02:53
2	10:57	12:04	12:07	12:15	12:38	12:41	13:10	13:12	13:21	13:48	02:51
3	11:22	11:29	12:33	12:38	13:03	13:06	13:35	13:37	13:44	14:13	02:51
4	11:45	11:52	11:55	13:03	13:26	13:29	13:59	14:01	14:10	14:35	02:50
5	12:10	12:17	12:20	13:26	13:50	13:53	14:18	14:20	14:28	14:52	02:42
1	13:33	13:40	13:43	13:50	14:15	14:18	14:48	14:50	14:58	15:25	01:52
2	13:48	13:55	13:58	14:15	14:40	14:43	15:13	15:15	15:23	15:50	02:02
3	14:13	14:20	14:23	14:40	15:03	15:06	15:35	15:37	15:44	16:13	02:00
4	14:35	14:42	14:45	15:03	15:28	15:31	16:00	16:02	16:10	16:36	02:01
5	14:52	14:59	15:02	15:28	15:51	15:54	16:20	16:22	16:30	16:55	02:03
1	15:25	15:32	15:35	15:51	16:15	16:18	16:48	17:00	17:10	17:35	02:10
2	15:50	15:57	16:00	16:15	16:40	16:43	17:13	17:15	17:23	17:50	02:00
3	16:13	16:20	16:23	16:40	17:03	17:06	17:33	17:35	17:42	18:10	01:57

Dia : 3º dia

Empresa: Empresa 2

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:20	6:27	06:30	6:30	6:54	6:57	7:25	8:30	8:38	9:05	02:45
2	6:20	6:34	06:37	6:54	7:18	7:21	7:48	8:38	8:47	9:14	02:54
3	6:20	6:41	06:44	7:18	7:43	7:46	8:15	8:47	8:55	9:20	03:00
4	6:20	6:48	06:51	7:43	8:06	8:09	8:39	8:55	9:04	9:33	03:13
5	6:20	6:55	06:58	8:06	8:31	8:34	9:03	9:04	9:12	9:40	03:20
1	9:05	9:12	09:15	9:15	9:40	9:43	10:10	10:12	10:20	10:45	01:40
2	9:14	9:21	09:24	9:40	10:03	10:06	10:36	10:38	10:47	11:13	01:59
3	9:20	9:27	09:30	10:03	10:28	10:31	11:00	11:02	11:09	11:33	02:13
4	9:33	9:40	09:43	10:28	10:50	10:53	11:20	11:22	11:29	11:56	02:23
5	9:40	9:47	09:50	10:50	11:11	11:14	11:43	11:45	11:53	12:20	02:40
1	10:45	10:52	10:55	11:11	11:36	11:39	12:07	13:00	13:09	13:36	02:51
2	11:13	11:20	11:23	11:36	12:00	12:03	12:33	13:09	13:17	13:45	02:32
3	11:33	11:40	11:43	12:00	12:25	12:28	12:55	13:17	13:25	13:52	02:19
4	11:56	12:03	12:06	12:25	12:48	12:51	13:20	13:25	13:33	14:00	02:04
5	12:20	12:27	12:30	12:48	13:13	13:16	13:44	13:47	13:57	14:23	02:03
1	13:36	13:43	13:46	13:46	14:10	14:13	14:43	14:45	14:53	15:20	01:44
2	13:45	13:52	13:55	14:10	14:35	14:38	15:05	15:07	15:14	15:40	01:55
3	13:52	13:59	14:02	14:35	14:58	15:01	15:28	15:30	15:37	16:04	02:12
4	14:00	14:07	14:10	14:58	15:22	15:25	15:52	15:55	16:04	16:29	02:29
5	14:23	14:30	14:33	15:22	15:43	15:46	16:14	16:17	16:25	16:53	02:30
1	15:20	15:27	15:30	15:43	16:08	16:11	16:41	16:43	16:51	17:16	01:56
2	15:40	15:47	15:50	16:08	16:33	16:36	17:03	17:05	17:14	17:38	01:58
3	16:04	16:11	16:14	16:33	16:55	16:58	17:25	17:28	17:36	18:02	01:58

