

YOSHIKAZU UENO JÚNIOR

**APLICAÇÃO DE UM MODELO
HEURÍSTICO PARA A ANÁLISE DA
MALHA LOGÍSTICA E A FORMAÇÃO
DE CIRCUITOS DE TRANSPORTE.**

Trabalho de formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do diploma de
Engenheiro de Produção

São Paulo
2006

YOSHIKAZU UENO JÚNIOR

**APLICAÇÃO DE UM MODELO
HEURÍSTICO PARA A ANÁLISE DA
MALHA LOGÍSTICA E A FORMAÇÃO
DE CIRCUITOS DE TRANSPORTE.**

Trabalho de formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do diploma de
Engenheiro de Produção

Orientador:

Prof. Dr. Hugo T.Y. Yoshizaki

São Paulo
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Ueno Júnior, Yoshikazu

Aplicação de um Modelo heurístico para a análise da malha logística e a formação de circuitos de transporte. São Paulo, 2006.

98p.

Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Logística (Administração de materiais) 2. Custo de operações

I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

À minha família.
Em memória ao meu avô, Toshimichi Uesugi
e a Celso Santos Corteline.
Descanse em paz, vô e grande amigo.
Vocês nunca serão esquecidos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família, mãe, pai e ao meu irmão Bruno, pela colaboração, compreensão e apoio no desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço ao professor Hugo, pela paciência e apoio dado no desenvolvimento deste trabalho e pelos ensinamentos que levarei para a vida toda.

Agradeço também ao grande mestre Arthur Hill, Senior Manager da Accenture. Sem o auxílio dele, o criador da Market Offering, esse trabalho não teria de longe a mesma qualidade. Thank's Mr. Arthur.

Agradeço meu mentor dentro da Accenture, José Hamilton Magalhães, por me auxiliar no direcionamento deste trabalho e por priorizar esse desenvolvimento em detrimento de outras atividades que poderiam ser alocadas no tempo dedicado ao desenvolvimento do mesmo e por me auxiliar em vários momentos difíceis na minha carreira na Accenture. Valeu Zé.

Não posso deixar os meus agradecimentos aos companheiros de projeto, Ivan Pereira, Fernando Bono, Alex Almeida, Igor Godoy e Albert Strelow por compartilhar dos bons e maus momentos (pedala Robinho!) vividos no período em que estivemos juntos no projeto, além de me auxiliarem em diversas maneiras no desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço também aos meus colegas de faculdade, em especial ao Igor, Cesar Kanzawa, Cesar Hiraoka, Mark, Marcos, Alexandre, Turrão e a todo pessoal da Poli Júnior. Vocês contribuíram não somente como colegas de faculdade, mas como amigos em todos os momentos, sejam eles bons ou ruins. Acredito que amizades assim se estendem para a vida inteira, não somente no período da graduação.

Peço perdão a todos aqueles que por ventura ou esquecimento do autor não foram citados aqui.

RESUMO

O transporte se destaca dentre as principais atividades logísticas, contribuindo com uma grande parcela dos custos logísticos. Dessa maneira, a contratação e o dimensionamento do transporte com vista a minimização dos custos de aquisição e de movimentação de carga é de grande importância para operar o sistema de transporte de forma eficiente.

Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é o desenvolvimento de um modelo capaz de auxiliar a análise e o dimensionamento da malha logística aplicando o conceito da formação de circuitos de transporte.

Os circuitos derivam do conceito de movimento contínuo e nada mais são do que a concatenação de trechos de transporte com demandas similares. Para que esses circuitos sejam viáveis economicamente devem ser respeitados critérios de volume de operação e produtividade de transporte. Além disso, devem ser observados diversos fatores que impactam a operação do transporte. Esses pontos estão detalhados no presente trabalho e devem ser atendidos para se obter os benefícios provenientes dos circuitos de movimento contínuo de transporte.

ABSTRACT

The transport stands out among the principal logistics activities, contributing with a great piece of the logistics costs. In this way, the contracting and the dimension of the transport with an aim to minimize the costs of acquisition and load movement is of great importance to operate the transports system of efficient form.

Inside of this context, the objective of this work is the development of a model capable to assist the analysis and the dimension of the logistic network being applied the concept of the formation of transport circuits.

The circuits derive from the concept of continuous movement and nothing more they are of that the concatenation of lanes of transport with similar demands. For that those circuits be viable economically should be respected operation volume criteria and productivity of transport. Besides, several factors that have impact in the operation of the transport must be observed. Those points are detailed in the present work and should be attended for be obtained the benefits originating from the circuits of continuous movement of transport.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	A empresa.....	1
1.2	O estágio.....	3
1.3	Descrição do problema.....	5
1.4	Justificativa	6
1.5	Estrutura do trabalho	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1	A logística e seu histórico	9
2.2	Os custos logísticos	11
2.3	Panorama do transporte no Brasil	13
2.4	Estrutura dos custos logísticos	14
2.5	Arranjos logísticos colaborativos.....	16
2.6	Movimento contínuo	19
2.7	Algoritmos heurísticos	20
2.7.1	Heurística de Clarke e Wright.....	21
3	MODELAGEM DO PROBLEMA.....	24
3.1	Informações do cliente	24
3.2	Estrutura logística do cliente	25
3.3	Modelo de custo	29
3.3.1	Custos variáveis	30
3.3.1.1	Combustível	31
3.3.1.2	Lubrificação	31
3.3.1.3	Pneus	32
3.3.1.4	Lavagens	32
3.3.1.5	Manutenção	33
3.3.2	Custos fixos.....	33
3.3.2.1	Salários.....	34
3.3.2.2	Depreciação.....	34
3.3.2.3	Custo de capital.....	35
3.3.2.4	Licenciamento e seguro obrigatório.....	36
3.3.2.5	Seguro	36
3.3.2.6	Serviço de rastreamento	37
3.4	Modelo matemático.....	37
3.4.1	Algoritmo	38
3.4.2	Distância com carga	41
3.4.3	Distância total do circuito	41
3.4.4	Tempo de ciclo do circuito.....	41
3.4.5	Número de rodadas	42
3.4.6	Número de veículos contatados	42
3.4.7	Custo do circuito	43
3.4.8	Custo de contratação spot	44
3.4.9	Custo total da operação de circuitos.....	44
3.4.10	Savings obtidos	45

4	LEVANTAMENTO DOS DADOS	47
4.1	Levantamento das distâncias entre as localidades	47
4.2	Levantamento dos dados de custo.....	50
4.3	Levantamento da velocidade média dos veículos	51
4.4	Levantamento do tempo médio de carregamento	51
4.5	Levantamento do tempo médio de descarregamento	54
4.6	Levantamento da demanda nos trechos.....	55
4.7	Levantamento dos fretes contratados	59
4.8	Levantamento do expediente dos motoristas	59
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	61
5.1	Cenários gerados	61
5.1.1	Limite de 2 trechos.....	62
5.1.2	Limite de 3 trechos.....	68
5.1.3	Limite de 4 trechos.....	73
5.1.4	Sem restrições de trechos	78
5.2	Configuração da malha com circuitos gerados	84
5.2.1	Utilização do trecho somente no circuito A.....	85
5.2.2	Utilização do trecho somente no circuito D.....	86
5.2.3	Utilização do trecho em ambos os circuitos.....	86
6	CONCLUSÃO	89
6.1	Pontos observados.....	89
6.2	Implementação do modelo	90
6.2.1	Consideração dos detalhes operacionais	91
6.2.2	Mudanças nos processos	91
6.2.3	Seleção das transportadoras	93
6.3	Pontos de melhoria.....	95
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
8	ANEXOS.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Diferença entre as operações logísticas	4
Tabela 2.1 - Variação dos custos logísticos no período considerado.....	11
Tabela 2.2 - Percentual das vendas absorvido pelas atividades logísticas	12
Tabela 3.1 - Localização e insumos de seus fornecedores.....	26
Tabela 5.1 - Circuitos gerados para limite de 2 trechos e produtividade meta 55%..	63
Tabela 5.2 - Circuitos gerados para limite de 2 trechos e produtividade meta 60%..	63
Tabela 5.3 - Circuitos gerados para limite de 3 trechos e produtividade meta 55%..	69
Tabela 5.4 - Circuitos gerados para limite de 3 trechos e produtividade meta 60%..	69
Tabela 5.5 - Circuitos gerados para limite de 3 trechos e produtividade meta maior do que 65%.....	70
Tabela 5.6 - Circuito gerado para limite de 3 trechos e produtividade meta maior do que 95%.....	70
Tabela 5.7 - Circuitos gerados para limite de 4 trechos e produtividade meta 55%..	76
Tabela 5.8 - Circuitos gerados para limite de 4 trechos e produtividade meta 60 e 65%	77
Tabela 5.9 - Circuitos gerados para limite de 4 trechos e produtividade meta 70%..	77
Tabela 5.10 - Circuito gerado para limite de 4 trechos e produtividade meta maior do que 95%.....	77
Tabela 5.11 - Circuitos gerados sem limite de trechos e produtividade meta 55% ...	82
Tabela 5.12 - Circuitos gerados sem limite de trechos e produtividade meta 60 e 65%	83
Tabela 5.13 - Circuitos gerados sem limite de trechos e produtividade meta 70% ...	83
Tabela 5.14 - Circuitos renomeados.....	84
Tabela 5.15 - Cenário de utilização do trecho conflitante somente no circuito A	85
Tabela 5.16 - Cenário de utilização do trecho conflitante somente no circuito D	86
Tabela 5.17 - Cenário de utilização do trecho conflitante em ambos os circuitos.....	87
Tabela 8.1 - Levantamento das coordenadas dos sites do problema	100
Tabela 8.2 - Formação dos custos fixos	101
Tabela 8.3 - Formação dos custos variáveis.....	102
Tabela 8.4 - Cálculo da velocidade média	103
Tabela 8.5 - Cálculo do Tempo médio de carregamento	104
Tabela 8.6 - Cálculo do Tempo médio de descarregamento	105
Tabela 8.7 - Fretes cobrados por viagem	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Segmentação dos custos logísticos.....	12
Figura 2.2 - Estrutura dos custos logísticos	16
Figura 2.3 - Algoritmo da heurística de Clarke e Wright	22
Figura 2.4 - Qualidade das rotas formadas.....	22
Figura 3.1 - Ilustração do fluxo de materiais	28
Figura 3.2 - Distribuição geográfica dos sites.....	28
Figura 3.3 - Lógica do algoritmo	40
Figura 4.1 - Gráfico da Regressão: Rodado X Calculado.....	49
Figura 4.2 - Teste de normalidade	56
Figura 4.3 - Análise de tendência.....	57
Figura 4.4 - Análise da sazonalidade	58
Figura 5.1 - Circuito 4 (2 trechos; 55%)	64
Figura 5.2 - Circuito 1 (2 trechos; 55%)	65
Figura 5.3 - Circuito 6 (2 trechos; 55%)	66
Figura 5.4 - Circuito 2 (2 trechos; 55%)	67
Figura 5.5 - Circuito 1 (3 trechos; 55%)	71
Figura 5.6 - Circuito 2 (3 trechos; 60%)	72
Figura 5.7 - Circuito 7 (4 trechos; 55%)	74
Figura 5.8 - Circuito 4 (sem limite de trechos; 55%).....	78
Figura 5.9 - Circuito 1 (sem limite de trechos; 70%).....	80
Figura 5.10 - Circuito 2 (sem limite de trechos; 70%).....	81

Introdução

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será realizada a introdução do trabalho, iniciando-se pela apresentação da empresa e do estágio realizado pelo autor. Nesse contexto serão apresentados o problema analisado, a sua justificativa de estudo e os objetivos pretendidos por esse trabalho. No final do capítulo consta uma descrição da estrutura deste documento, descrevendo os principais assuntos abordados em cada capítulo deste trabalho.

1.1 A empresa

A Accenture é uma empresa global de consultoria de gestão, serviços de tecnologia e outsourcing. A empresa tem como objetivo aplicar a inovação colaborando com seus clientes para ajudar-lhes realizar suas visões e criar o valor desejado.

A visão da empresa é ser uma líder mundial, contribuindo com inovações que irão melhorar a forma como o mundo vive e trabalha.

Para conseguir alcançar a sua visão, a Accenture se pauta nos seguintes valores:

- Criação de valor para os clientes;
- Melhores pessoas;
- Uma rede global de relacionamentos;
- Integridade;
- Respeito pelo indivíduo;
- Comprometimento.

Capítulo 1 - Introdução

A empresa possui atualmente 110 escritórios espalhados em 48 países, possuindo com um head count de mais de 100000 funcionários. A Accenture trabalha com os clientes em empresas quase que no mundo inteiro. Eles pertencem ao ramo automotivo, bens de consumo, empresas financeiras, eletrônicos, telecomunicações, energia, varejo, governo, mídia e entretenimento, indústria de base, farmacêutica, químico, saúde, dentre outros.

No Brasil a Accenture possui escritórios localizados em São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília. Também possui um centro de serviços compartilhados que trata de questões administrativas no Paraná. O head count brasileiro totaliza mais de 5000 funcionários no ano fiscal de 2006, representando 65% dos recursos humanos e faturamento da América latina. O escritório de São Paulo é o principal da América Latina.

Mais de 25% das receitas globais de consultorias da Accenture provem da prática de Supply Chain. O grupo global de Supply Chain da Accenture conta com mais de 7000 especialistas em várias áreas da logística que possuem a experiência, habilidade e visão necessárias para auxiliar os clientes a atingir um melhor desempenho de sua cadeia de suprimentos.

As principais áreas de atuação do grupo de Supply Chain consistem nos projetos de planejamento da cadeia de suprimentos, gerenciamento do ciclo de vida de produtos, compras estratégicas, estratégias de manufatura e operações, serviço ao cliente, transportes, pos vendas e implantação de novas tecnologias e soluções.

No Brasil o grupo de Supply Chain conta atualmente com mais de 80 integrantes. A Supply Chain Service Line atua em todos os grupos de operação da Accenture no Brasil, sejam empresas de bens de consumo, recursos, financeiras, comunicação e tecnologia. A Supply Chain Service Line foi um dos grupos que mais cresceu no Brasil, tanto no head count quanto nos benefícios trazidos à empresa no ultimo ano fiscal.

1.2 O estágio

O autor deste trabalho desenvolveu estágio na Accenture de Janeiro de 2005 a Junho de 2006 sendo parte do time da Supply Chain Service Line.

O estágio consistiu no desenvolvimento de análises da situação atual das operações logísticas do cliente no projeto, auxílio na elaboração de novos processos do modelo de operações integradas do cliente incluindo processos de desenvolvimento, compras estratégicas, planejamento tático e controle e execução, dimensionamento da estrutura organizacional da operação futura e na estruturação de processos e ferramentas da área de planejamento logístico.

O projeto no qual o autor participou consiste na “Market Offering” da Central de Tráfego. O conceito de “Market Offering” consiste em um projeto de sucesso que é capaz de ser replicado em diversos clientes, devido ao seu amplo potencial de captura de benefícios.

A Central de Tráfego pode ser definida como sendo uma unidade de comando que centraliza a responsabilidade pela captura das requisições de transporte, identificar as sinergias operacionais de transporte, maximizar a utilização dos ativos e realizar o monitoramento de cargas.

Diferentemente da tradicional gestão de transportes que compra o frete baseado na competição por preço entre as transportadoras e gerenciam a sua cadeia logística de forma descentralizada por trechos individuais com pouca ou nenhuma visibilidade global, a Central de Tráfego propõe uma operação de maneira centralizada, possibilitando que a organização opere em sinergia, compartilhando recursos, comprando o frete de modo racional, de acordo com a segmentação dos fluxos de transporte, baseado na frequência e distâncias das viagens e desenvolvendo conjuntamente métodos e processos logísticos e potencializando a difusão e a utilização do conhecimento em logística. A Central de Tráfego focaliza os seus esforços na maximização do movimento contínuo com carga e na minimização dos

Capítulo 1 - Introdução

tempos mortos. Esses objetivos são atingidos com uma melhoria na programação de transporte.

As principais diferenças entre as operações logísticas atuais das empresas e o modelo de operações logísticas propostas pela “Market Offering” da Central de Tráfego podem ser ilustradas na Tabela 1.1:

Operações logísticas atualmente praticadas	Proposta do modelo de operações da “Market Offering” da Central de Tráfego
Compra de frete focado somente nas taxas de transporte	Abordagem do custo total: Os benefícios se originam de mudanças do processo, assim como as taxas mudam
Abordagem padronizada para a compra de frete - Tipicamente focado na compra pontual de frete	Segmentação dos fluxos baseados em distância e frequência de viagens para determinar os transportes em frota dedicada versus a compra pontual de frete
Gerenciamento por rotas individuais - com pouca ou nenhuma sem visibilidade global	Gerenciamento dos transportes para toda a rede de operações logísticas – totalmente integrada com o planejamento da cadeia de suprimentos. Desenvolvimento da capacidade de identificar sinergias e capturar os benefícios
Controle descentralizado nas operações de agendamento de carregamentos e oferecimento de transporte	Centro de controle de cargas para centralizar o agendamento de carregamentos, oferecimento e monitoramento de cargas
Ignora os tempos mortos (carregamento, descarregamento, paradas, pesagens, etc)	Planejamento pró-ativo e colaborativo para a eliminação dos tempos mortos e promover o aumento da utilização dos ativos

Tabela 1.1 - Diferença entre as operações logísticas

A “Market Offering” consiste em um projeto único, pois ele trás um ponto de vista totalmente diferente de como a maioria das empresas gerencia a sua função de transporte atualmente. A “Market Offering” da Central de Tráfego tem trazido um grande impacto para os clientes que buscam por soluções inovadoras para a redução de custos e para melhorar o nível de atendimento ao cliente nas suas operações logísticas.

1.3 Descrição do problema

O problema tratado neste trabalho consiste na elaboração de um modelo matemático que seja capaz de concatenar os trechos de transporte considerados e formar circuitos de movimento contínuo de transporte. Formados esses circuitos, é possível a análise de sua viabilidade econômica e o seu potencial de savings.

Deve-se coletar o conjunto de trechos de transporte de demanda constante ao longo do tempo e de seus fretes praticados, de parâmetros de distância entre os pontos considerados, tempos de carregamento e descarregamento, velocidade média. Esses dados serão as entradas do modelo. A partir deles o modelo deve calcular os resultados de produtividade, distância percorrida, tempos incorridos e número de viagens dos circuitos formados.

Paralelamente a elaboração desse modelo matemático, deve ser elaborado um modelo de custo, para refletir uma forma de tarifação mais adequada a execução do movimento contínuo de transporte e também para identificar a viabilidade econômica dos circuitos formados comparando o seu custo com os anteriormente praticados. Maiores detalhes da modelagem do problema estão detalhados no capítulo 3 - MODELAGEM DO PROBLEMA.

O modelo desenvolvido neste trabalho deveria ter como característica a flexibilidade, para poder ser utilizado no conjunto de ferramentas e templates na “Market Ofering” da Central de Tráfego. A flexibilidade do modelo proporcionaria a adaptação deste para as análises em diversos clientes, possibilitando um diagnostico da malha logística e o potencial de formação de circuitos de movimento contínuo.

1.4 Justificativa

A competição existente no mercado está levando as empresas ao desafio de oferecer um nível de serviço diferenciado dos seus concorrentes ao mesmo tempo em que é necessária a redução do custo total da cadeia de suprimentos.