Dia : 4º dia

Empresa: Empresa 2

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:20	6:27	06:30	6:35	7:00	7:03	7:30	8:30	8:37	9:05	02:45
2	6:20	6:34	06:37	7:00	7:23	7:26	7:51	8:37	8:44	9:14	02:54
3	6:20	6:41	06:44	7:23	7:46	7:49	8:14	8:44	8:54	9:21	03:01
4	6:20	6:48	06:51	7:46	8:10	8:13	8:40	8:54	9:03	9:32	03:12
5	6:20	6:55	06:58	8:10	8:35	8:38	9:05	9:07	9:15	9:46	03:26
1	9:05	9:12	09:15	9:15	9:40	9:47	10:15	10:17	10:24	10:50	01:45
2	9:14	9:27	09:30	9:40	10:03	10:06	10:36	10:37	10:45	11:13	01:59
3	9:21	9:28	09:31	10:03	10:25	10:28	10:56	10:59	11:09	11:37	02:16
4	9:32	9:39	09:41	10:25	10:50	10:53	11:20	11:22	11:30	11:58	02:26
5	9:46	9:53	09:56	10:50	11:15	11:18	11:46	11:48	11:57	12:23	02:37
1	10:50	10:57	11:00	11:15	11:35	11:38	12:03	13:00	13:09	13:35	02:45
2	11:13	11:20	11:23	11:35	12:00	12:03	12:33	13:09	13:18	13:43	02:30
3	11:37	11:44	11:47	12:00	12:24	12:27	12:50	13:18	13:25	13:50	02:13
4	11:58	12:05	12:08	12:24	12:49	12:52	13:20	13:25	13:32	13:57	01:59
5	12:23	12:30	12:33	12:49	13:13	13:15	13:40	13:42	13:50	14:15	01:52
1	13:35	13:42	13:45	13:45	14:10	14:13	14:43	14:45	14:53	15:18	01:43
2	13:43	13:50	13:53	14:10	14:34	14:37	15:06	15:07	15:14	15:40	01:57
3	13:50	13:57	14:00	14:34	14:58	15:01	15:30	15:32	15:40	16:08	02:18
4	13:57	14:04	14:07	14:58	15:21	15:24	15:54	15:56	16:05	16:33	02:36
5	14:15	14:22	14:25	15:21	15:46	15:49	16:16	16:19	16:29	16:56	02:41
1	15:18	15:25	15:28	15:46	16:07	16:10	16:40	16:42	16:50	17:15	01:57
2	15:40	15:47	15:50	16:07	16:31	16:34	17:01	17:03	17:10	17:36	01:56
3	16:08	16:15	16:18	16:31	16:55	16:58	17:26	17:29	17:39	18:05	01:57