A logística, anteriormente considerada como uma das ultimas alternativas para a redução de custos, posiciona-se atualmente como uma potencial fonte de diferenciação competitiva, uma vez que a qualidade dos produtos e serviços está se tornando cada vez mais um critério qualificador e necessário aos negócios e não mais um diferencial competitivo para as empresas.

Ballou (2004) já evidenciava a importância dos custos logísticos, que chegavam a representar 30% do valor das vendas de algumas empresas. Atualmente as empresas que se destacam pela excelência em suas operações logísticas adotam de forma intensa as novas tecnologias de informação devido a sua capacidade de processamento de dados e a capacidade de gerenciamento integrado das atividades proporcionadas por esses novos pacotes de softwares.

Dentro desses novos aplicativos de tecnologia da informação aparecem os modelos matemáticos como uma ferramenta que vem se destacando como forma de auxílio a tomada de decisão.

Esse trabalho foi desenvolvido dentro do contexto do estágio desempenhado pelo autor e da potencialidade do uso da heurística para a modelagem e estudo dos sistemas logísticos que poderá ser utilizado para o desenvolvimento de um produto de análise das operações logísticas dos clientes da 'Market Offering'. Soma-se a esse fato o desejo do autor em aprofundar o seu conhecimento em modelagem e simulação de sistemas, pois o mesmo acredita que a heurística é uma ferramenta poderosa a medida que é capaz de fornecer uma alternativa de análise de problemas complexos a um baixo custo computacional promovido pelo desenvolvimento da tecnologia da informação atual.

1.5 Estrutura do trabalho

Neste capítulo foi descrita a empresa e as atividades realizadas pelo autor dentro do período de estágio. Após esta descrição encontra-se a apresentação do problema e a sua justificativa de estudo, ressaltando a importância desse trabalho no contexto da “Market Offering” da Central de Tráfego.

No segundo capítulo será apresentada a revisão bibliográfica, contextualizando o objeto desse estudo com os assuntos relacionados, auxiliando a compreensão do modelo desenvolvido.

O terceiro capítulo destina-se a apresentação dos dados do problema e de detalhes da construção do modelo matemático e modelo de custo, objeto desse trabalho. São detalhados os componentes formadores dos custos e a lógica do algoritmo gerador dos circuitos.

O quarto capítulo apresenta o levantamento dos dados necessários para a execução do modelo. Serão detalhados todos os parâmetros levantados para a construção do modelo.

O quinto capítulo trata da análise dos resultados gerados pelo modelo. Serão detalhados os cenários e os circuitos resultantes, possibilitando a identificação dos circuitos viáveis do ponto de vista econômico e operacional.

O capítulo final apresenta a conclusão do trabalho, discursando sobre os objetivos atingidos, pontos importantes para a implementação dos circuitos gerados pelo modelo e considerações futuras no que diz respeito a melhorias e evolução deste trabalho.

Revisão bibliográfica

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O objetivo desse capítulo é realizar uma descrição dos assuntos correlatos ao escopo desse trabalho, auxiliando no entendimento do modelo proposto para o problema analisado.

Inicialmente serão realizadas a descrição do conceito de logística e a importância da redução de seus custos. Será dado um foco para a área de transporte, com uma apresentação do panorama do transporte no Brasil e a sua estrutura de custos.

Feita essa descrição, será apresentada uma discussão sobre os arranjos logísticos colaborativos, formados por parcerias entre empresas e transportadoras buscando a redução de custo e oportunidades de melhorias operacionais para ambos os lados. A colaboração entre os transportadores e embarcadores proporciona a aplicação do movimento contínuo de transporte. O conceito de movimento contínuo é descrito na sequência dos arranjos logísticos colaborativos. Finalizando o capítulo, segue uma citação da heurística de Clarke e Wright, que inspirou a construção deste modelo.

2.1 A logística e seu histórico

Segundo a definição do CSCMP (Concil of Supply Chain Management Professionals) a logística: “é a parte do processo de Supply Chain que planeja, implementa e controla, eficientemente, o fluxo e armazenagem de bens, serviços e informações do ponto de origem ao ponto de consumo de forma a atender às necessidades dos clientes”.

No contexto econômico, a logística é uma atividade antiga, praticada desde o tempo em que o homem abandonou a economia puramente extrativista e começou a

Capítulo 2 - Revisão bibliográfica

se direcionar a uma economia produtiva, baseada na geração de bens e troca dos excedentes produtivos. A o desenvolvimento da logística proporcionou o comércio de produtos entre regiões separadas geograficamente.

Na década de 50, com o fim da segunda guerra mundial, a demanda por produtos era muito alta. Porém o cenário mudou rapidamente. O uso da tecnologia da informação aumentou, os mercados se expandiram e as economias se estabilizaram. As empresas passaram por diversas fases de mudanças desde a década de 50.

Na década de 70 as empresas estavam focadas na melhoria da eficiência interna de seus processos, direcionando esforços na redução de inventário e na diminuição dos tempos de produção.

Na década de 80 podem ser destacados três movimentos: a reengenharia do sistema logístico, redução dos custos ao mesmo tempo em que se elevava o nível de serviço ao cliente e a busca da integração logística entre empresas.

Na década de 90 o serviço ao cliente permaneceu no foco das atenções das empresas. As empresas se arranjaram segundo parcerias, racionalizando os canais de distribuição existentes e expandindo-os.

Atualmente o foco das empresas é o gerenciamento integrado do sistema logístico. O gerenciamento do integrado do sistema logístico permite não somente a economia de custos, mas também a criação de valor e elevação do nível de serviço. As empresas estão utilizando cada vez mais as avançadas inovações da tecnologia da informação para redefinir a sua estrutura logística, atingindo novos segmentos de clientes e desenvolvendo novos produtos e serviços a seus clientes. Somam-se a isso os esforços de estabelecimento de parcerias com seus fornecedores, em contraponto as relações competitivas do passado. Essas parcerias são realizadas visando a obtenção de benefícios. Como resultado dessas mudanças, essas empresas estão aumentando o seu market share e aumentando seus lucros e retornos sobre investimentos.

2.2 Os custos logísticos

A acirrada concorrência existente no mercado faz com que as empresas direcionem continuamente os seus esforços com o objetivo de reduzir os seus custos. A redução dos custos logísticos aparece como um elemento essencial para se obter vantagem competitiva, uma vez que a qualidade dos produtos e serviços se torna cada vez mais um requisito obrigatório para a sobrevivência dos negócios no longo prazo.

Os custos logísticos são alvo de constantes estudos e esforços para a sua redução. A consultoria americana Herbert W. Davis and Company (atualmente parte da Establish Inc.) apresentou sua pesquisa anual de custos logísticos e serviços na conferência anual de 2005 do Council of Logistics Management. Em seu estudo a empresa demonstrava que os custos logísticos estão em uma tendência de redução desde o ano 2000 para os dias atuais, indicando os esforços empregados pelas empresas consideradas na busca da melhoria de eficiência dos processos logísticos. A Tabela 2.1 ilustra essa tendência:

Ano	Variação %
2001	-8,3%
2002	-10,5%
2003	-2,7%
2004	-1,4%
2005	-6,9%

Tabela 2.1 - Variação dos custos logísticos no período considerado

O sistema logístico é constituído de diversas atividades como decisões de localização, movimentação e armazenagem de materiais e transporte. A análise de Davis indica que dentre todas as atividades logísticas, o transporte aparece em destaque como o principal componente dos custos logísticos. A Tabela 2.2 ilustra a

relação dos custos logísticos como percentual das vendas no ano de 2005 para as empresas norte americanas:

Atividade	% das vendas
Transporte	3,36
Armazenagem	1,65
Processamento de pedidos/Atendimento à clientes	0,48
Administração	0,25
Inventário	1,75
Total	7,51

Tabela 2.2 - Percentual das vendas absorvido pelas atividades logísticas

Realizando uma segmentação dos custos, podemos verificar que os custos de transporte correspondem a 46% dos custos logísticos totais. Essa segmentação está ilustrada na Figura 2.1:

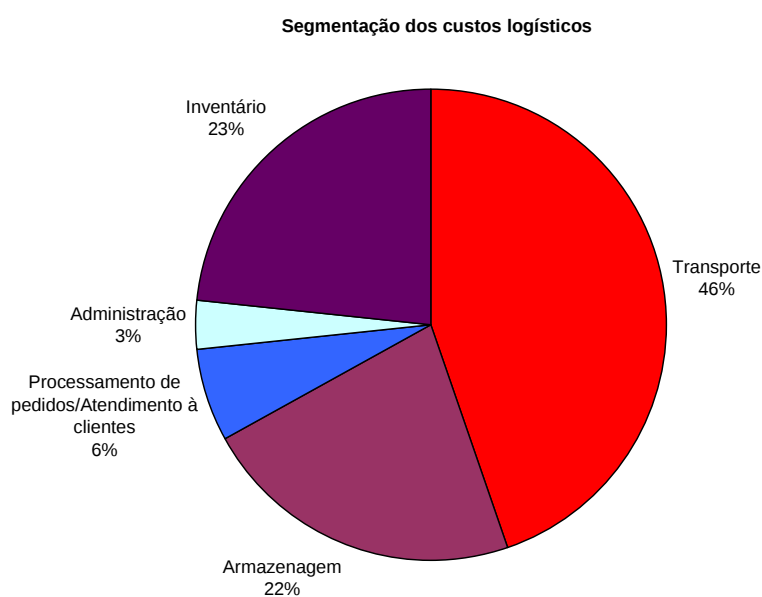


Figura 2.1 - Segmentação dos custos logísticos

Esse trabalho se concentrará na área de transporte, dada a importância desta área para a logística.

2.3 Panorama do transporte no Brasil

Segundo um estudo levantado pela Confederação Nacional do Transporte (CNT) em parceria com o Centro de Estudos em Logística (COPPEAD/ UFRJ), no Brasil a atividade de transporte representa cerca de 60% do total do custo logístico. Esses custos representam em média 3,5% do faturamento da empresa. O modal rodoviário responde por cerca de 60% do total movimentado na economia brasileira. No Estado de São Paulo a participação do modal rodoviário supera 90%.

No Brasil o setor de transportes fatura algo em torno de R\$ 30 bilhões, representando 3,5% do PIB brasileiro. Estima-se que cerca de 3,5 milhões de pessoas estejam empregadas no setor.

Um levantamento realizado pelo Centro de Estudos em Logística realizado em 2003 indica que a logística no Brasil é um negócio que movimenta cerca de 200 bilhões de reais por ano. Desse montante, cerca de 45 Bilhões correspondem ao custo logístico das 500 maiores empresas nacionais. Cerca de 6 bilhões de reais se destinam aos custos envolvidos com a terceirização dos serviços logísticos para essas empresas.

O transporte possui um alto nível de terceirização e essa tendência tende a se manter. Isso se deve ao alto índice de satisfação das empresas em relação aos serviços prestados pelos terceiros. A pesquisa do Centro de Estudos em Logística indica que 81% das empresas consideradas estão satisfeitos. Os principais motivos que levam as empresas a contratar o frete de transportadoras terceirizadas são:

- Redução de custos;
- Focar esforços no core-business;
- Ganhar flexibilidade;
- Reduzir os ativos imobilizados.

Embora satisfeitos com os serviços prestados pelas transportadoras e prestadores de serviços logísticos, as empresas também enfrentam problemas e um grande percentual delas, cerca de 70% segundo o Centro de Estudos em Logística, já teve que substituir o serviço do terceiro. Os principais motivos para essa substituição são a má qualidade dos serviços prestados, os altos preços cobrados e a pouca capacitação tecnológica.

2.4 Estrutura dos custos logísticos

O custo pode ser definido como a soma dos insumos consumidos para a formação de bens ou serviços. Como insumos podem ser consideradas as mãos de obra, matéria prima, equipamentos e instalações, energia consumida, entre outros.

Dependendo do método de calculo e de sua composição, pode-se definir diferentes tipos de custo, cujos conceitos são importantes na análise de questões logísticas.

Os custos podem ser classificados segundo diversos critérios. As principais classificações são:

a) Baseado na identificação da incidência do custo no produto final, sendo os custos separados em:

- Custo direto: custos que podem ser apropriados diretamente ao objeto de custo. Podem ser identificados de maneira economicamente viável, não necessitando de critérios de rateio.

- Custo indireto: custos que não podem ser apropriados diretamente ao objeto de custo. Não são identificados de maneira economicamente viável, necessitando de critérios de rateio para a sua alocação.

b) Baseado no comportamento do custo em relação à quantidade produzida. Nessa classificação, os custos são segmentados em:

- Custos fixos: Não sofrem influência do volume de produção, mantendo-se inalteráveis.
- Custos variáveis: São os custos que variam diretamente com o volume de produção.

Seguindo essas classificações de custo, pode-se classificar os custos de transporte inicialmente a uma parcela direta dos custos, associada a atividade de transporte. A parcela indireta dos custos pode ser atribuída a despesas não relacionadas de modo direto com a operação de transporte. A maioria desses custos refere-se aos custos das áreas de suporte, como contabilidade, recursos humanos, administração geral, vendas, entre outras.

Segundo a análise de Novaes (1994) a grande maioria dos custos operacionais de transporte são custos diretos. Esse percentual chega a alcançar mais do que 80% dos custos. O percentual restante refere-se ao custo indireto. Devido a pequena expressão desses custos em relação ao total, a análise desse trabalho se focará nos custos diretos.

Definida uma variável que explique as variações do custo, eles podem ser divididos em custos fixos e variáveis. No modelo desenvolvido nesse trabalho, a variável básica de referência será a quilometragem percorrida.

A Figura 2.2 ilustra a composição dos custos de transporte.

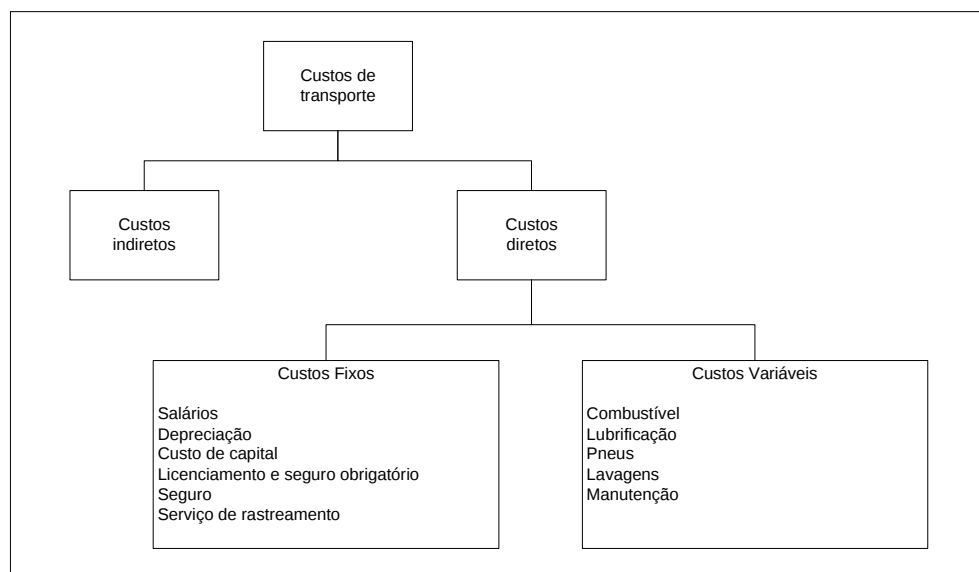


Figura 2.2 - Estrutura dos custos logísticos

2.5 Arranjos logísticos colaborativos

Desde a década de 90 as empresas vêm percebendo o valor que as parcerias possuem na redução dos custos logísticos e na melhoria do nível de serviço aos clientes. O surgimento de novas tecnologias de processamento e transmissão de informações vem desempenhando um papel fundamental na mudança dos modelos tradicionais de negócios entre as empresas. Esses fatores impulsionam a criação de alianças logísticas de uma empresa e seus transportadores.

O modelo tradicional de negociação entre uma empresa e suas transportadoras é caracterizado por uma relação antagônica, do tipo perde-ganha, no qual cada uma das partes busca maximizar a sua margem no negócio em detrimento da outra. Devido ao seu poder econômico, as empresas embarcadoras barganham por tabelas de preço de frete. Conseqüentemente, o compartilhamento de informações relevantes para o planejamento das atividades logísticas são quase inexistentes.

O benefício primário da parceria entre as empresas é a redução dos custos transacionais para ambos os lados. Além disso, a integração entre os parceiros

proporciona oportunidades de criação de valor através do reconhecimento da necessidade e oportunidades de melhorias no sistema logístico, proporcionando benefícios que não seriam obtidos isoladamente.

Para que esse arranjo seja factível é necessário que ele forneça vantagens para ambos os lados. Deve ser criado um ambiente de confiança mútua entre as partes. Caso algum membro seja prejudicado na distribuição de benefícios, a parceria não se consolida e o valor é perdido. Os membros da parceria devem compreender, quantificar os benefícios da colaboração e concordar previamente com o plano de colaboração, incluindo papéis, responsabilidades, expectativas e alocação dos ganhos aos membros.

A criação de arranjos colaborativos é interessante tanto para transportadores quanto para empresas embarcadoras. A indústria do transporte no Brasil é muito fragmentada. Segundo um levantamento da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), existem mais de 760 mil transportadoras licenciadas operando no Brasil. Porém a entidade não tem condições de manter o número exato de transportadoras devido ao dinamismo do mercado. Como não há barreiras legais ou econômicas para a entrada de novos competidores, novas empresas surgem a cada dia ao mesmo tempo em que muitas outras sucumbirão diante dos desafios.

Os serviços de transporte passam por um processo de "comoditização", ou seja, praticamente não existem diferenças significativas entre as opções existentes e as decisões da grande maioria dos clientes baseiam-se única e exclusivamente no custo. As empresas embarcadoras compram o frete tendo como meta exclusivamente o menor custo possível naquele determinado momento. Essa forma de contratação não é a melhor para ambas as partes envolvidas.

As transportadoras precisam reduzir o preço do frete para ganhar o oferecimento, tratando cada frete individualmente, sem visibilidade da demanda futura. Essa falta de visibilidade impossibilita as transportadoras gerenciar os veículos de forma eficiente, tendo que lidar com viagens vazias e longos tempos de espera. Esses custos são repassados as empresas embarcadoras, elevando o preço do frete.

As vezes as empresas embarcadoras conseguem a compra do frete necessário para embarcar seus itens, porem o êxito não é garantido em todas as oportunidades. No final do dia freqüentemente as empresa tentam oferecer cargas as transportadoras. Caso consigam comprar o frete, acabam incorrendo em fretes mais altos devido a urgência. Alem disso, esse embarque emergencial acaba sendo oferecido a transportadoras que podem não atender aos requisitos de qualidade das empresas, que correm o risco de sacrificar o nível de serviço acordado com os clientes.

Com a realização das parcerias logísticas essas questões são resolvidas. Baseada no relacionamento ganha-ganha, com base na exploração conjunta das oportunidades de melhoria existentes no canal.

O alinhamento das expectativas estratégicas e padrões comuns de desempenho das atividades de transporte associado ao compartilhamento das informações, aproximação das duas organizações, mudança na forma de contratação dos serviços, comprometimento e transparência nas relações melhoram a eficiência do sistema logístico.