Dia : 5º dia

Empresa: Empresa 2

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:20	6:27	06:30	6:35	6:55	6:58	7:28	8:20	8:27	8:55	02:35
2	6:20	6:34	06:37	6:55	7:16	7:19	7:46	8:27	8:35	9:00	02:40
3	6:20	6:41	06:44	7:16	7:38	7:41	8:09	8:35	8:43	9:15	02:55
4	6:20	6:48	06:51	7:38	8:00	8:03	8:33	8:43	8:50	9:18	02:58
5	6:20	6:55	06:58	8:00	8:25	8:28	8:55	8:57	9:04	9:28	03:08
1	8:55	9:02	09:05	9:05	9:30	9:33	10:03	10:05	10:15	10:40	01:45
2	9:00	9:07	09:10	9:30	9:53	9:56	10:25	10:27	10:35	11:01	02:01
3	9:15	9:22	09:25	9:53	10:18	10:21	10:53	10:55	11:02	11:30	02:15
4	9:18	9:25	09:28	10:18	10:40	10:43	11:12	11:14	11:22	11:50	02:32
5	9:28	9:35	09:38	10:40	11:03	11:06	11:33	11:35	11:45	12:10	02:42
1	10:40	10:47	10:50	11:03	11:23	11:26	11:55	13:00	13:10	13:36	02:56
2	11:01	11:08	11:11	11:23	11:45	11:48	12:15	13:10	13:18	13:45	02:44
3	11:30	11:37	11:40	11:45	12:08	12:11	12:42	13:18	13:25	13:52	02:22
4	11:50	11:57	12:00	12:08	12:33	12:36	13:03	13:25	13:33	14:02	02:12
5	12:10	12:17	12:20	12:33	12:53	12:56	13:24	13:33	13:42	14:08	01:58
1	13:36	13:43	13:46	13:46	14:06	14:09	14:39	14:41	14:50	15:16	01:40
2	13:45	13:52	13:55	14:06	14:27	14:30	14:59	15:01	15:08	15:37	01:52
3	13:52	13:59	14:02	14:27	14:52	14:55	15:20	15:22	15:32	15:56	02:04
4	14:02	14:09	14:12	14:52	15:15	15:18	15:42	15:44	15:53	16:20	02:18
5	14:08	14:15	14:18	15:15	15:39	15:42	16:08	16:10	16:17	16:42	02:34
1	15:16	15:23	15:26	15:39	16:02	16:05	16:35	16:37	16:44	17:10	01:54
2	15:37	15:44	15:47	16:02	16:25	16:28	16:55	16:57	17:04	17:30	01:53
3	15:56	16:03	16:06	16:25	16:50	16:53	17:22	17:24	17:34	18:00	02:04

Dia : 6º dia

Empresa: Empresa 2

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:20	6:27	06:30	6:55	7:20	7:23	7:53	9:00	9:08	9:35	03:15
2	6:20	6:34	06:37	7:20	7:42	7:45	8:13	9:08	9:17	9:46	03:26
3	6:20	6:41	06:44	7:42	8:07	8:10	8:39	9:17	9:27	9:52	03:32
4	6:20	6:48	06:51	8:07	8:27	8:30	8:57	9:27	9:34	10:00	03:40
5	6:20	6:55	06:58	8:27	8:52	8:28	8:58	9:34	9:43	10:10	03:50
1	9:35	9:42	09:45	9:45	10:05	10:08	10:38	10:40	10:48	11:14	01:39
2	9:46	9:53	09:56	10:05	10:27	10:30	10:55	10:57	11:05	11:30	01:44
3	9:52	9:59	10:02	10:27	10:52	10:55	11:22	11:24	11:33	11:57	02:05
4	10:00	10:07	10:10	10:52	11:13	11:16	11:45	11:47	11:56	12:22	02:22
5	10:10	10:17	10:20	11:13	11:38	11:41	12:09	13:00	13:08	13:33	03:23
1	11:14	11:21	11:24	11:38	12:02	12:05	12:35	13:08	13:16	13:36	02:22
2	11:30	11:37	11:40	12:02	12:23	12:26	12:52	13:16	13:25	13:45	02:15
3	11:57	12:04	12:07	12:23	12:45	12:48	13:15	13:25	13:33	13:58	02:01
4	12:22	12:29	12:32	12:45	13:10	13:13	13:38	13:36	13:43	14:10	01:48
5	13:33	13:40	13:43	13:43	14:03	14:06	14:36	14:38	14:45	15:11	01:38
1	13:36	13:43	13:46	14:03	14:26	14:29	14:59	15:01	15:09	15:34	01:58
2	13:45	13:52	13:55	14:26	14:51	14:54	15:24	15:26	15:34	16:00	02:15
3	13:58	14:05	14:08	14:51	15:15	15:18	15:45	15:47	15:55	16:22	02:24
4	14:10	14:17	14:20	15:15	15:40	15:43	16:10	16:12	16:21	16:45	02:35
5	15:11	15:18	15:21	15:40	16:03	16:06	16:32	16:32	16:42	17:10	01:59
1	15:34	15:41	15:44	16:03	16:23	16:26	16:52	16:54	17:02	17:28	01:54
2	16:00	16:07	16:10	16:23	16:48	16:51	17:20	17:22	17:29	17:55	01:55
3	16:22	16:29	16:32	16:48	17:11	17:14	17:44	17:46	17:55	18:22	02:00

Dia : 7º dia

Empresa: Empresa 2

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:15	6:22	06:25	6:25	6:50	6:53	7:25	8:20	8:30	8:55	02:40
2	6:15	6:29	06:32	6:50	7:14	7:17	7:46	8:30	8:38	9:03	02:48
3	6:15	6:36	06:39	7:14	7:40	7:43	8:09	8:38	8:46	9:15	03:00
4	6:15	6:43	06:46	7:40	8:03	8:06	8:33	8:46	8:54	9:18	03:03
5	6:15	6:50	06:53	8:03	8:26	8:29	8:57	9:00	9:07	9:30	03:15
1	8:55	9:02	09:05	9:05	9:25	9:28	10:00	10:02	10:12	10:40	01:45
2	9:03	9:10	09:13	9:25	9:48	9:51	10:20	10:27	10:35	11:01	01:58
3	9:15	9:22	09:25	9:50	10:15	10:18	10:46	10:55	11:03	11:30	02:15
4	9:18	9:25	09:28	10:18	10:40	10:43	11:10	11:12	11:22	11:47	02:29
5	9:30	9:37	09:40	10:40	11:05	11:08	11:38	11:40	11:47	12:13	02:43
1	10:40	10:47	10:50	11:05	11:28	11:31	12:00	13:00	13:10	13:36	02:56
2	11:01	11:08	11:11	11:28	11:50	11:53	12:20	13:10	13:17	13:45	02:44
3	11:30	11:37	11:40	11:50	12:15	12:18	12:48	13:17	13:27	13:52	02:22
4	11:47	11:54	11:57	12:15	12:38	12:41	13:10	13:27	13:35	14:02	02:15
5	12:13	12:20	12:23	12:38	13:01	13:04	13:33	13:35	13:42	14:08	01:55
1	13:36	13:43	13:46	13:46	14:10	14:13	14:43	14:45	14:53	15:19	01:43
2	13:45	13:52	13:55	14:10	14:32	14:35	15:03	15:05	15:12	15:40	01:55
3	13:52	13:59	14:02	14:32	14:52	14:55	15:25	15:27	15:37	16:05	02:13
4	14:02	14:09	14:12	14:52	15:15	15:18	15:46	15:48	15:56	16:23	02:21
5	14:08	14:15	14:18	15:15	15:40	15:43	16:12	16:14	16:23	16:50	02:42
1	15:19	15:26	15:29	15:40	16:05	16:08	16:38	16:40	16:50	17:15	01:56
2	15:40	15:47	15:50	16:05	16:30	16:33	17:01	17:02	17:10	17:36	01:56
3	16:05	16:12	16:15	16:30	16:55	16:58	17:30	17:32	17:41	18:10	02:05