As transportadoras obtêm a visibilidade necessária para a gestão de sua frota (dimensionamento e alocação da frota), podendo estabelecer contratos de longo prazo com as empresas embarcadoras, garantindo maior segurança a transportadora para seus investimentos de capacidade, alem de proporcionar a oportunidade de melhorar suas práticas operacionais com as empresas embarcadoras, conferindo-lhes diferenciando, um fator importante em um mercado tão competitivo.

Essa aliança proporciona a redução e racionalização do preço do frete, justificado pela demanda acordada e pela melhor utilização dos seus ativos. As empresas embarcadoras conseguem economias nos custos de compra do frete e também adquirem garantia de capacidade de transporte contratada.

2.6 Movimento contínuo

O movimento contínuo consiste na junção sistemática de trechos nos quais o destino de um deles localiza-se próximo ou coincide com a origem de outro trecho. Além disso é necessário que os tempos de entrega e carregamento ocorram em um horizonte adequado, para não comprometer o tempo total da operação. O movimento contínuo pode ser aplicado em dois ou mais trechos de transporte que obedecem aos critérios mencionados acima.

A aplicação do movimento contínuo proporciona a redução do custo de transporte, pela utilização de cargas de retorno, aumento da utilização dos ativos de transporte e a minimização de viagens vazias. O tempo de espera pode ser reduzido através de uma programação de agendamentos de carga e descarga adequada, reduzindo também o tempo de operação. Isso possibilita inclusive a redução do número de veículos utilizados na operação.

Maiores benefícios podem ser obtidos quando são identificados trechos de demanda constante. Dado o volume conhecido de demanda nos trechos, as transportadoras podem dedicar uma frota exclusiva para a empresa embarcadora. Essa demanda justifica mudança de compra do frete. Devido a maior utilização dos veículos, a forma mais adequada de cobrança deve considerar a distância percorrida pelos veículos. Neste caso, o modelo de tarifação mais adequado é constituído da cobrança dos custos fixos incorridos no período somado a parcela variável associada a distância percorrida pelos veículos utilizados.

Quando os trechos potenciais são identificados, as taxas cobradas por distância percorrida podem ser aplicadas e dessa forma são capturadas as economias.

As transportadoras têm os seus custos operacionais reduzidos e a utilização dos seus veículos aumenta significativamente devido a visibilidade da demanda e o planejamento do transporte para minimizar os trechos vazios e aproveitando as cargas de retorno.

As empresas embarcadoras obtêm vantagens pela garantia de transporte das suas cargas devido a frota dedicada ao movimento contínuo. Os custos são reduzidos devido a maior produtividade dos veículos e o modo diferenciado de compra do frete. O nível de serviço melhora devido a disponibilidade dos veículos, diminuição dos tempos de espera e redução do número de exceções.

2.7 Algoritmos heurísticos

Devido a complexidade e a natureza combinatória do problema tratado nesse trabalho optou-se pelo desenvolvimento de um algoritmo heurístico em detrimento de um otimizador.

As heurísticas são consideradas modelos cognitivos. Elas constituem-se como regras baseadas na experiência e no planejamento substituindo as anteriores baseadas na procura algorítmica que chega às soluções corretas depois de ter combinado o problema com todas as soluções possíveis.

Os métodos heurísticos englobam estratégias, procedimentos, métodos de aproximação tentativa e erro, sempre na procura da melhor forma de chegar a um determinado fim. Os processos heurísticos exigem muitas vezes menos tempo que os processos otimizantes, aproximam-se mais da forma como o ser humano raciocina e chega às resoluções dos problemas, e garantem soluções eficientes.

Existem diversos algoritmos heurísticos que tem como objetivo a criação de rotas a partir de um conjunto de nós. Como exemplo desse tipo de algoritmo pode-se citar a heurística de Clarke e Wright. Embora essa heurística não atenda completamente a necessidade de resolução do problema tratado neste trabalho, pois trata da formação de rotas a partir de um destino fixo e considera nós na malha e não trechos, alguns de seus componentes do algoritmo e análise dos resultados puderam ser utilizados no desenvolvimento do modelo matemático deste trabalho.

O sub item a seguir descreve essa heurística com detalhes.

2.7.1 Heurística de Clarke e Wright

A heurística de Clarke e Wright é bastante conhecida e muito utilizada como parte de outros procedimentos, foi originalmente desenvolvida para resolver o problema clássico de roteamento de veículos. Baseia-se no conceito de economias, que pode ser definido como o custo da combinação, ou união, de duas subrotas existentes. Trata-se de uma heurística iterativa de construção baseada numa função gulosa de inserção (Por ser sempre escolhida a maior economia dentre as possíveis, a função de escolha é dita gulosa).

A adição de outras restrições pode ser incorporada ao algoritmo, pelo menos a princípio. Porém, isso resulta frequentemente, numa deteriorização da qualidade da solução gerada. Isso pode ser explicado, em parte, pelo princípio guloso de inserção, não oferecendo nenhum mecanismo para desfazer uma incorporação insatisfatória de um cliente à subrota.

Em seu algoritmo inicialmente cada cliente é servido por um veículo, constituindo rotas entre o depósito e cada cliente. Seja c_{ij} o custo de viagem partindo de um cliente i a um cliente j , podendo ser dado em distância percorrida ou tempo de deslocamento.

Em cada iteração, todas as combinações de rotas possíveis são analisadas através da fórmula $s_{ij} = c_{ik} + c_{kj} - c_{ij}$, onde k representa o depósito. As duas rotas que renderem a maior economia de combinação são unidas. Como a cada nova combinação de subrotas as economias são novamente calculadas e atualizadas para a próxima combinação de subrotas, o método é dito iterativo. A Figura 2.3 ilustra esse algoritmo.

Heurística das economias-Clarke e Wright	
Início	1) Iniciar pelo vértice k, selecionado por algum critério ou aleatoriamente 2) Considerar todos os vértices ligados ao vértice k 3) Obter a lista das economias da seguinte forma: $s_{ij} = c_{ik} + c_{kj} - c_{ij}$, $i, j=1, \dots, n$, onde S é a economia feita se o vértice i for ligado diretamente ao vértice j sem passar por k. 4) Ordenar as economias em lista monótona decrescente 5) Percorrer a lista iniciando pela primeira posição. Tentar a ligação correspondente ao maior S_{ij} 6) Se a inserção da aresta (i, j) e a retirada da aresta (k, i) e (j, k) resultar em uma rota iniciando em k e passando pelos demais vértices, eliminar da lista. Caso contrário, tentar a ligação seguinte da lista 7) Repetir o procedimento até obter o ciclo
Fim	

Figura 2.3 - Algoritmo da heurística de Clarke e Wright

Os resultados desses cálculos são geralmente rotas com formatos de pingo de água, com a ponta do pingo na origem considerada. Distorções nesse tipo de forma apontam para rotas de qualidade ruim. A Figura 2.4 exemplifica a formação dessas rotas.

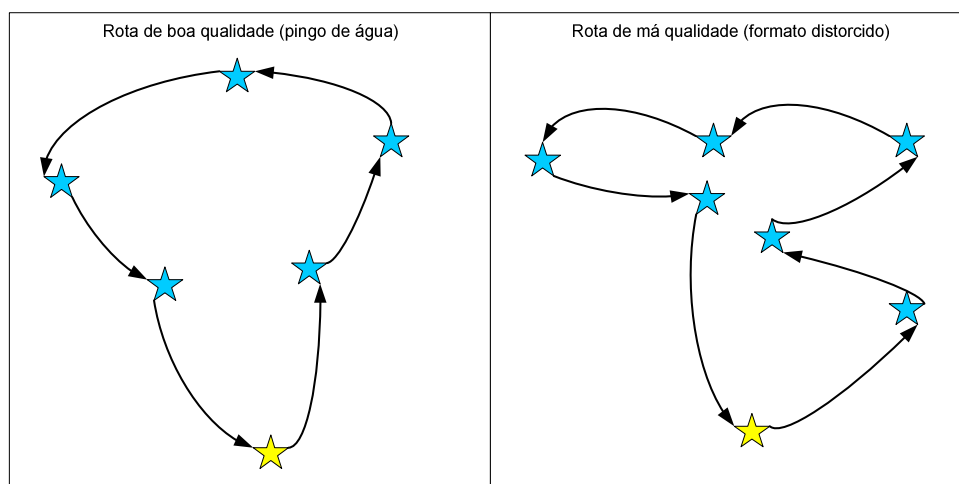


Figura 2.4 - Qualidade das rotas formadas

Modelagem do problema

3 MODELAGEM DO PROBLEMA

Nesse capítulo serão apresentadas informações sobre o cliente da Accenture, cujos dados de malha logística, demanda de transporte e fretes pagos foram utilizados para o desenvolvimento do modelo.

Será detalhada a construção do modelo de custo, descrevendo os parâmetros relevantes para a composição do custo fixo e variável para a formação do custo do circuito e também será detalhado o modelo matemático, descrevendo as premissas adotadas e a lógica do algoritmo do modelo proposto.

3.1 Informações do cliente

Os dados utilizados na análise da malha logística são de um cliente da Accenture. Por questões de sigilo contratual, o nome do cliente não poderá ser revelado.

O cliente é uma das maiores indústrias têxtil da América Latina, contando com mais de 35 anos de experiência no mercado. A empresa possui capital aberto e é líder em diversos mercados, contando atualmente com 15 unidades operacionais em todo o Brasil. No mercado internacional, o cliente está presente em diversos mercados como Europa, EUA, Canadá, América Central, América Latina e Oriente Médio, entre outros.

Dentre suas principais áreas de atuação, destacam-se a fabricação e o beneficiamento de filamentos, fios, linhas para costura, Índigos, brins, malharias natural e sintética e tecidos sintéticos, além de peças confeccionadas para o vestuário.

Atualmente, o cliente responde por grande parte da produção brasileira de Índigo, sendo também uma das maiores produtoras mundiais. A empresa é também

responsável por 50% da produção nacional de poliamida e 100% da produção nacional de fibras e filamentos de Rayon Viscose, processando 300 mil toneladas de matérias-primas por ano.

3.2 Estrutura logística do cliente

O modelo matemático foi aplicado na malha sudeste - centro oeste do cliente, responsável por 43% do faturamento total da empresa.

Nesta região são produzidos fios, malhas e tecidos utilizados na confecção de seus produtos finais e o transporte é realizado em sua totalidade pelo modal rodoviário.

Os demais fluxos de transporte foram descartados, principalmente os fluxos da área sul e nordeste, devido as diferenças operacionais do transporte dessa região. Essas regiões foram desconsideradas devido a utilização de diferentes modalidades, foco em produção voltada ao mercado externo e particularidades de contratação e operação regionais. Em ambas regiões, a operação é realizada através de centros de distribuição do tipo cross-docking, onde as cargas são separadas e embarcadas em veículos menores, atendendo a demanda local. As cargas são enviadas para os centros cross-docking em carretas de capacidade de 30 paletes, diferente das utilizadas na região sudeste - centro oeste, com capacidade de 24 paletes. Além da incompatibilidade de veículos, na região sul as transportadoras utilizam essas carretas em cargas de retorno de uma outra empresa, voltando para a região de origem carregada com sacas de trigo. A possibilidade de carga de retorno diminui bastante o custo do frete, porém impossibilita a utilização da carreta para os circuitos formados.

Além disso, o comportamento da demanda nessas áreas não é estacionário. As necessidades de produtos são acumuladas até que seja alcançada uma quantidade

Capítulo 3 – Modelagem do problema

mínima para o embarque. O abastecimento segue a demanda nos centros de cross-docking.

Na região sudeste - centro oeste existem 4 fábricas. Duas delas são destinadas a fiação, sendo localizadas em Varginha, no estado de Minas Gerais, e Araraquara, no estado de São Paulo. As outras duas são destinadas à tecelagem e estão localizadas em Bragança Paulista e Sorocaba, ambas no estado de São Paulo.

Para abastecer a produção dessas fábricas, o cliente utiliza 5 fornecedores, responsáveis pelo fornecimento de insumos distintos.

Para a produção de fios, as fábricas necessitam 5 insumos principais. A localização dos fornecedores e os insumos fornecidos são ilustrados na Tabela 3.1:

Localização do fornecedor	Insumo
Diadema-SP	Corantes
Itumbiara-GO	Algodão
Jundiaí-SP	Embalagem 1
Mogi Guaçu-SP	Amido
Paulínia-SP	Embalagem 2

Tabela 3.1 - Localização e insumos de seus fornecedores

Após a produção dos fios, as fábricas destinadas a tecelagem são abastecidas, obedecendo a uma relação de 1 para 1. A fábrica de Varginha é responsável pelo abastecimento da fábrica de Bragança Paulista, enquanto que a fábrica de Araraquara abastece a fábrica de Sorocaba.

Essa distinção ocorre devido a produção de diferentes materiais pelas fábricas de Bragança Paulista e Sorocaba. A primeira destina-se a produção da malha, enquanto que a segunda destina-se a produção de tecido, cada uma necessitando de um tipo específico de fio.

Capítulo 3 – Modelagem do problema

Após o processamento dos fios, gerando os tecidos e malhas, ocorre o abastecimento dos clientes locais e centros de distribuição. Esses pontos são abastecidos com ambos produtos. A localização desses pontos de demanda é apresentada na lista abaixo:

- Araras (SP)
- Campinas (SP)
- Jacareí (SP)
- Marília (SP)
- Mogi das Cruzes (SP)
- Piracicaba (SP)
- Ponta Grossa (PR)
- Ribeirão Preto (SP)
- S.J. Boa Vista (SP)
- S.J. dos Campos (SP)
- S.J. Rio Preto (SP)
- Santos (SP)
- Uberlândia (MG)
- CD Belo Horizonte (MG)
- CD Mato Grosso do Sul - Campo Grande (MS)
- CD Paraná - Curitiba (PR)
- CD Rio de Janeiro (RJ)
- CD São Paulo (SP)

Os centros de distribuição serão tratados como clientes finais, pois são abastecidos com o mesmo veículo utilizado nos demais transportes. Após a as cargas são expedidas em caminhões menores, do tipo truck e toco, impossibilitando a extensão dos circuitos para os clientes atendidos pelos centros de distribuição.

A Figura 3.1 ilustra de uma maneira integrada o fluxo de materiais na malha logística do cliente e a Figura 3.2 ilustra a distribuição geográfica dos sites considerados.

Capítulo 3 – Modelagem do problema

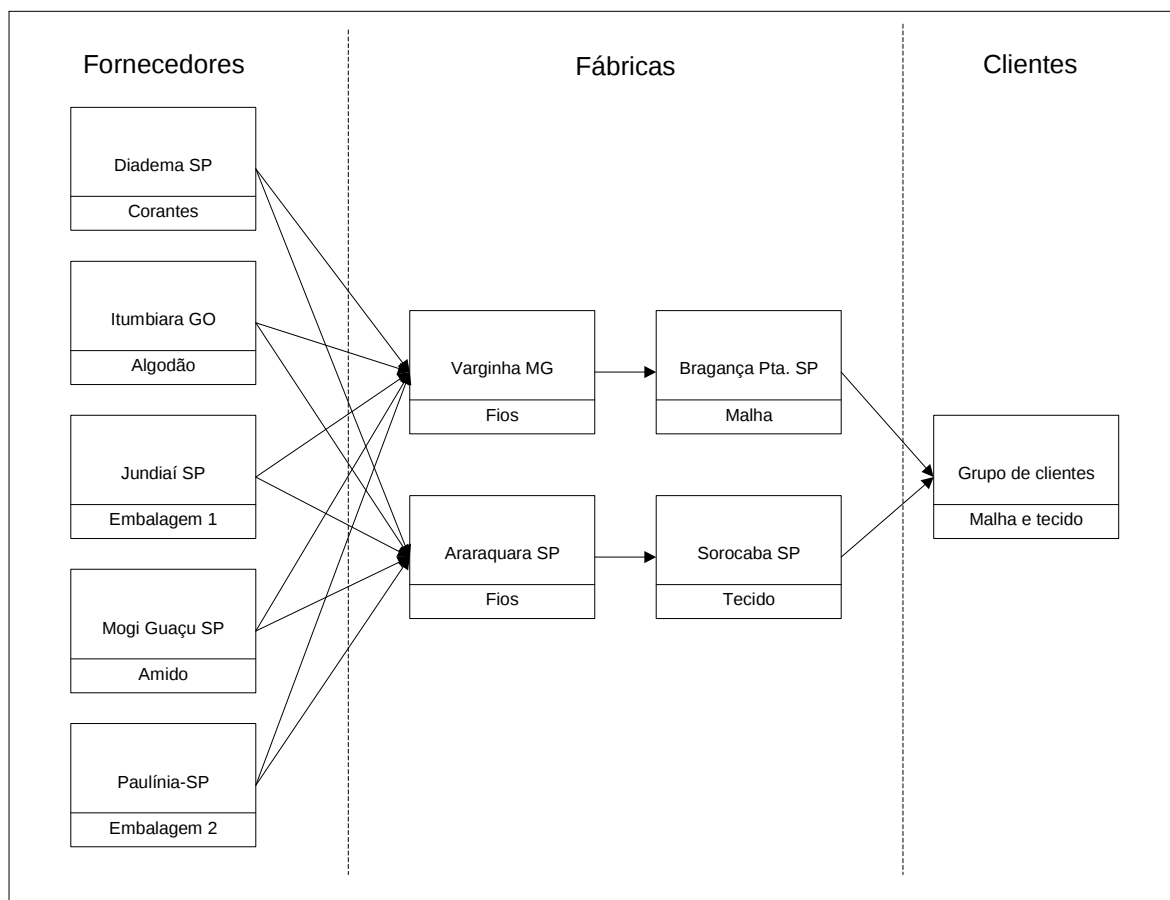


Figura 3.1 - Ilustração do fluxo de materiais



Figura 3.2 - Distribuição geográfica dos sites

A empresa transporta as suas matérias primas e seus produtos através de carretas sider, com capacidade de 27 toneladas (90 m^3 ou 24 paletes). Na construção do modelo, será adotada a hipótese de que a empresa utiliza em sua frota um único modal de transporte. O modal adotado será o caminhão Mercedes Benz LS 1938.

3.3 Modelo de custo

Quando as transportadoras começam a oferecer serviços mais complexos, a atender as demandas específicas dos embarcadores e a dedicar veículos a operações customizadas, as negociações contratuais entre as transportadoras e empresas embarcadoras passam a exigir uma abordagem distinta.

Este relacionamento entre embarcador e transportadora fica formalizado no contrato de remuneração acordado entre ambos. Este modelo de remuneração estabelece os mecanismos de pagamento, regime de caixa e competência, termos contratuais e mecanismos de ajuste.

Existem diversos modelos de remuneração de transporte no mercado. Em termos gerais existem dois conjuntos de remuneração, os baseados em custos e os baseados em preço.

No primeiro conjunto a remuneração consiste na empresa embarcadora remunerar os custos de operação. Pode haver um adicional sobre o valor acordado em caso de extrapolações do real em relação ao planejado. Como exemplo deste modelo, pode-se citar a remuneração dos custos fixos e variáveis incorridos na operação.

A remuneração baseada em preço não utiliza a política de livro aberto. O embarcador não tem conhecimento da estrutura de custos da transportadora. Como exemplo desse modelo podemos citar as tabelas de fretes, que podem ter seu preço determinado pela viagem, faixas de peso transportado, faixas de distâncias percorridas, entre outros.

O modelo de remuneração mais adequado para do arranjo logístico colaborativo é o modelo de remuneração baseado em custo, remunerando a transportadora pelos custos fixos e variáveis incorridos na operação, devido a maior utilização dos ativos.

Nos próximos itens serão detalhados os componentes dos custos fixos e variáveis e a metodologia para o seu levantamento para a remuneração das transportadoras.

3.3.1 Custos variáveis

Conforme foi dito no capítulo 2, os custos diretos podem ser subdivididos em custos fixos e variáveis. No modelo de custo adotado neste trabalho, a variável básica de referência adotada será a distância percorrida pelo veículo de transporte.

A parcela variável dos custos considerados neste modelo é formada pelos seguintes componentes:

- Combustível;
- Lubrificação;
- Pneus;
- Lavagens;
- Manutenção.

Somando-se todos os componentes de custo variável, chega-se ao valor unitário de custo por quilometro percorrido. Multiplicando esse valor pela distância percorrida, obtém-se o custo variável para essa dada quilometragem percorrida.

A formação desses componentes do custo variável será detalhada nos itens a seguir.

3.3.1.1 Combustível

O custo do combustível é determinado pela divisão do preço do litro de combustível (R\$/l) pelo rendimento do veículo (km/l).

No modelo desenvolvido neste trabalho, o veículo adotado utiliza o diesel como combustível. A equação a seguir ilustra como é feito o cálculo do custo do combustível por quilômetro rodado.

$$\text{Combustível} = \frac{\text{Preço do Diesel (R$/l)}}{\text{Rendimento do veículo (km/l)}}$$

3.3.1.2 Lubrificação

O custo de lubrificação é dado pelo preço da mão de obra (R\$) acrescido da capacidade do reservatório de óleo (l) multiplicado pelo preço do litro de óleo lubrificante (R\$/l).

Então, o custo da lubrificação por quilometro rodado é calculado pela divisão do custo da troca pela periodicidade de troca (km). A equação a seguir indica como é realizado o cálculo do custo da lubrificação por quilômetro rodado:

$$\text{Lubrificação do motor} = \frac{\text{Capacidade do reservatório (l)} * \text{Preço do óleo (R$/l)} + \text{Mão de obra (R$)}}{\text{Frequência recomendada de troca (km)}}$$

3.3.1.3 Pneus

O custo dos pneus é calculado pela quantidade de pneus utilizados pelo veículo multiplicado pelo preço individual de um pneu (R\$/unidade) dividido pela vida útil do pneu (km).

Neste custo pode ser acrescida a utilização de recapagens, somando a fração correspondente a essa operação. O custo de recapagem é obtido pela multiplicação da quantidade de pneus utilizada pelo preço individual da recapagem dividido pela vida útil do pneu após a recapagem. A equação a seguir indica como é realizado o cálculo do custo de pneus por quilômetro rodado:

$$\text{Pneus} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de Pneus} * \text{Preço do pneu (R\$)}}{\text{Vida útil do pneu (km)}} + \frac{\text{n}^\circ \text{ de Pneus} * \text{Preço da recapagem (R\$)}}{\text{Vida útil do pneu recapado (km)}}$$

3.3.1.4 Lavagens

Segundo Novaes (1994), a lavagem dos veículos é usualmente realizada em intervalos de 4000 a 6000 km rodados. Dividindo o custo de uma lavagem pelo intervalo em que elas são realizadas é obtido o custo da lavagem por quilômetro percorrido. A equação a seguir indica como é realizado o cálculo do custo de lavagens por quilômetro rodado:

$$\text{Lavagens} = \frac{\text{Custo da lavagem (R\$)}}{\text{Frequência entre lavagens (km)}}$$

3.3.1.5 Manutenção

Quantificar os custos de manutenção de um veículo não é um cálculo realizado com facilidade. Um problema se refere à forma em que os custos incorrem ao longo do período considerado, a maioria delas ocorrendo em um período de tempo extenso, quando o veículo já está bastante rodado. Um fator complicador, também relacionado ao problema anteriormente mencionado, deve-se a variação dos índices inflacionários atuantes no Brasil.

Devido a essa dificuldade de cálculo do custo de manutenção, as empresas costumam adotar um fator que multiplicado por algum parâmetro de custo representa o custo de manutenção. Neste modelo, a manutenção será representada por 24% dos custos variáveis totais, seguindo o padrão recomendado pela NTC (Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística). A equação a seguir indica como é realizado o cálculo do custo de manutenção por quilômetro rodado:

$$\text{Manutenção} = 0,24 * \sum \text{Custos variáveis}$$

3.3.2 Custos fixos

Os custos fixos são aqueles que não sofrem influência direta da variável básica de referência adotada. A parcela fixa dos custos considerados neste modelo é formada pelos seguintes componentes:

- Salários;
- Licenciamento e seguro obrigatório;
- Depreciação;
- Custo de capital;
- Seguro;
- Serviço de rastreamento.

A soma destes componentes define o custo fixo total que a empresa incorre em um determinado período. A formação desses componentes do custo fixo será detalhada nos itens a seguir.

3.3.2.1 Salários

Este custo compreende o salário pago ao motorista e ajudante, além dos encargos sociais que englobam férias, décimo terceiro, fundo de garantia por tempo de serviço e outros benefícios.

Segundo Novaes (1994), as empresas costumam adotar um índice multiplicativo que representa os encargos sociais que deve ser multiplicado pelo valor do salário base pago ao motorista. Ele ainda menciona que nas indústrias de manufatura esses encargos atingem cerca de 120% (sendo o fator multiplicativo associado de 2,2). No caso de empresas varejistas, o nível é de 100% e para empresas de transporte rodoviário esse percentual chega a 85% da folha de pagamento. Então, neste modelo será adotado o índice multiplicativo de 1,85. A equação a seguir indica como é realizado o cálculo do custo dos salários:

$$\text{Salário} = \text{Salário base (R$/mês)} * 1,85$$

3.3.2.2 Depreciação

A depreciação é um custo contábil, que considera o desgaste dos equipamentos com o seu uso. Essa consideração é importante, pois a depreciação é reconhecida como um custo amortizado, utilizado pelas empresas na redução de valor pago no imposto de renda.

O calculo da depreciação é realizado considerando uma vida útil de n anos para o veículo. Para o calculo da depreciação de caminhões, a vida útil considerada é de 8 anos, segundo o website Economia & Transporte.

A equação a seguir indica como é realizado o calculo da depreciação, tanto para o veículo quanto para o implemento:

$$Depreciação = \frac{\text{Preço do item novo (R\$)} - \text{Preço residual do item (R\$)}}{\text{vida útil (meses)}}$$

3.3.2.3 Custo de capital

O custo de capital refere-se ao custo mensal equivalente ao capital investido na aquisição de um bem, devido à necessidade de apropriação do valor do investimento de forma fracionada durante a sua vida útil, para se calcular o seu custo total da maneira mais adequada. Novaes (1994) utiliza a seguinte equação para apropriar o custo de capital:

$$\text{Custo de capital} = (\text{Preço do veículo novo (R\$)} - \text{Preço residual do veículo (R\$)}) * \text{FRC} + \text{juros}(\%/a.m.) * \text{Preço residual do veículo (R\$)}$$

O FRC é o fator de recuperação de capital, proveniente do valor presente de uma série uniforme. O valor presente é dado pela soma de uma progressão geométrica de razão $1/(1+j)$. Então, realizando-se algumas substituições na formula da progressão geométrica, chega-se a:

$$VP = \frac{(1+j)^n - 1}{j * (1+j)^n} * U$$

E o FRC é expresso por:

$$FRC = \frac{j * (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1}$$

3.3.2.4 Licenciamento e seguro obrigatório

Devido ao pequeno valor em relação ao total dos custos fixos, o custo de licenciamento e seguro obrigatório é dado como uma parcela do custo de capital. Novaes (1994) afirma que essa parcela é da ordem de 0,4 a 0,8% do custo de capital, podendo ser adotado um valor médio estimativo de 0,6% deste custo.

$$\text{Licenciamento e seguro obrigatório} = 0,006 * \text{Remuneração do capital}$$

3.3.2.5 Seguro

O custo de seguro é destinado a cobrir o risco de roubo e furto, além de prejuízos causados por eventuais colisões. Foi considerado um valor médio do seguro para um veículo e implemento novo e usado. A equação a seguir indica como é realizado o cálculo do custo do seguro:

$$\text{Seguro} = \text{Valor do seguro (R$/mês)}$$

3.3.2.6 Serviço de rastreamento

O controle e monitoramento da frota são indispensáveis para se garantir a eficácia da operação de transporte em movimento contínuo, dados os impactos causados por imprevistos ocorridos em determinados trechos, que podem comprometer a operação de um circuito inteiro.

Um serviço de rastreamento proporciona a visibilidade necessária para se garantir operação dos circuitos e tomar as medidas necessárias caso haja atraso ou outras ocorrências.

Para a instalação de um serviço de rastreamento em um veículo são necessários a compra do aparelho rastreador e o pagamento de uma mensalidade para prestação do serviço. O valor residual do equipamento será considerado nulo, de forma que o cálculo de sua depreciação será dado pelo preço do rastreador dividido pela sua vida útil em meses. A vida útil do rastreador será considerada como sendo 8 anos, acompanhando a vida útil do veículo.

$$\text{Serviço de rastreamento} = \frac{\text{Preço do rastreador (R\$)}}{\text{vida útil (meses)}} + \text{Mensalidade(R\$/mês)}$$

3.4 Modelo matemático

O modelo matemático desenvolvido neste trabalho tem o objetivo de aplicar o conceito de movimento contínuo de transporte no conjunto de fluxos considerados, identificando o conjunto de fluxos de transporte com potencial para a formação de circuitos. Associado a esses circuitos de movimento contínuo, o modelo deve calcular os seus custos e identificar as potenciais economias associadas a

implementação dos circuitos. Os parâmetros de custo são provenientes do modelo de custo apresentado no item 3.3.

A formação dos circuitos de movimento contínuo de transporte demandou o desenvolvimento de um algoritmo capaz de concatenar os fluxos considerados de forma que eles obedecessem a determinadas restrições. Esse algoritmo será descrito no item 3.4.1.

Após a identificação dos circuitos que atendam as restrições do problema, são detalhados os seus parâmetros operacionais como distância percorrida no circuito, tempo de ciclo, número de veículos necessários para cada circuito, número de rodadas do circuito no ano e a partir desses parâmetros operacionais é calculado o custo do circuito, comparando o custo de operação dos circuitos com os custos das operações de transporte praticadas pela empresa.

Nos itens a seguir será detalhado cada processo, desde a identificação dos circuitos até a identificação de suas economias em relação a operação de transporte praticado na empresa.

3.4.1 Algoritmo

O algoritmo criado tem como objetivo analisar todos os fluxos de transporte considerados, alocando-os em rotas que minimizam a distância entre os fluxos concatenados obedecendo aos parâmetros obtidos de produtividade e número total de trechos concatenados com os estabelecidos pelas restrições.

A produtividade da rota formada é calculada da seguinte maneira:

$$Produtividade \text{ da rota} = \frac{\text{Distância com carga percorrida (km)}}{\text{Distância total percorrida (km)}}$$

O número total de trechos é o somatório do número de trechos concatenados na rota, ou seja:

$$\text{Número total de trechos} = \sum \text{Número de trechos concatenados na rota}$$

Inicialmente, o algoritmo aloca um trecho a rota. Para concatenar os trechos, o algoritmo busca os trechos de menor distância as extremidades da rota atual. Como na heurística de Clarke e Wright, são calculadas e listadas as distâncias entre as extremidades da rota. O algoritmo concatena a rota ao trecho de menor distância e testa as restrições. Caso haja empate entre a distância entre as duas extremidades dos trechos da rota, o algoritmo escolhe a de maior demanda, para obter a maior sinergia de demandas possível.

Se todas as restrições forem obedecidas o circuito é gravado. Caso não se obtenha a meta de produtividade, mas o limite de trechos não tenha sido atendido, parte-se para outra iteração, buscando o próximo candidato a concatenação. Caso não se consiga obter a meta de produtividade e o limite de trechos seja atingido, o trecho inicial da análise é desprezado e a rota é desmanchada. Dessa maneira consegue-se potencializar a formação de circuitos, proporcionado por um maior número de iterações do algoritmo.

A Figura 3.3 ilustra a lógica do algoritmo desenvolvido para a formação dos circuitos.

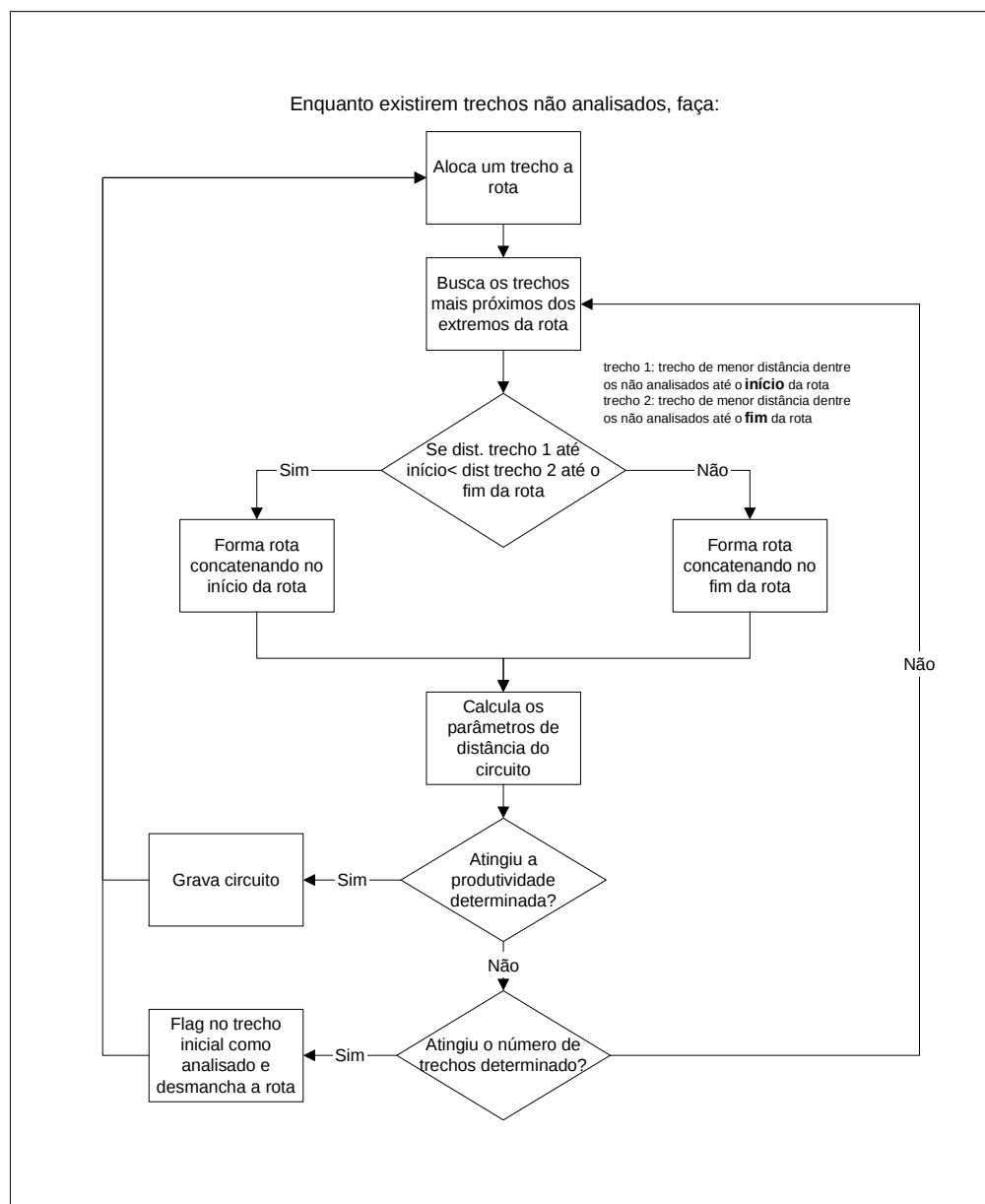


Figura 3.3 - Lógica do algoritmo

Após a formação dos circuitos, são calculados os parâmetros relativos aos trechos concatenados que estão detalhados nos itens a seguir.

3.4.2 Distância com carga

A distância com carga é obtida pelo somatório dos trechos percorridos dentro do circuito com o caminhão carregado, ou seja:

$$\text{Distância com carga (km)} = \sum \text{Trechos percorridos com o caminhão carregado (km)}$$

3.4.3 Distância total do circuito

A distância total é o total de quilômetros percorridos no circuito, dado pela soma da distância com carga com a distância percorrida pelo caminhão vazio.

$$\text{Distância total do circuito (km)} = \text{Distância com carga (km)} + \text{Distância vazio (km)}$$

3.4.4 Tempo de ciclo do circuito

O tempo de ciclo do circuito é calculado pela soma do tempo de transito e pelo tempo total de carga e descarga. O tempo de trânsito é dado pela divisão da distância total do circuito pela velocidade média do veículo. E o tempo total de carga e descarga é dado soma dos tempos de carga e descarga multiplicado pelo número de trechos concatenados no circuito. Ou seja:

$$\text{Tempo de ciclo do circuito (h)} = \text{Tempo em trânsito (h)} + \text{Tempo de carga e decarga (h)}$$

Onde:

$$\text{Tempo em trânsito (h)} = \frac{\text{Distância total do circuito (km)}}{\text{Velocidade média do veículo (km/h)}}$$

e:

$$\text{Tempo de carga e descarga (h)} = (\text{Tempo de carga} + \text{tempo de descarga}) * \text{n}^\circ \text{ de trechos concatenados no circuito}$$

3.4.5 Número de rodadas

O número de rodadas do circuito é o volume basal de operação, dado pela menor demanda dos trechos concatenados no circuito. Este procedimento é necessário para que o circuito opere sempre com todos os trechos de demanda com o veículo cheio, pois rodando o circuito em um número acima do volume basal haveria uma queda da produtividade e o circuito perderia o valor econômico para o embarcador devido a percorrer uma distância maior do que a necessária para atender a demanda.

A demanda que não for atendida pela operação de circuitos pode ser alocada com a contratação pontual de cargas (spot).

3.4.6 Número de veículos contratados

O número de veículos contratados é calculado pela divisão do total de tempo consumido no circuito pelo tempo total disponível na operação. Em termos mensais, tem-se:

$$\text{Nº de veículos contratados} = \frac{\text{Número de rodadas mensais} * \text{Tempo de ciclo (h)}}{\text{Dias de trabalho (dias/mês)} * \text{Horas disponíveis (h/dia)}}$$

O resultado do número de veículos contratados é geralmente um número fracionário. No modelo matemático, este número é arredondado para o inteiro superior mais próximo, evitando a sobrecarga de operação do circuito.

Este procedimento tem impacto no custo do circuito, pois uma fração maior de custos fixos é adicionada ao custo do circuito devido a contratação de mais veículos. A questão de implementação dos circuitos e os ajustes necessários no nível operacional será discutida no capítulo 6.

3.4.7 Custo do circuito

O custo do circuito é dado pela soma das parcelas do custo fixo e variável incorridos na operação dos circuitos.