Dia : 8º dia

Empresa:
2

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:20	6:27	06:30	6:40	7:00	7:03	7:33	8:30	8:38	9:05	02:45
2	6:20	6:34	06:37	7:00	7:21	7:24	7:50	8:38	8:46	9:12	02:52
3	6:20	6:41	06:44	7:21	7:45	7:48	8:20	8:46	8:53	9:20	03:00
4	6:20	6:48	06:51	7:45	8:10	8:13	8:40	8:53	9:02	9:30	03:10
5	6:20	6:55	06:58	8:10	8:30	8:33	9:00	9:02	9:10	9:35	03:15
1	9:05	9:12	09:15	9:15	9:40	9:43	10:12	10:14	10:22	10:47	01:42
2	9:12	9:19	09:22	9:40	10:04	10:07	10:37	10:39	10:48	11:14	02:02
3	9:20	9:27	09:30	10:04	10:30	10:33	10:59	11:01	11:11	11:38	02:18
4	9:30	9:37	09:40	10:30	10:55	10:58	11:28	11:30	11:38	12:05	02:35
5	9:35	9:42	09:45	10:55	11:18	11:21	11:49	11:51	12:00	12:28	02:53
1	10:47	10:54	10:57	11:18	11:41	11:44	12:16	13:00	13:10	13:36	02:49
2	11:14	11:21	11:24	11:41	12:03	12:06	12:36	13:10	13:18	13:43	02:29
3	11:38	11:45	11:48	12:03	12:28	12:31	13:00	13:18	13:26	13:55	02:17
4	12:05	12:12	12:15	12:28	12:52	12:55	13:23	13:26	13:33	14:00	01:55
5	12:28	12:35	12:38	12:52	13:13	13:16	13:44	13:46	13:53	14:20	01:52
1	13:36	13:43	13:46	13:46	14:10	14:13	14:45	14:45	14:52	15:20	01:44
2	13:43	13:50	13:53	14:10	14:35	14:38	15:05	15:07	15:15	15:45	02:02
3	13:55	14:02	14:05	14:35	15:00	15:03	15:32	15:34	15:42	16:08	02:13
4	14:00	14:07	14:10	15:00	15:23	15:26	15:53	15:55	16:03	16:28	02:28
5	14:20	14:27	14:30	15:23	15:45	15:48	16:16	16:18	16:28	16:53	02:33
1	15:20	15:27	15:30	16:00	16:25	16:28	16:55	16:57	17:06	17:31	02:11
2	15:45	15:52	15:55	16:25	16:48	16:51	17:20	17:22	17:30	17:55	02:10
3	16:08	16:15	16:18	16:48	17:12	17:15	17:44	17:46	17:54	18:20	02:12

Dia : 9º dia

Empresa: Empresa 2

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:20	6:27	06:30	7:00	7:25	7:28	8:00	9:00	9:10	9:35	03:15
2	6:20	6:34	06:37	7:25	7:47	7:50	8:18	9:10	9:17	9:46	03:26
3	6:20	6:41	06:44	7:47	8:10	8:13	8:40	9:17	9:26	9:52	03:32
4	6:20	6:48	06:51	8:10	8:30	8:33	9:00	9:26	9:34	10:02	03:42
5	6:20	6:55	06:58	8:30	8:55	8:58	9:26	9:34	9:44	10:10	03:50
1	9:35	9:42	09:45	9:45	10:08	10:11	10:38	10:40	10:48	11:15	01:40
2	9:46	9:53	09:56	10:08	10:31	10:34	11:05	11:07	11:14	11:40	01:54
3	9:52	9:59	10:02	10:31	10:52	10:55	11:22	11:24	11:33	12:00	02:08
4	10:02	10:09	10:12	10:52	11:15	11:18	11:45	11:47	11:55	12:25	02:23
5	10:10	10:17	10:20	11:15	11:40	11:43	12:09	13:00	13:10	13:36	03:26
1	11:15	11:22	11:25	11:40	12:02	12:05	12:35	13:10	13:17	13:42	02:27
2	11:40	11:47	11:50	12:02	12:23	12:26	12:52	13:17	13:25	13:50	02:10
3	12:00	12:07	12:10	12:23	12:45	12:48	13:15	13:25	13:33	13:58	01:58
4	12:25	12:32	12:35	12:45	13:10	13:13	13:38	13:36	13:43	14:10	01:45
5	13:36	13:43	13:46	13:46	14:08	14:11	14:36	14:38	14:45	15:11	01:35
1	13:42	13:49	13:52	14:08	14:30	14:33	15:05	15:07	15:14	15:40	01:58
2	13:50	13:57	14:00	14:30	14:55	14:58	15:24	15:26	15:34	16:00	02:10
3	13:58	14:05	14:08	14:55	15:18	15:21	15:49	15:51	16:00	16:26	02:28
4	14:10	14:17	14:20	15:18	15:40	15:43	16:15	16:17	16:23	16:48	02:38
5	15:11	15:18	15:21	15:40	16:05	16:08	16:35	16:37	16:47	17:13	02:02
1	15:40	15:47	15:50	16:05	16:30	16:33	17:02	17:04	17:14	17:40	02:00
2	16:00	16:07	16:10	16:30	16:53	16:56	17:26	17:28	17:36	18:03	02:03
3	16:26	16:33	16:36	16:53	17:17	17:20	17:49	17:51	17:59	18:25	01:59