A parcela do custo fixo se refere a quantidade de veículos contratados. O seu cálculo é efetuado pela multiplicação do número de veículos contratados pelo fator de custo fixo. Em termos anuais tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Parcela do custo fixo (R$/ano)} &= 12 * \text{Nº de veículos contratados mês} * \\ &\text{Fator de custo fixo (R$/veículo)} \end{aligned}$$

A parcela do custo variável calculado pela multiplicação do número de rodadas do circuito pelo fator de custo variável pela distância total percorrida no circuito. Este cálculo é ilustrado pela equação a seguir:

$$\begin{aligned} \text{Parcela do custo variável (R$/ano)} &= \text{N}^\circ \text{ de rodadas (ano)} \\ & * \text{Fator de custo variável (R$/km)} * \text{distância total do circuito (km)} \end{aligned}$$

3.4.8 Custo de contratação spot

O custo da contratação spot do circuito é dado pelo somatório das necessidades de contratação spot para atender a demanda de cada trecho pertencente ao circuito multiplicada pelos seus custos de frete spot. O cálculo do custo de contratação spot é dado pela equação:

$$\begin{aligned} \text{Custo de contratação spot (R\$)} &= \sum (\text{Demanda do trecho (viagens)} - \\ & \text{N}^\circ \text{ de rodadas do circuito (viagens)}) * \text{Frete spot (R$/viagem)} \end{aligned}$$

3.4.9 Custo total da operação de circuitos

O custo total da operação de circuitos é calculado pela soma do custo do circuito e do custo de contratação spot. Então:

$$\begin{aligned} \text{Custo total da operação de circuitos (R\$)} &= \text{Custo do circuito (R\$)} \\ & + \text{Custo de contratação spot (R\$)} \end{aligned}$$

3.4.10 Savings obtidos

Os savings obtidos são as diferenças de custo entre as operações praticadas pela empresa e a operação de circuitos. O custo das operações praticadas pela empresa é calculado pelo somatório do produto do número de viagens realizada em cada trecho considerado multiplicado pelo frete cobrado pelas transportadoras. Os savings obtidos são calculados por:

$$\text{Saving obtido (R\$)} = \sum \text{Nº de viagens (viagens/ano)} * \text{frete cobrado (R\$/viagem)} \\ - \text{Custo total da operação de circuitos(R\$)}$$

Levantamento dos dados

4 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Nesse capítulo serão apresentados os dados de entrada necessários para a execução do modelo. Será realizado um detalhamento dos dados relevantes para a resolução do problema, do método de coleta dos dados e de suas fontes.

Os dados que foram coletados são os seguintes:

- Distâncias entre as localidades;
- Dados do modelo de custo;
- Velocidade média dos veículos;
- Tempo médio de carregamento;
- Tempo médio de descarregamento;
- Demanda nos trechos;
- Fretes contratados
- Expediente dos motoristas.

Maiores detalhes sobre o levantamento desses conjuntos de dados são expostos nos itens a seguir.

4.1 Levantamento das distâncias entre as localidades

O levantamento dos dados de distâncias entre as localidades foi realizado através do cálculo das distâncias através de coordenadas (latitude e longitude) dos sites considerados. Esse método foi adotado devido a dificuldade de se levantar as distâncias individuais entre todas as 27 localidades do problema. Seria necessário o levantamento de mais de 350 dados de distâncias. Encontrar todos esses dados através de planilhas de distâncias, mapas ou ferramentas de roteamento seria inviável.

Para o cálculo das distâncias através das coordenadas dos sites, Ballou (2004) recomenda o uso da equação de distância de grande círculo (trigonometria esférica). Essa equação minimiza as distorções causadas pelas técnicas de mapeamento de projeção do globo terrestre em um plano (para a utilização de uma folha quadriculada e a estimativa das distâncias através do teorema de Pitágoras), além de considerar a curvatura da Terra. A equação de distância de grande círculo é:

$$\text{Distância gde. circ. A - B} = \text{Raio de curvatura da terra} * \{ \arccos[\sin(\text{latA}) * \sin(\text{latB}) + \cos(\text{latA}) * \cos(\text{latB}) * \cos[| \text{longB} - \text{longA} |] \}$$

Onde:

- Raio de curvatura da terra = 6340 km
- latA = latitude de A em radianos $\left(\frac{\text{graus}}{180/\pi} \right)$
- latB = latitude de B em radianos
- longA = longitude de A em radianos
- longB = longitude de B em radianos

A latitude e longitude dos pontos foram levantadas no website GPSglobal (www.gpsglobal.com.br), que fornece as coordenadas dos centros das cidades pesquisadas. A latitude e a longitude coletadas dos sites estão ilustradas na Tabela 8.1 na seção de anexos.

O sistema DMS (Degree, Minute e Second) fornece as coordenadas na forma de graus, minutos e segundos. Para a utilização da equação da distância de grande círculo é necessário utilizar as coordenadas no sistema DD (Decimal Degree), onde os minutos e segundos são convertidos para a notação decimal dos graus.

As distâncias calculadas pela equação de distância de grande círculo são dadas em linha reta. Novaes (1994) sugere a adoção de um fator de correção para

Capítulo 4 – Levantamento dos dados

corrigir esse desvio e aproximar as distâncias calculadas com as que um veículo percorreria em uma situação real.

Para se determinar esse fator de correção foi realizada uma regressão no software estatístico Minitab, com o objetivo de comparar a distância calculada pela equação com as distâncias reais percorridas pelos veículos. Essas distâncias reais foram coletadas através da medição do hodômetro dos veículos. O resultado da regressão encontra-se na Figura 4.1:

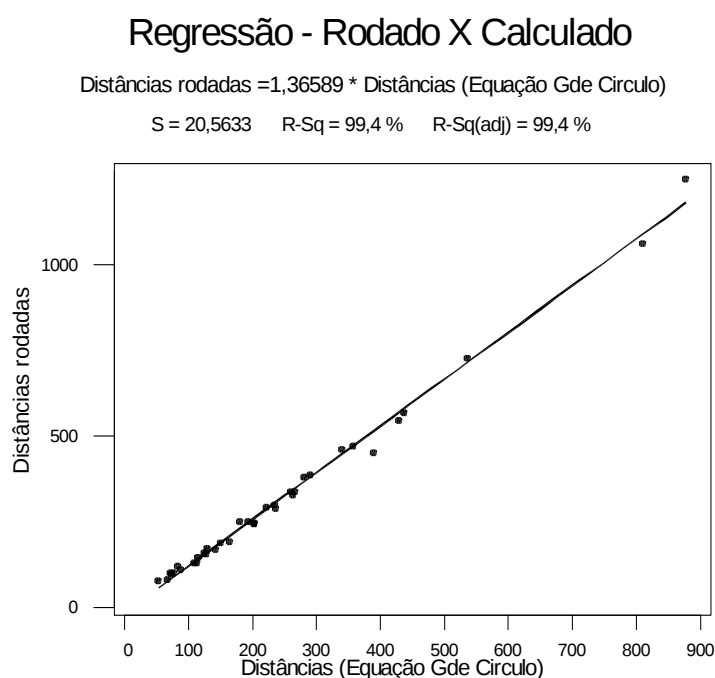


Figura 4.1 - Gráfico da Regressão: Rodado X Calculado

A reta encontrada na regressão possui um bom coeficiente de correlação ($R^2=99,4\%$). Pode-se concluir que o ajuste da curva é adequado e pode-se utilizar o coeficiente da reta (1,36589) como fator de correção para aproximar as distâncias calculadas pela equação de grande círculo as distâncias reais percorridas pelos veículos.

Portanto, as distâncias consideradas nesse modelo serão dadas por:

$$\text{Distância A - B} = 1,36589 * \text{Distância gde. circ. A - B}$$

4.2 Levantamento dos dados de custo

Segundo as equações que foram descritas no item 3.3 *Modelo de custo* a Tabela 8.2 e a Tabela 8.3 indicam os parâmetros necessários para o cálculo das parcelas fixa e variável do modelo de custo, bem como suas fontes. Essas tabelas encontram-se na seção de anexos.

Cada fator formador dos custos foi levantado para alimentar as equações já descritas no *Modelo de custo*, formando o custo relacionado com os componentes dos custos fixos e variável. A soma desses componentes determina os custos fixos e variáveis utilizados para a formação dos custos de circuito desse modelo.

Os dados foram levantados através de instituições que regulamentam a atividade dos motoristas de transporte de carga, pesquisa no mercado nacional, manual do veículo MB 1938, bibliografia relacionada, além de websites e periódicos especializados.

Então, o custo dos circuitos será formado considerando o custo fixo de R\$ 9875,82 por veículo contratado no mês, acrescida do adicional de R\$ 0,92 por quilômetro rodado.

4.3 Levantamento da velocidade média dos veículos

Conforme mencionado no item 4.1 *Levantamento das distâncias entre as localidades*, algumas distâncias percorridas nos trechos de transporte são conhecidas. Essas distâncias, que foram anteriormente utilizadas para o cálculo do fator de correção entre o método de cálculo por coordenadas e distâncias reais também foram utilizadas para o cálculo da velocidade média dos veículos.

Foram levantados os tempos de viagem de alguns trechos percorridos pelos veículos, seja na entrega de cargas quanto na volta aos sites da empresa para o carregamento de outros itens.

Foi constatado que o tempo de viagem com o caminhão vazio foi bem menor do que quando ele está carregado. O tempo de viagem também sofreu a influência de congestionamentos em alguns trechos, onde o trânsito se mostrou mais concentrado. A fim de absorver esses desvios, foi adotado um coeficiente de tolerância destinado a proporcionar uma margem de folga, necessária na situação real de operação do problema.

A Tabela 8.4 na seção de anexos demonstra o cálculo da velocidade média: Portanto, será utilizada como velocidade média o valor de 55,51 km/h.

4.4 Levantamento do tempo médio de carregamento

Devido ao grande número de instalações e sua grande dispersão geográfica, era inviável o levantamento exaustivo dos dados individuais dos tempos de carregamento para cada instalação. Para estimar o tempo médio de carregamento foram coletados dados de algumas instalações de fornecedores e das fábricas.

Foi constatado que devido ao fato de a carga ser paletizada, o tempo de carregamento não tinha uma grande dispersão, pois essa operação era favorecida pela

Capítulo 4 – Levantamento dos dados

modularização da carga. A carga formada consistia em 24 paletes do item a ser transportado.

Porem foram constatadas algumas variações devido à disponibilidade da carga para o carregamento, pois quando as cargas não estavam prontas para o carregamento provocavam o aparecimento de filas de espera, ocasionando um atraso no tempo da operação.

Devido a influência dessas filas, foi levantado a sua parcela na formação do tempo total de carregamento. O tempo de fila engloba as operações não produtivas do carregamento, como entrada e estacionamento do veículo nas docas, além da própria espera pela disponibilidade da carga. O tempo de fila para o carregamento é dado por:

$$\text{Tempo de fila} = \text{Início do carregamento} - \text{Chegada no site}$$

O tempo de carregamento somente será considerado a partir do momento em que o veículo já está posicionado e a carga já está disponível para o carregamento. O carregamento será considerado finalizado a partir do momento que o veículo já estiver carregado e pronto para deixar o site. O tempo de carregamento é dado por:

$$\text{Tempo de carregamento} = \text{Término do carregamento} - \text{Início do carregamento}$$

O tempo total da operação de carregamento é resultado da soma dos tempos dessas duas etapas. Então:

$$\text{Tempo total de carregamento} = \text{Tempo de fila} + \text{Tempo de carregamento}$$

Capítulo 4 – Levantamento dos dados

O tempo observado de saída do veículo do site foi muito menor do que o tempo total da operação de descarregamento e foi desprezado no cálculo.

A partir de observações individuais, foi possível a coleta de um conjunto de dados, a partir dos quais foi estimado o tempo médio de carregamento. O tempo médio de carregamento que será utilizado neste modelo será dado pela média dos tempos coletados nas localidades consideradas multiplicado por um coeficiente de tolerância. Esse coeficiente é utilizado para absorver variações que podem ocorrer no processo. Então, o tempo de carregamento é dado por:

$$\text{Tempo médio de carregamento} = \text{Média de carregamento calculada} \\ * \text{Coeficiente de tolerância}$$

Analogamente, o tempo médio de fila e o tempo total da operação de carregamento são calculados segundo as seguintes equações:

$$\text{Tempo médio de fila} = \text{Média de fila calculada} * \text{Coeficiente de tolerância}$$

$$\text{Tempo médio da operação de carregamento} = \text{Média do Tempo total de carregamento} \\ * \text{Coeficiente de tolerância}$$

A Tabela 8.5 na seção de anexos demonstra o resultado dos cálculos do tempo médio de carregamento:

Portanto, será utilizado o tempo de 1,5 horas para o tempo médio de carregamento.

4.5 Levantamento do tempo médio de descarregamento

Da mesma maneira que foi tratado o levantamento o tempo de carregamento, o tempo médio de descarregamento foi estimado baseado na coleta de dados em algumas localidades, devido a grande quantidade de instalações e sua dispersão geográfica.

Novamente foi constatado que a paletização da carga favorecia a sua movimentação e a presença de outros caminhões nas docas aumentava o tempo despendido para o descarregamento. Novamente também foi constatada a influencia de filas no tempo de descarregamento devido aos mesmos motivos citados no carregamento.

Seguindo o mesmo método de estimativa do tempo de carregamento, o tempo de fila, tempo de descarregamento e tempo total da operação de descarregamento são dados pelas seguintes equações:

$$\text{Tempo de fila} = \text{Início do descarregamento} - \text{Chegada no site}$$

$$\text{Tempo de descarregamento} = \text{Término do descarregamento} - \text{Início do descarregamento}$$

$$\text{Tempo total de descarregamento} = \text{Tempo de fila} + \text{Tempo de descarregamento}$$

O coeficiente de tolerância também é aplicado para o calculo do tempo médio de descarregamento com o intuito de absorver os impactos causados por discrepâncias na operação. Os tempos médios de descarregamento, de fila e da operação de descarregamento são dados pelas seguintes equações:

Tempo médio de descarregamento = Média de descarregamento calculada
* Coeficiente de tolerância

Tempo médio de fila = Média de fila calculada * Coeficiente de tolerância

Tempo médio da operação de descarregamento = Média do Tempo total de descarregamento
* Coeficiente de tolerância

A Tabela 8.6 na seção de anexos demonstra o cálculo do tempo médio de descarregamento:

Portanto, será utilizado o tempo de 2 horas para o tempo médio de descarregamento.

4.6 Levantamento da demanda nos trechos

Os dados de demanda dos trechos considerados no problema foram levantados do sistema ERP (Enterprise Resource Planning) da empresa pelo levantamento dos documentos de transporte dos fluxos. Foi extraído um histórico de três anos para os fluxos de transporte. Desses fluxos, procurou-se separar os fluxos de comportamento estacionário. Segundo Morettin (2004), as séries estacionárias são aquelas que se desenvolvem aleatoriamente ao redor de uma média constante, refletindo de alguma forma um equilíbrio estável, menos sujeitos a sazonalidades e tendências de alterações. O gerente da área de transporte direcionou essa separação, indicando um conjunto de fluxos de transporte que se encaixassem no perfil desejado baseado na sua experiência empírica.

Para cada um dos fluxos indicados foram realizadas a análise de tendência de variação da demanda e a análise da sazonalidade da demanda durante o ano e também o teste de aderência, verificando a aderência da distribuição de demanda a

Capítulo 4 – Levantamento dos dados

distribuição normal e a magnitude do desvio padrão. Para realizar essas análises foi utilizado o Minitab.

A análise da aderência da demanda à distribuição normal foi executada no módulo "Normality Test". Esse módulo gera um gráfico dos pontos plotados na grade de probabilidade normal. Pode-se verificar a aderência dos dados à distribuição normal visualmente. Caso os dados sejam aderentes a distribuição normal, eles resultarão em uma reta inclinada positivamente na direção de 45°. Além disso o módulo calcula o valor de "p-value" obtido pelo teste de Kolmogorov-Smirnov que indica a aderência dos dados com mais precisão. Valores baixos de "p-value" (o Minitab recomenda um valor de corte de 0,05) rejeitam a hipótese H_0 , indicando que os dados não são aderentes a distribuição normal.

A Figura 4.2 indica o resultado do teste de normalidade para o trecho de Diadema até Araraquara. Pode-se concluir que os dados de demanda desse trecho aderem a distribuição normal, pois a reta possui o comportamento esperado e o valor de "p-value" é bem maior do que 0,05.

Teste de normalidade: Diadema SP - Araraquara SP

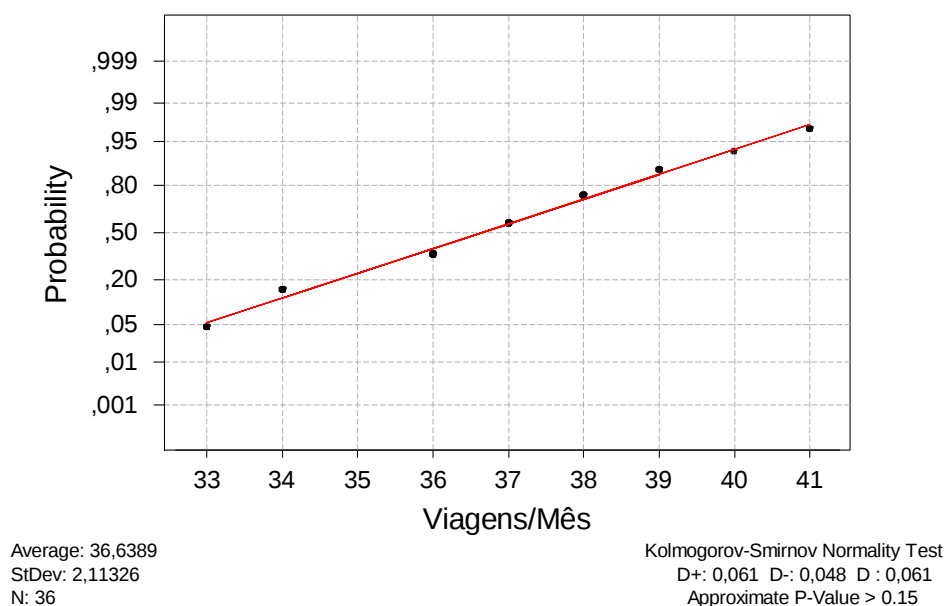


Figura 4.2 - Teste de normalidade

A análise da tendência de variação da demanda e análise de sazonalidade é realizada na análise "Time series", nos módulos "Trend Analysis" e "Decomposition" respectivamente. Como resultado da execução do módulo "Trend Analysis", obtêm-se um gráfico contendo os valores da demanda de viagens plotados em seqüência, uma linha de tendência para esses pontos e a sua equação de reta. O ideal para a situação do modelo é que essa linha de tendência seja horizontal, possuindo o coeficiente angular desprezível, indicando que não há tendência de variação dos dados e possíveis afastamentos da média podem ser atribuídos a sua própria distribuição.

A Figura 4.3 ilustra a análise de tendência para o trecho de Diadema a Araraquara, mostrando que para esse trecho não há tendência de variação significativa devido a disposição horizontal da linha de tendência e seu baixo coeficiente angular (-0,00219).

Análise de tendência: Diadema SP - Araraquara SP

Linear Trend Model

$$Y_t = 36,6794 - 2,19E-03 \cdot t$$

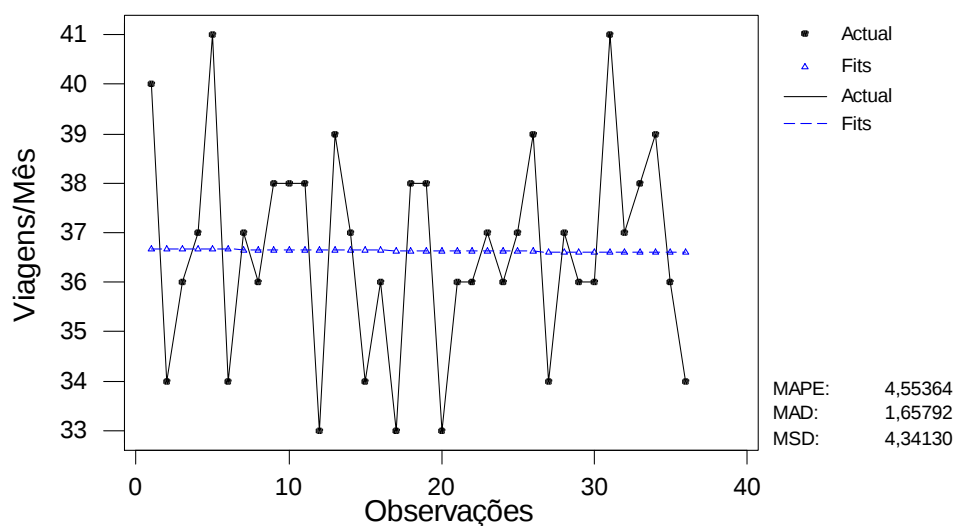


Figura 4.3 - Análise de tendência

A sazonalidade é analisada através do módulo "Decomposition", que gera um conjunto de dados capaz de identificar o efeito da sazonalidade no conjunto de dados analisados e identificar o seu comportamento caso não sofresse a sua influencia.

Dentre o conjunto de gráficos, o que indica com mais clareza a influencia da sazonalidade é o indicado na Figura 4.4. A pouca variação do índice no gráfico "Seasonal Indices" em relação ao valor 1 indica a baixa influencia da sazonalidade para o período considerado. Essa situação aparece no caso do fluxo de Diadema a Araraquara como indica a Figura 4.4.

Análise da Sazonalidade - Diadema SP - Araraquara SP

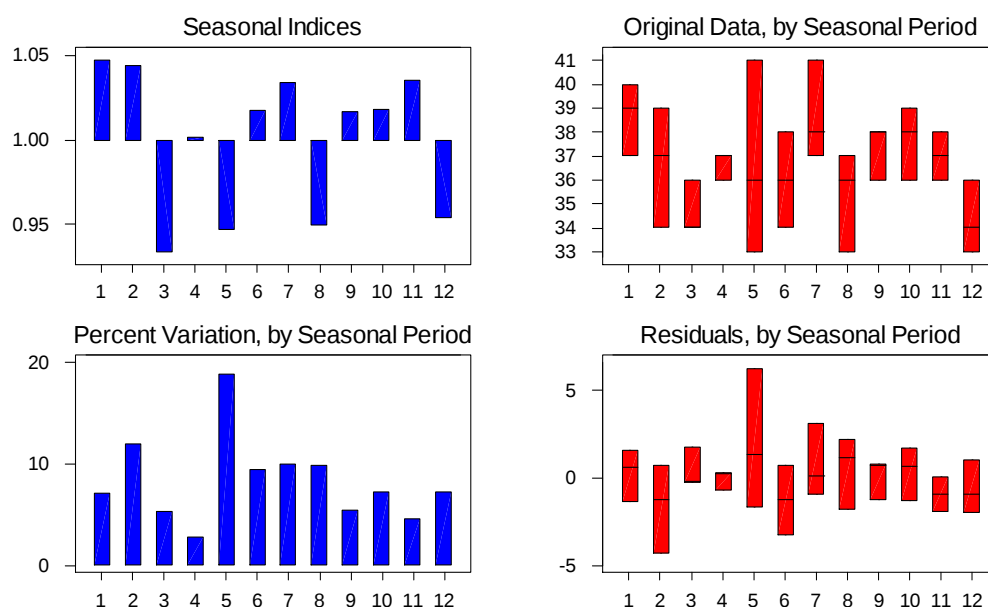


Figura 4.4 - Análise da sazonalidade

Como os resultados dos testes para dados do fluxo de Diadema para Araraquara foram positivos, pode-se considerá-lo como adequado para o modelo e considerá-lo na sua execução.

A análise dos demais fluxos considerados está na seção de anexos.

4.7 Levantamento dos fretes contratados

Para os fluxos que possuem demandas estáveis, foi levantado o valor do frete praticado para esses transportes. Os valores do frete foram retirados do ERP da empresa. O frete é cobrado por viagem, sendo cobrados por origem e destino.

A Tabela 8.7 na seção de anexos indica o custo dos fretes para os fluxos considerados nesse problema, juntamente com a sua demanda anual:

4.8 Levantamento do expediente dos motoristas

Será considerado o expediente dos motoristas como sendo 10 horas. Serão utilizados nesse modelo dois motoristas, de modo que possa haver uma troca de postos durante a operação, para que ela ocorra de maneira mais contínua.

Análise dos resultados

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados do modelo, comprovando os savings associados a implementação dos circuitos de movimento contínuo de transporte. Foram gerados diversos cenários, alterando as restrições e os parâmetros de operação do circuito.

Os resultados gerados pelo modelo podem ser divididos em duas classes: resultados de malha e custos. Os resultados de malha referem-se a configuração dos circuitos obtidos dadas as restrições impostas ao modelo, determinando os trechos concatenados, as distâncias percorridas, tempo de ciclo e produtividade dos circuitos formados. Relacionados a esses resultados de malha estão os custos incorridos nos circuitos, sendo considerados os custos fixos, relacionados ao número de veículos necessários para a operação dos circuitos e custos variáveis, relacionados a distância percorrida no circuito. Ambas as classes se relacionam diretamente com a viabilidade de implementação dos circuitos e os savings alcançados por sua implementação.

Os resultados serão discutidos, direcionando o detalhamento de pontos relevantes para a conclusão do trabalho.

5.1 Cenários gerados

Os cenários serão gerados pelas variações das restrições do número de trechos do circuito e de meta de produtividade. A metodologia de análise adotada foi a fixação do número de trechos e a variação da meta de produtividade a partir de 55% com o passo de 5%.

Para cada cenário foram analisados os resultados de malha, os custos de operação dos circuitos, verificando a sua viabilidade econômica e os potenciais de savings obtidos. Nessa análise foi considerada a comparação entre o custo da

operação de circuitos e o custo da operação praticada pela empresa. Os savings são calculadas de acordo com o que foi descrito no item 3.4.10.

Após a descrição destes cenários, serão selecionados os conjuntos de circuitos viáveis sob o aspecto operacional e econômico. Para esse conjunto de circuitos, serão analisadas as suas implementações conjuntas, discutindo questões de conflito de trechos entre os circuitos e quais são os impactos existentes no custo, detalhando configuração de circuitos que gera o maior saving.

5.1.1 Limite de 2 trechos

Para o início das análises foi estabelecido o limite máximo de 2 trechos para a formação do circuito, a configuração mínima para a realização do movimento contínuo.

Foram obtidos circuitos de dois trechos para as metas de produtividade de 55% e 60%. Não foram obtidos circuitos para a produtividade acima de 65%. Isso se deve a configuração da malha, com fluxos com origem e destino concentrados nas fábricas e fornecedores e clientes dispersos. Devido a restrição do número de trechos, não foi possível a concatenação de fluxos que gerassem circuitos de maior produtividade.

Os circuitos resultantes desse cenário estão apresentados na Tabela 5.1 e na Tabela 5.2.

Cenários para circuitos de 2 trechos

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Itumbiara GO	Varginha MG	2.203,63	3003	2102	901	1.985.466,13	5.019.420,86	7.004.886,98	1.019.625,14	12,71%
	2	Varginha MG	Bragança Pta. SP	669,38	2102	2102	0	-				
Circuito 2	1	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1760	456.280,00	532.520,16	988.800,16	39.891,09	3,88%
	2	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	0	-				
Circuito 3	1	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	176	843	299.159,63	232.188,92	531.348,55	(29.854,92)	-5,95%
	2	Diadema SP	Varginha MG	794,75	176	176	-	-				
Circuito 4	1	Sorocaba SP	Jacareí SP	354,88	276	181	95	33.713,13	443.660,29	477.373,41	(71.727,91)	-17,68%
	2	Bragança Pta. SP	S.J. Rio Preto SP	1.700,00	181	181	0	-				
Circuito 5	1	Bragança Pta. SP	Campinas SP	350,63	147	147	0	-	209.151,61	237.220,74	(46.091,86)	-24,12%
	2	Jundiaí SP	Varginha MG	758,63	184	147	37	28.069,13				
Circuito 6	1	Bragança Pta. SP	Araras SP	886,13	143	143	0	-	216.471,51	239.013,51	34.225,37	12,53%
	2	Paulínia SP	Varginha MG	867,00	169	143	26	22.542,00				
											946.066,91	9,08%

Tabela 5.1 - Circuitos gerados para limite de 2 trechos e produtividade meta 55%

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1760	456.280,00	532.520,16	988.800,16	39.891,09	3,88%
	2	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	0	-				
Circuito 2	1	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	176	843	299.159,63	232.188,92	531.348,55	(29.854,92)	-5,95%
	2	Diadema SP	Varginha MG	794,75	176	176	0	-				
											10.036,17	0,66%

Tabela 5.2 - Circuitos gerados para limite de 2 trechos e produtividade meta 60%

A baixa produtividade gerou alguns circuitos cujos custos de operação dos circuitos são maiores do que os realizados na operação tradicional. Esses circuitos são os que apresentaram savings negativos, não sendo viáveis economicamente. A parcela paga pelos trechos que o veículo trafega vazio aumenta os custos operacionais, sendo menos onerosa a operação nos moldes tradicionais praticados pela empresa.

Como exemplo pode ser citado o Circuito 4, do cenário para produtividade meta de 55%. Este circuito é formado pelos trechos Sorocaba - Jacareí; Bragança Paulista - São José do Rio Preto. A Figura 5.1 ilustra esse circuito.

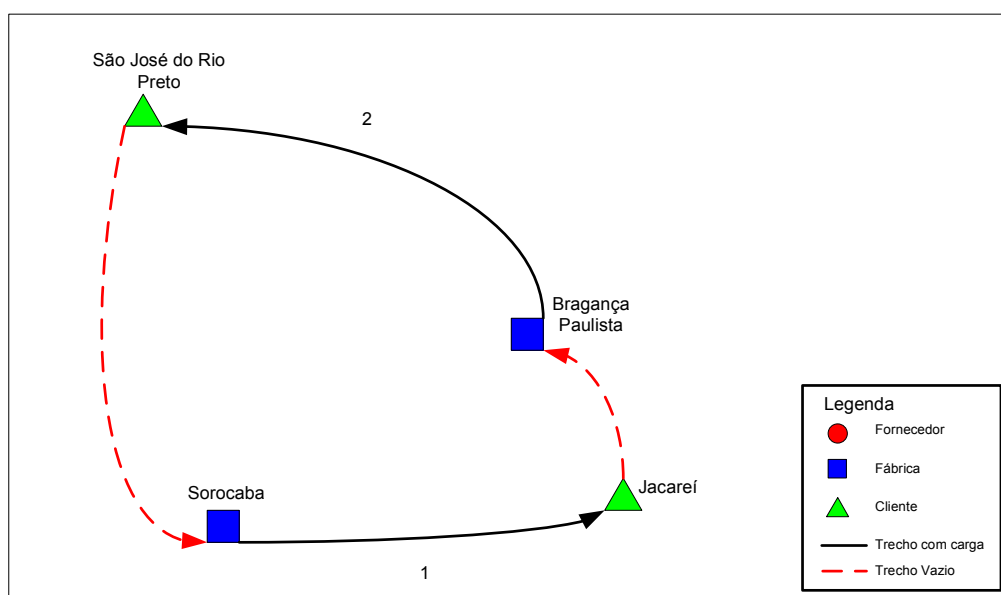


Figura 5.1 - Circuito 4 (2 trechos; 55%)

Esse circuito possui produtividade de 55,31%, ou seja, em torno de 45% do percurso do circuito o caminhão anda vazio, contribuindo para onerar o custo do circuito. Neste caso, o circuito é inviável economicamente, sendo preferível a operação de transporte direto praticada pela empresa.

Verificou-se a obtenção de alguns circuitos de savings, mesmo os circuitos gerados serem de baixa produtividade. Os savings são provenientes da redução da compra do frete spot e dos altos preços pagos por essa operação.

Um exemplo dessa situação é o circuito 1 do cenário de produtividade meta de 55%. Este circuito é formado pelos trechos Itumbiara - Varginha; Varginha - Bragança Paulista. A Figura 5.2 ilustra esse circuito.

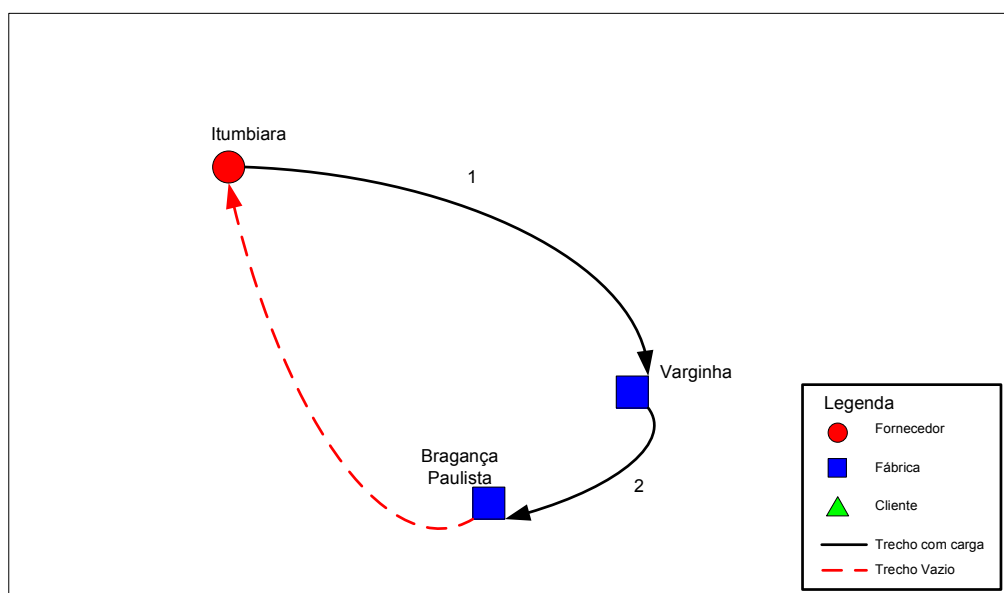


Figura 5.2 - Circuito 1 (2 trechos; 55%)

Esse trecho em que o veículo volta vazio é responsável pela baixa produtividade do circuito, pois é um longo trecho, de distância estimada de 745 km. Mesmo possuindo uma produtividade baixa, de 55,58%, esse circuito apresentou um saving alto, de 1,019 milhões de reais (12,71%). Este saving pode ser atribuído a redução da compra de frete spot, que possui um alto preço e uma alta demanda de viagens. Este circuito deve rodar no volume basal de 2102 rodadas por ano, sendo comprados somente 901 viagens spot de Itumbiara a Varginha. Essa redução de compra do frete proporciona uma grande economia, pois o frete praticado para esse trecho possui um alto valor.

Os savings são maiores quando os fluxos concatenados possuem uma demanda similar, proporcionando um maior número de rodadas anuais do circuito, minimizando a compra individual do frete spot para cada trecho.

Um exemplo desse fato é o circuito 6 do cenário de produtividade meta de 55%, que é formado pelos trechos Bragança Paulista - Araras; Paulínia - Varginha. A Figura 5.3 ilustra esse circuito.

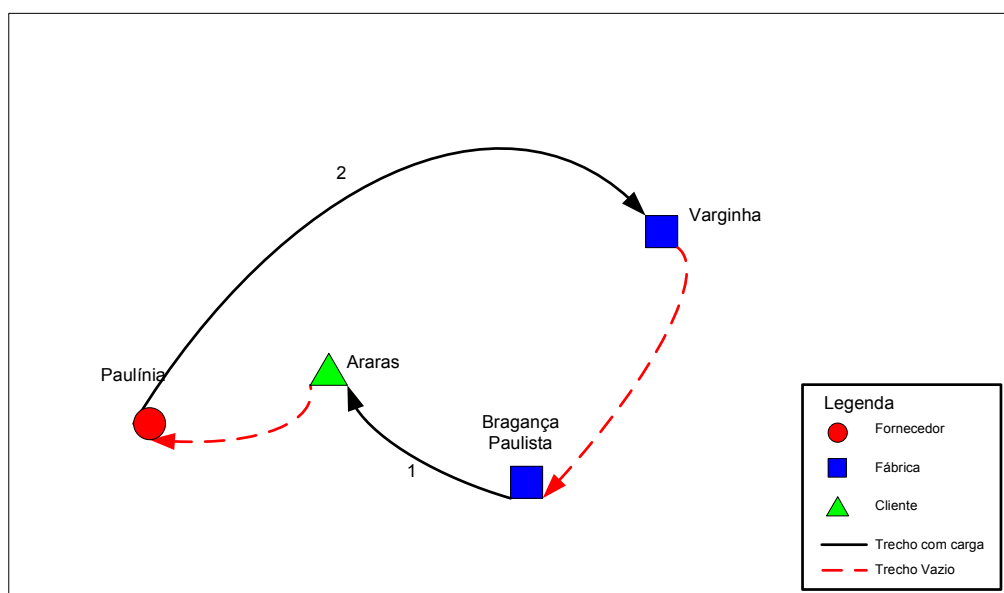


Figura 5.3 - Circuito 6 (2 trechos; 55%)

Este circuito possui produtividade de 57,61% mas é uma fonte de savings. A economia chega a 34 mil reais, representando 12,52%. Esse saving é proveniente da minimização da compra de frete spot, já que os trechos possuem demandas similares (143 viagens/ano e 169 viagens/ano respectivamente). O saving desse circuito não possui a mesma ordem de grandeza do saving proporcionado pelo circuito 1 devido ao volume de viagens deste ser muito maior do que do circuito 6.

Os circuitos 1 e 6 são os que proporcionam os maiores savings para este cenários. Um outro circuito que gera savings é o circuito 2 do cenário de produtividade meta de 55%, que também aparece como circuito 1 no cenário de

Capítulo 5 - Análise dos resultados

produtividade meta de 60%. Este circuito concatena os trechos de Sorocaba - CD-SP; Diadema, - Araraquara. A Figura 5.4 ilustra este circuito.