Dia: 10º dia

Empresa: Empresa 2

Caminhão	Chegada	Limpeza	Pesagem	carregamento		2º Pesagem	chegada na pista	Descarga		volta	Ciclo
				Início	Fim			Início	Fim		
1	6:20	6:27	06:30	6:30	6:51	6:54	7:24	8:30	8:40	9:07	02:47
2	6:20	6:34	06:37	6:51	7:13	7:16	7:45	8:40	8:48	9:14	02:54
3	6:20	6:41	06:44	7:13	7:35	7:38	8:05	8:48	8:55	9:23	03:03
4	6:20	6:48	06:51	7:35	8:00	8:03	8:30	8:55	9:04	9:33	03:13
5	6:20	6:55	06:58	8:00	8:23	8:26	8:55	9:04	9:13	9:38	03:18
1	9:07	9:14	09:17	9:17	9:42	9:45	10:13	10:15	10:22	10:50	01:43
2	9:14	9:21	09:24	9:42	10:03	10:06	10:36	10:39	10:49	11:15	02:01
3	9:23	9:30	09:33	10:03	10:24	10:27	10:56	10:58	11:08	11:35	02:12
4	9:33	9:40	09:43	10:24	10:50	10:53	11:24	11:26	11:33	11:57	02:24
5	9:38	9:45	09:48	10:50	11:13	11:16	11:53	11:55	12:02	12:29	02:51
1	10:50	10:57	11:00	11:13	11:37	11:40	12:08	13:00	13:09	13:36	02:46
2	11:15	11:22	11:25	11:37	12:00	12:03	12:30	13:09	13:18	13:45	02:30
3	11:35	11:42	11:45	12:00	12:25	12:28	12:57	13:18	13:25	13:52	02:17
4	11:57	12:04	12:07	12:25	12:50	12:53	13:20	13:25	13:33	14:04	02:07
5	12:29	12:36	12:39	12:50	13:13	13:16	13:46	13:48	13:57	14:23	01:54
1	13:36	13:43	13:46	13:46	14:13	14:16	14:43	14:45	14:52	15:23	01:47
2	13:45	13:52	13:55	14:13	14:35	14:38	15:09	15:11	15:20	15:48	02:03
3	13:52	13:59	14:02	14:35	15:00	15:03	15:30	15:32	15:40	16:06	02:14
4	14:04	14:11	14:14	15:00	15:25	15:28	16:00	16:02	16:10	16:35	02:31
5	14:23	14:30	14:33	15:25	15:50	15:53	16:20	16:22	16:30	16:55	02:32
1	15:23	15:30	15:33	15:50	16:13	16:16	16:45	16:47	16:55	17:19	01:56
2	15:48	15:55	15:58	16:13	16:37	16:40	17:10	17:12	17:20	17:48	02:00
3	16:06	16:13	16:16	16:37	17:02	17:05	17:38	17:40	17:48	18:18	02:12