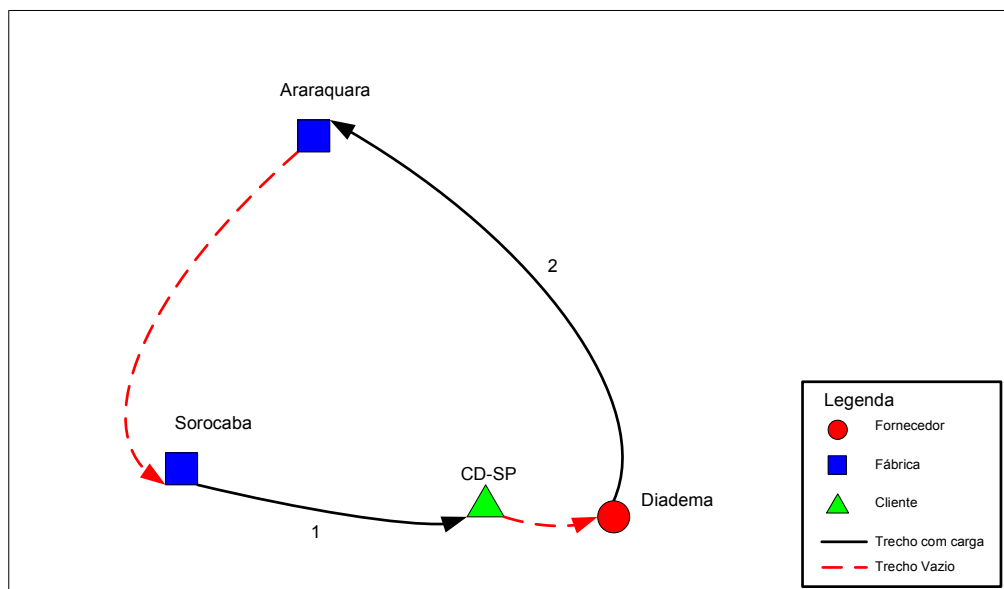


Figura 5.4 - Circuito 2 (2 trechos; 55%)

Este circuito gera um saving da ordem de 40 mil reais, resultando uma redução percentual de 3,88%.

Os demais circuitos não proporcionam savings, sendo preferível a operação nos moldes tradicionais praticados pela empresa.

Um ponto importante é o saving geral proporcionado pela operação de todos os circuitos encontrados em ambos os cenários. Considerando todos os circuitos (os que geram savings e custo) simultaneamente, tem-se que a operação de circuitos é mais vantajosa que as operações tradicionalmente praticadas.

5.1.2 Limite de 3 trechos

Neste cenário o limite de trechos concatenados para a formação dos circuitos aumentou para três trechos. Dessa maneira, aumenta a possibilidade de obtenção de circuitos para as metas de produtividade estabelecidas.

Essa hipótese foi comprovada, sendo gerados circuitos para produtividades até 95%. Neste cenário foram obtidos os circuitos de maior produtividade para todas as configurações de limites de trechos.

O modelo gerou 4 cenários de configurações diferentes: de meta de produtividade de 55%, detalhado na Tabela 5.3; de meta 60%, detalhado na Tabela 5.4; de meta 65% a 90%, cujos resultados se repetem (gerando somente os circuitos de produtividade maior do que 90%), que estão detalhados na Tabela 5.4; e o cenário de 95%, onde só aparece um único circuito, ilustrado na Tabela 5.6.

Cenários para circuitos de 3 trechos

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	-	-	532.520,16	3.124.799,16	340.523,34	9,83%
	2	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	438	3112	2.135.999,00				
	3	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1760	456.280,00				
Circuito 2	1	Itumbiara GO	Varginha MG	2.203,63	3003	2102	901	1.985.466,13	5.019.420,86	7.004.886,98	1.019.625,14	12,71%
	2	Varginha MG	Bragança Pta. SP	669,38	2102	2102	0	-				
Circuito 3	1	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	176	843	299.159,63	232.188,92	531.348,55	(29.854,92)	-5,95%
	2	Diadema SP	Varginha MG	794,75	176	176	0	-				
Circuito 4	1	Sorocaba SP	Jacareí SP	354,88	276	181	95	33.713,13	443.660,29	477.373,41	(71.727,91)	-17,68%
	2	Bragança Pta. SP	S.J. Rio Preto SP	1.700,00	181	181	0	-				
Circuito 5	1	Bragança Pta. SP	Campinas SP	350,63	147	147	0	-	209.151,61	237.220,74	(46.091,86)	-24,12%
	2	Jundiaí SP	Varginha MG	758,63	184	147	37	28.069,13				
Circuito 6	1	Bragança Pta. SP	Araras SP	886,13	143	143	0	-	216.471,51	239.013,51	34.225,37	12,53%
	2	Paulínia SP	Varginha MG	867,00	169	143	26	22.542,00				
											1.246.699,16	9,69%

Tabela 5.3 - Circuitos gerados para limite de 3 trechos e produtividade meta 55%

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	-	-	532.520,16	3.124.799,16	340.523,34	9,83%
	2	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	438	3112	2.135.999,00				
	3	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1760	456.280,00				
Circuito 2	1	Jundiaí SP	Varginha MG	758,63	184	184	0	-	237.423,04	1.817.604,91	90.625,96	4,75%
	2	Varginha MG	Bragança Pta. SP	669,38	2102	184	1918	1.283.861,25				
	3	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	184	835	296.320,63				
Circuito 3	1	Bragança Pta. SP	Santos SP	531,25	148	148	0	-	227.172,76	249.425,76	(30.924,76)	-14,15%
	2	Diadema SP	Varginha MG	794,75	176	148	28	22.253,00				
											400.224,55	7,16%

Tabela 5.4 - Circuitos gerados para limite de 3 trechos e produtividade meta 60%

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	-	-	532.520,16	3.124.799,16	340.523,34	9,83%
	2	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	438	3112	2.135.999,00				
	3	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1760	456.280,00				
Circuito 2	1	Jundiaí SP	Varginha MG	758,63	184	184	0	-	237.423,04	1.817.604,91	90.625,96	4,75%
	2	Varginha MG	Bragança Pta. SP	669,38	2102	184	1918	1.283.861,25				
	3	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	184	835	296.320,63				
											431.149,31	8,02%

Tabela 5.5 - Circuitos gerados para limite de 3 trechos e produtividade meta maior do que 65%

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	0	-	532.520,16	3.124.799,16	340.523,34	9,83%
	2	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	438	3112	2.135.999,00				
	3	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1.760	456.280,00				
											340.523,34	9,83%

Tabela 5.6 - Circuito gerado para limite de 3 trechos e produtividade meta maior do que 95%

Observa-se no cenário de produtividade meta de 55% um grande número de circuitos com apenas dois trechos. Dos 6 circuitos formados, apenas o circuito 1 era constituído de 3 trechos. Isso se deve ao fato de ser suficiente a utilização de somente dois trechos para a formação de circuitos que batam a meta de 55% de produtividade. Os circuitos constituídos de 2 trechos são os mesmos que já apareceram no cenário do item 5.1.1. Dos 6 circuitos mapeados naquele cenário, apenas o circuito 2 (Sorocaba-CD SP; Diadema-Araraquara) não se repetiu. Os trechos utilizados na formação desse circuito foram utilizados para a formação do circuito 1 (Diadema-Araraquara; Araraquara-Sorocaba; Sorocaba-CD SP), gerando um circuito de altíssima produtividade, 97,27%. A Figura 5.5 ilustra este circuito.

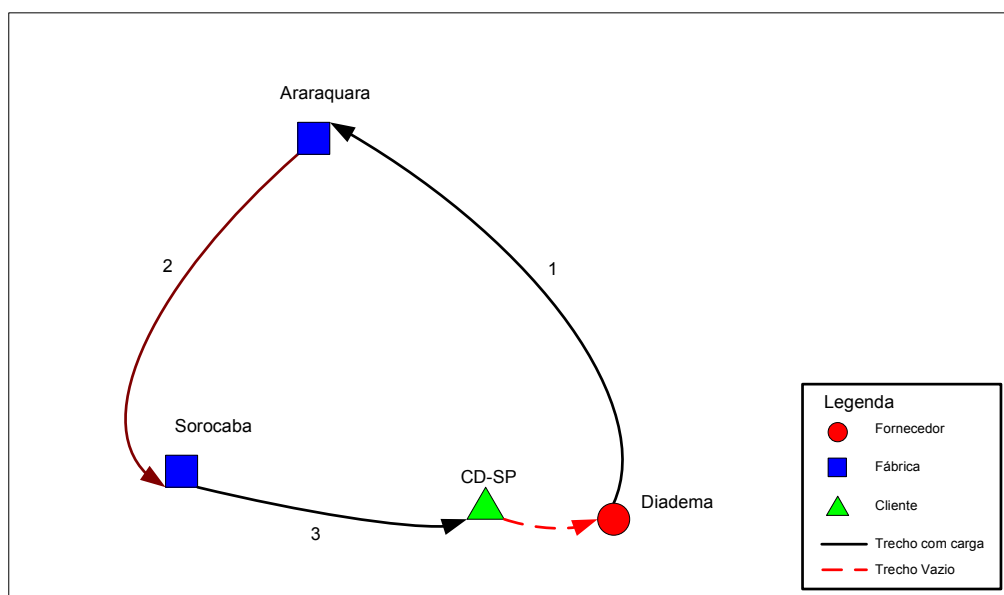


Figura 5.5 - Circuito 1 (3 trechos; 55%)

Essa produtividade foi alcançada pela utilização do trecho Araraquara-Sorocaba, desprezado no cenário de 2 trechos, limitado pela restrição do número de trechos.

O circuito 1 para o cenário de meta de 55% de produtividade gera um saving de 340 mil reais. Esse saving só não é maior pela concatenação de trechos de alta demanda, sendo afetado ainda pela alta utilização do frete spot. Mas devido a alta

Capítulo 5 - Análise dos resultados

produtividade, minimizando o pagamento por percorrer trechos vazios, o saving é considerável.

No cenário de meta de produtividade de 60%, o circuito 1 aparece novamente, junto com o circuito 2 de três trechos e o circuito 3, de dois trechos, que gera custo. O circuito 2 é formado pelos trechos Jundiaí - Varginha; Varginha - Bragança Paulista; Bragança Paulista - CDSP. A Figura 5.6 ilustra esse circuito.

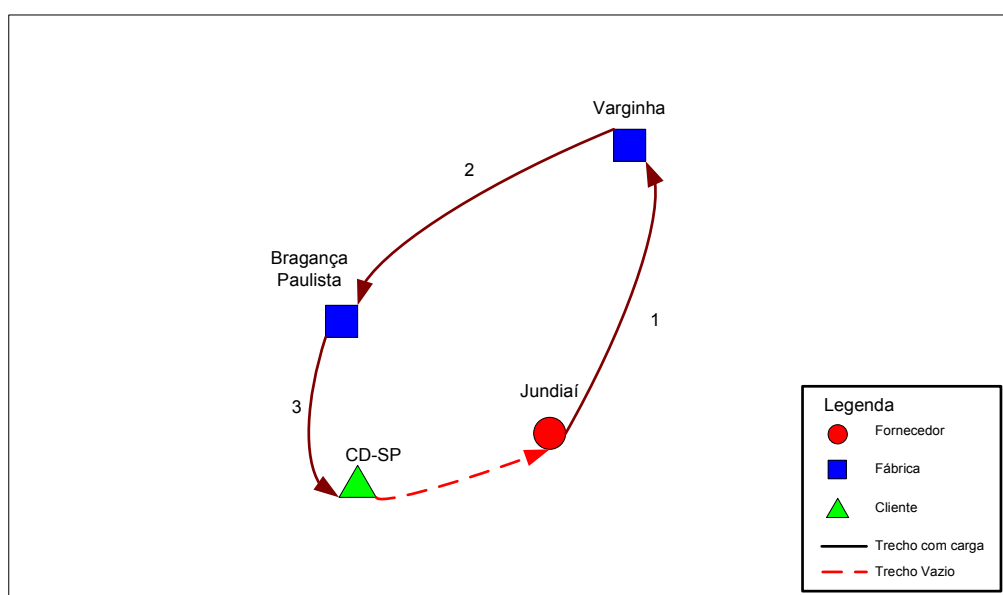


Figura 5.6 - Circuito 2 (3 trechos; 60%)

Este circuito possui produtividade de 91,26% e gera um saving da ordem de 90 mil reais. Este circuito também poderia gerar mais savings se as demandas dos trechos concatenados não fossem tão diferentes, acarretando na grande utilização de frete spot.

No cenário de produtividade de 65%, aparecem os circuitos 1 e 2 já descritos anteriormente. Esses dois circuitos são os únicos encontrados para cenários de meta de produtividade maior do que 65% até a produtividade meta de 95%. A partir dele, só é formado o circuito 1.

Novamente foi observado o fato que para todos os cenários gerados, os savings gerais associados as operações de circuitos foi positivo.

5.1.3 Limite de 4 trechos

Neste cenário utilizou-se o limite de 4 trechos, ampliando ainda mais as possibilidades para a formação dos circuitos.

Novamente verificou-se a formação de circuitos de apenas 2 trechos para o cenário de produtividade meta de 55% devido a baixa meta produtividade. Neste caso, foram formados três circuitos, o circuito 2 (circuito 1 do cenário de 2 trechos e 55% de produtividade), circuito 3 (também circuito 3 para o cenário de 2 trechos e 55% de produtividade) e o circuito 6, que ainda não havia sido formado. Este circuito é formado pelos trechos Sorocaba - S.J. dos Campos; Bragança Paulista - S.J. do Rio Preto.

Também aparecem dois circuitos de 3 trechos, mas nenhum com configurações formadas nos cenários do item 5.1.2. Além desses circuitos de 3 trechos, outros três circuitos de 4 trechos foram formados, possuindo configurações inadequadas, concatenando seguidamente a trechos que possuem a mesma origem ou destino. Pode-se atribuir essa distorção a baixa meta de produtividade, onde esses trechos anômalos prejudicam a produtividade global do circuito pois são formados devido ao sacrifício das sinergias encontradas entre os outros trechos constituintes do circuito.

Como exemplo dessa constatação pode-se citar o circuito 7, de 4 trechos, formado pelos trechos de Bragança Paulista com destino a Santos; Sorocaba até Santos, novamente; Sorocaba, novamente, até São João da Boa Vista; Mogi Guaçu com destino a Varginha. Este circuito com suas anomalias é detalhado na Figura 5.7.

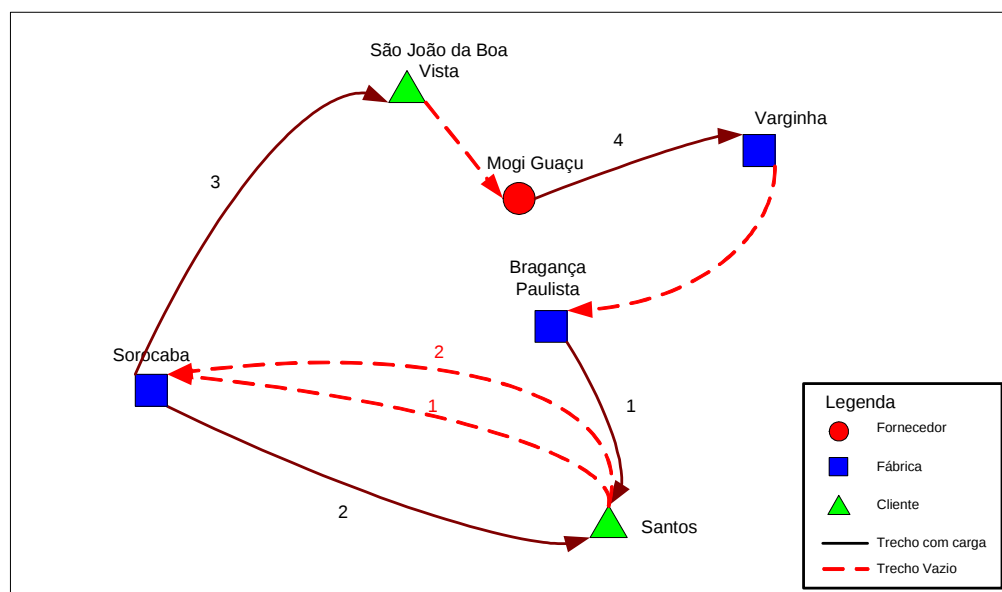


Figura 5.7 - Circuito 7 (4 trechos; 55%)

Neste circuito ocorrem repetições da origem em Sorocaba e destino em Santos, chegando o veículo a percorrer um trecho com origem em Santos, viajando vazio para Sorocaba, onde é carregado com destino em Santos e voltando para Sorocaba novamente, acarretando em uma configuração totalmente indesejada para a operação de circuitos, geralmente gerando um custo maior de operação.

Esta configuração somente deveria ser considerada se houvesse carga de retorno para as origens/destinos que aparecem mais de uma vez ou em caso de houver uma dificuldade operacional, como no caso de dificuldade de acionamento de transporte, tendo que o veículo voltar para a origem para se ter a garantia de transporte para outra carga. Mas não devem ser considerados se os trechos em duplicidade forem ociosos, não transportando carga e diminuindo a produtividade do circuito.

Para essas distorções, o modelo logístico de circuito não é a configuração mais adequada para o transporte. Neste caso em que os fluxos de transporte estão concentrados em uma origem, a configuração de hub passa a ser mais vantajosa. Nessa configuração as rotas são simples, com uma única origem e destino. O transporte é feito com um veículo compatível com todos os produtos, podendo ser

Capítulo 5 - Análise dos resultados

compartilhados para vários destinos. Essa operação ocorre tipicamente com carga lotação na ida e vazio na volta. Quando não há necessidade de viagens, os veículos aguardam na origem, a espera de novas cargas. A frota utilizada é dedicada, devido a previsibilidade da demanda de produtos a partir dessa origem.

No cenário de meta de produtividade de 55% ainda se observa a formação do circuito 1, que foi formado pela concatenação do fluxo de Itumbiara a Araraquara ao circuito 1 do cenário de 3 trechos e meta de produtividade maior que 65%. A baixa produtividade associada a probabilidade de utilização de um maior número de trechos possibilitou o aproveitamento do trecho Itumbiara - Araraquara, que concatenado com os outros fluxos, resultou em um circuito de produtividade menor do que o circuito 1 do cenário de 3 trechos e produtividade maior do que 65%.

Este circuito também aparece como circuito 1 no cenário de meta de produtividade de 60% e 65%. Nesses cenários também aparece o circuito 2, que é formado pelos trechos Itumbiara - Varginha; Varginha - Bragança Paulista; Bragança Paulista - CD SP; Diadema - Varginha.

Para as metas de produtividade acima de 70% e até 95%, aparecem os dois circuitos do cenário 3 trechos e meta de produtividade acima de 65%. Acima de 95%, aparece somente o circuito 1 do cenário de 3 trechos e meta 95%.

Os resultados dessas análises encontram-se na Tabela 5.7, Tabela 5.8, Tabela 5.9 e Tabela 5.10.

Cenário para circuitos de 4 trechos

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Itumbiara GO	Araraquara SP	1.842,38	5071	438	4633	8.535.723,38	1.176.876,73	12.304.879,10	503.127,02	3,93%
	2	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	438	3112	2.135.999,00				
	3	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1760	456.280,00				
	4	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	0	-				
Circuito 2	1	Itumbiara GO	Varginha MG	2.203,63	3003	2102	901	1.985.466,13	5.019.420,86	7.004.886,98	1.019.625,14	12,71%
	2	Varginha MG	Bragança Pta. SP	669,38	2102	2102	0	-				
Circuito 3	1	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	176	843	299.159,63	232.188,92	531.348,55	(29.854,92)	-5,95%
	2	Diadema SP	Varginha MG	794,75	176	176	-	-				
Circuito 4	1	Sorocaba SP	Jacareí SP	354,88	276	147	129	45.778,88	271.953,76	515.064,39	(6.122,64)	-1,20%
	2	Bragança Pta. SP	Campinas SP	350,63	147	147	-	-				
	3	Sorocaba SP	Campinas SP	255,00	196	147	49	12.495,00				
	4	Jundiá SP	Araraquara SP	847,88	365	147	218	184.836,75				
Circuito 5	1	Bragança Pta. SP	Piracicaba SP	425,00	155	155	0	-	486.526,46	830.351,46	(91.276,46)	-12,35%
	2	Sorocaba SP	Piracicaba SP	212,50	207	155	52	11.050,00				
	3	Sorocaba SP	CD BH	1.912,50	329	155	174	332.775,00				
Circuito 6	1	Sorocaba SP	S.J. dos Campos SP	567,38	221	181	40	22.695,00	446.102,34	468.797,34	(35.707,46)	-8,24%
	2	Bragança Pta. SP	S.J. Rio Preto SP	1.700,00	181	181	0	-				
Circuito 7	1	Bragança Pta. SP	Santos SP	531,25	148	148	0	-	429.837,75	544.579,25	18.324,75	3,26%
	2	Sorocaba SP	Santos SP	497,25	198	148	50	24.862,50				
	3	Sorocaba SP	S.J. Boa Vista SP	1.204,88	216	148	68	81.931,50				
	4	Mogi Guaçu SP	Varginha MG	794,75	158	148	10	7.947,50				
Circuito 8	1	Bragança Pta. SP	Araras SP	886,13	143	143	0	-	259.875,56	313.017,56	81.983,82	20,76%
	2	Sorocaba SP	Araras SP	637,50	191	143	48	30.600,00				
	3	Paulínia SP	Varginha MG	867,00	169	143	26	22.542,00				
											1.460.099,26	6,09%

Tabela 5.7 - Circuitos gerados para limite de 4 trechos e produtividade meta 55%

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Itumbiara GO	Araraquara SP	1.842,38	5071	438	4633	8.535.723,38	1.176.876,73	12.304.879,10	503.127,02	3,93%
	2	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	438	3112	2.135.999,00				
	3	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1760	456.280,00				
	4	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	0	-				
Circuito 2	1	Itumbiara GO	Varginha MG	2.203,63	3003	176	2827	6.229.647,88	571.464,64	8.389.488,39	136.517,36	1,60%
	2	Varginha MG	Bragança Pta. SP	669,38	2102	176	1926	1.289.216,25				
	3	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	176	843	299.159,63				
	4	Diadema SP	Varginha MG	794,75	176	176	-	-				
											639.644,38	3,00%

Tabela 5.8 - Circuitos gerados para limite de 4 trechos e produtividade meta 60 e 65%

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	0	-	532.520,16	3.124.799,16	340.523,34	9,83%
	2	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	438	3112	2.135.999,00				
	3	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1760	456.280,00				
Circuito 2	1	Jundiá SP	Varginha MG	758,63	184	184	0	-	237.423,04	1.817.604,91	90.625,96	4,75%
	2	Varginha MG	Bragança Pta. SP	669,38	2102	184	1918	1.283.861,25				
	3	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	184	835	296.320,63				
											431.149,31	8,02%

Tabela 5.9 - Circuitos gerados para limite de 4 trechos e produtividade meta 70%

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	0	-	532.520,16	3.124.799,16	340.523,34	9,83%
	2	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	438	3112	2.135.999,00				
	3	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1.760	456.280,00				
											340.523,34	9,83%

Tabela 5.10 - Circuito gerado para limite de 4 trechos e produtividade meta maior do que 95%

5.1.4 Sem restrições de trechos

Neste cenário a restrição de limite de trechos foi desconsiderada, podendo se necessário, utilizar todos os trechos listados para atingir a meta de produtividade.

Dadas as distorções já comentadas no item 5.1.3, já era esperada a formação de circuitos de configurações inadequadas. Apesar desse fato, a análise desse cenário proporcionou observações interessantes.

No cenário de meta de produtividade de 55%, foram formados 4 circuitos, sendo apenas um deles com mais de 4 trechos. Este circuito possui a distorção mencionada no item 5.1.3. Ele é o circuito 4 desse cenário, formado por 6 trechos (Bragança Paulista - Piracicaba; Sorocaba - Piracicaba; Sorocaba - Jacareí; Bragança Paulista - Campinas; Sorocaba - Campinas; Sorocaba - CDRJ). Esse circuito é ilustrado na Figura 5.8.

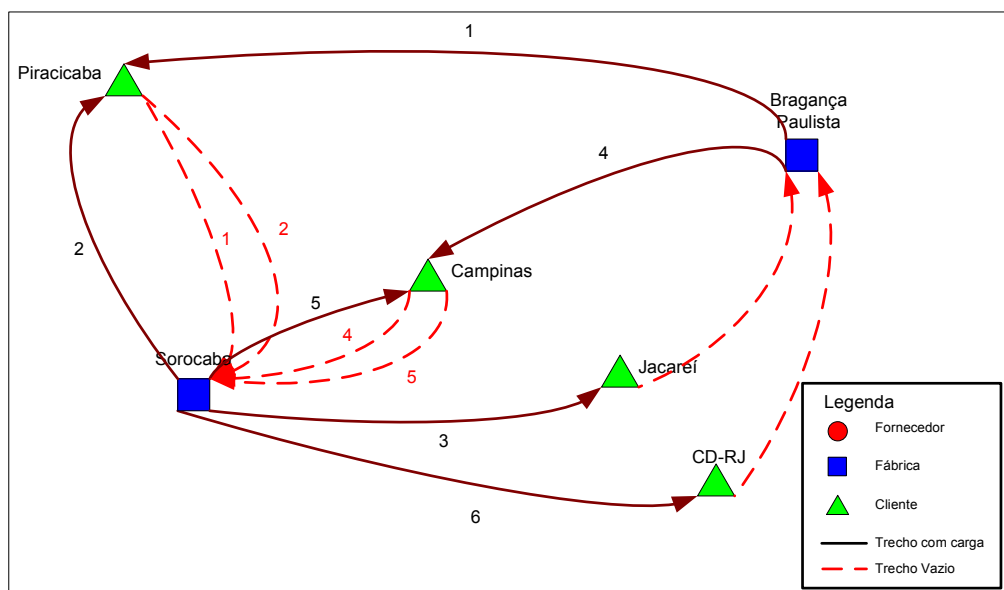


Figura 5.8 - Circuito 4 (sem limite de trechos; 55%)

Ele se inicia com o trecho de Bragança Paulista a Piracicaba; segue vazio de Piracicaba a Sorocaba, onde o veículo é carregado e segue de volta a Piracicaba; volta vazio para Sorocaba, é carregado e segue destino par Jacareí; depois de descarregado, vai vazio até a Bragança Paulista, onde é carregado e segue para Campinas. Descarregado em Campinas, o veículo segue vazio para Sorocaba. Em Sorocaba ele é carregado e segue a Campinas novamente. O ultimo trecho é feito de Sorocaba ao centro de distribuição do Rio de Janeiro. Após o abastecimento do centro de distribuição o veículo deve voltar a Bragança Paulista, fechando o ciclo do circuito. Devido a todas essas distorções esse circuito possui um custo de operação maior do que a operação praticada pela empresa, não sendo viável economicamente.

Apareceram novamente os circuitos formados por dois trechos. Neste cenário, eles aparecem como circuito 2 e 3, sendo os mesmos circuito 1 e 3 do cenário de 2 trechos e meta de produtividade de 55% respectivamente. O outro circuito que aparece nesse cenário é o circuito 1, circuito de mesmo número do cenário de 4 trechos e meta de produtividade 55%. Os resultados deste cenário estão detalhados na Tabela 5.11.

Para os cenários de produtividade meta de 60% e 65% são gerados os mesmos dois circuitos. Eles são os mesmos circuitos formados no cenário de 4 trechos e meta de produtividade de 60% e 65%. Estes circuitos estão detalhados na Tabela 5.12.

No cenário de meta de produtividade de 70% apareceram dois novos circuitos ambos de 5 trechos. A Figura 5.9 ilustra o circuito 1 e a Figura 5.10 ilustra o circuito 2, formados nesse cenário.

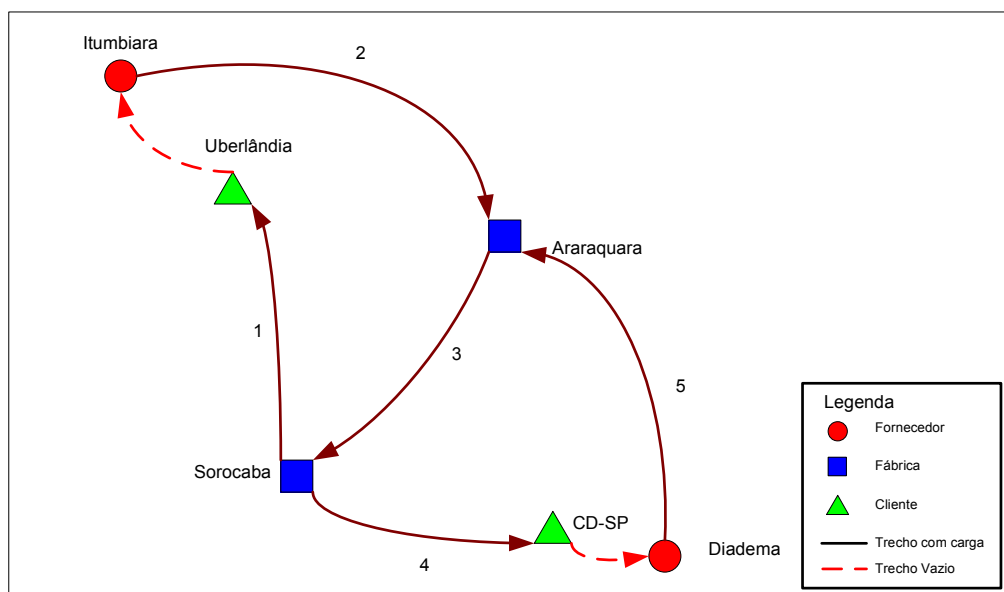


Figura 5.9 - Circuito 1 (sem limite de trechos; 70%)

O circuito 1 tem início em Sorocaba com destino a Uberlândia. Após ser descarregado em Uberlândia, o veículo segue vazio para Itumbiara, onde é carregado, seguindo destino a Araraquara. Em Araraquara o veículo, logo após a descarga, é carregado com destino a Sorocaba. Em Sorocaba, o veículo passa por um procedimento idêntico a Araraquara. Ele é descarregado, recebe uma nova carga e após carregado, segue destino ao centro de distribuição de São Paulo. Após ser descarregado, segue vazio para o seu ultimo trecho, com origem em Diadema e seguindo para Araraquara. Após a descarga em Araraquara o veículo deve voltar para Sorocaba, fechando o circuito. Apesar de possuir uma anomalia, tendo dois trechos com origem em Sorocaba e dois trechos com destino em Araraquara, esse circuito gera um saving de 410 mil reais, representando uma redução percentual de 3,12% do total das operações anteriormente realizadas.

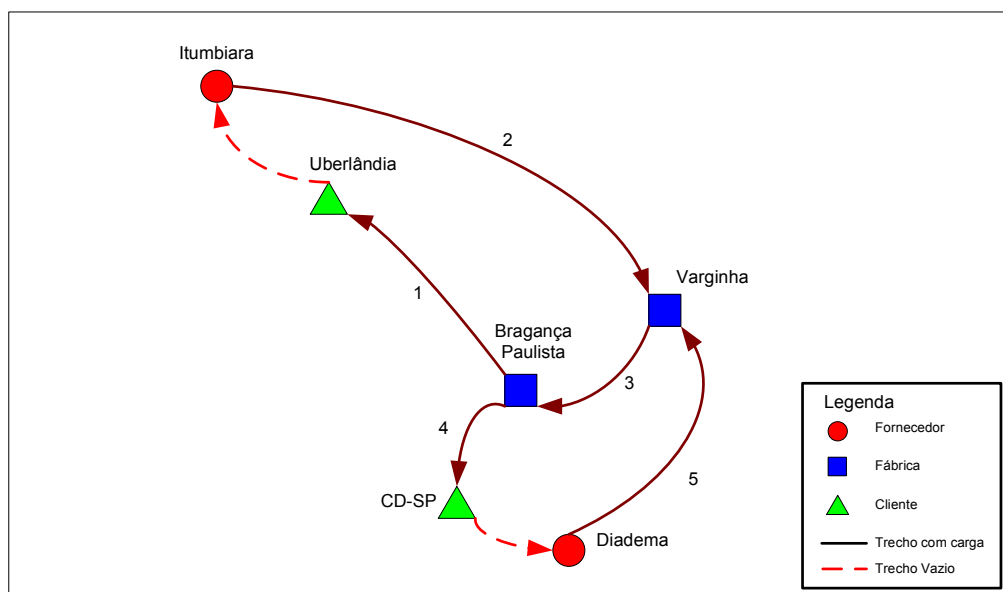


Figura 5.10 - Circuito 2 (sem limite de trechos; 70%)

O circuito 2 tem início em Bragança Paulista seguindo destino para Uberlândia. De Uberlândia, o veículo segue vazio para Itumbiara, onde é carregado e segue para Varginha. Em Varginha, após ser descarregado, o veículo recebe uma nova carga e segue destino para Bragança Paulista. Em Bragança, uma nova carga espera o veículo após ele ser descarregado. De Bragança Paulista, o veículo segue para o centro de distribuição de São Paulo. Depois de descarregado, o veículo segue vazio para o ultimo trecho do circuito, com origem em Diadema e destino em Varginha. De Varginha, o veículo deve seguir vazio até Bragança Paulista, para fechar o circuito. Este circuito também possui poucas distorções como o circuito 1, gerando um saving de 240 mil reais, que representam uma redução percentual de 2,78% do total das operações anteriormente praticadas.

Esses circuitos estão detalhados na Tabela 5.13.

Pode-se perceber que com o aumento da meta de produtividade, a formação de circuitos se torna mais seletiva, formando circuitos com menos distorções. A partir da meta de produtividade de 70%, nenhum circuito é formado.

Cenário para circuitos sem limite de trechos

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Itumbiara GO	Araraquara SP	1.842,38	5071	438	4633	8.535.723,38	1.176.876,73	12.304.879,10	503.127,02	3,93%
	2	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	438	3.112	2.135.999,00				
	3	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1760	456.280,00				
	4	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	0	-				
Circuito 2	1	Itumbiara GO	Varginha MG	2.203,63	3003	2102	901	1.985.466,13	5.019.420,86	7.004.886,98	1.019.625,14	12,71%
	2	Varginha MG	Bragança Pta. SP	669,38	2102	2102	0	-				
Circuito 3	1	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	176	843	299.159,63	232.188,92	531.348,55	(29.854,92)	-5,95%
	2	Diadema SP	Varginha MG	794,75	176	176	0	-				
Circuito 4	1	Bragança Pta. SP	Piracicaba SP	425,00	155	147	8	3.400,00	529.893,90	1.275.817,78	(45.087,90)	-3,66%
	2	Sorocaba SP	Piracicaba SP	212,50	207	147	60	12.750,00				
	3	Sorocaba SP	Jacareí SP	354,88	276	147	129	45.778,88				
	4	Bragança Pta. SP	Campinas SP	350,63	147	147	0	-				
	5	Sorocaba SP	Campinas SP	255,00	196	147	49	12.495,00				
	6	Sorocaba SP	CD RJ	1.700,00	542	147	395	671.500,00				
											1.447.809,35	6,42%

Tabela 5.11 - Circuitos gerados sem limite de trechos e produtividade meta 55%

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Itumbiara GO	Araraquara SP	1.842,38	5071	438	4633	8.535.723,38	1.176.876,73	12.304.879,10	503.127,02	3,93%
	2	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	438	3.112	2.135.999,00				
	3	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	438	1760	456.280,00				
	4	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	438	0	-				
Circuito 2	1	Itumbiara GO	Varginha MG	2.203,63	3003	176	2.827	6.229.647,88	571.464,64	8.389.488,39	136.517,36	1,60%
	2	Varginha MG	Bragança Pta. SP	669,38	2102	176	1926	1.289.216,25				
	3	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	176	843	299.159,63				
	4	Diadema SP	Varginha MG	794,75	176	176	0	-				
											639.644,38	3,00%

Tabela 5.12 - Circuitos gerados sem limite de trechos e produtividade meta 60 e 65%

Circuito	Ordem	Origem	Destino	Frete/Viagem	Viagens/Ano	Rodadas Circuito	Compra SPOT	Custo SPOT	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito 1	1	Sorocaba SP	Uberlândia MG	992,38	328	328	-	-	1.173.266,56	12.723.187,69	410.317,44	3,12%
	2	Itumbiara GO	Araraquara SP	1.842,38	5071	328	4743	8.738.384,63				
	3	Araraquara SP	Sorocaba SP	686,38	3550	328	3222	2.211.500,25				
	4	Sorocaba SP	CD SP	259,25	2198	328	1870	484.797,50				
	5	Diadema SP	Araraquara SP	1.047,63	438	328	110	115.238,75				
Circuito 2	1	Bragança Pta. SP	Uberlândia MG	956,25	173	173	0	-	619.906,28	8.449.997,91	241.439,09	2,78%
	2	Itumbiara GO	Varginha MG	2.203,63	3003	173	2830	6.236.258,75				
	3	Varginha MG	Bragança Pta. SP	669,38	2102	173	1929	1.291.224,38				
	4	Bragança Pta. SP	CD SP	354,88	1019	173	846	300.224,25				
	5	Diadema SP	Varginha MG	794,75	176	173	3	2.384,25				
											651.756,53	2,99%

Tabela 5.13 - Circuitos gerados sem limite de trechos e produtividade meta 70%

5.2 Configuração da malha com circuitos gerados

De posse dos circuitos gerados pelos cenários analisados, pode-se separar os que são viáveis no aspecto econômico e operacional e formar um conjunto de circuitos candidatos a implementação. Seguindo esse critério, serão desconsiderados os circuitos que geraram um custo de operação maior do que o praticado pela empresa e os que possuem as distorções de configuração do circuito já comentadas nos itens anteriores.

Separando os circuitos formados de acordo com esses critérios, o conjunto analisado será formado pelos seguintes circuitos:

- Circuito 1 – Cenário de limite de 2 trechos e produtividade meta de 55% (Itumbiara - Varginha; Varginha - Bragança Paulista)
- Circuito 6 – Cenário de limite de 2 trechos e produtividade meta de 55% (Bragança Paulista - Araras; Paulínia - Varginha)
- Circuito 1 – Cenário de limite de 3 trechos e produtividade meta de 65% (Diadema - Araraquara; Araraquara - Sorocaba; Sorocaba - CD SP)
- Circuito 2 – Cenário de limite de 3 trechos e produtividade meta de 65% (Jundiaí - Varginha; Varginha - Bragança Paulista; Bragança Paulista - CD SP)

Para facilitar a descrição das análises realizadas deste ponto em diante, os circuitos serão renomeados segundo a seguinte tabela:

Circuito gerado nos cenários	Circuito renomeado
Circuito 1 – Limite de 2 trechos e produtividade meta de 55%	Circuito A
Circuito 6 – Limite de 2 trechos e produtividade meta de 55%	Circuito B
Circuito 1 – Limite de 3 trechos e produtividade meta de 65%	Circuito C
Circuito 2 – Limite de 3 trechos e produtividade meta de 65%	Circuito D

Tabela 5.14 - Circuitos renomeados

Nota-se que por esse critério de separação, somente foram selecionados os circuitos dos cenários de limite de 3 trechos. A partir do limite de 4 trechos, surgem os circuitos com distorção, que não serão aproveitados nessa análise.

Dentro do conjunto de circuitos selecionados, existe a utilização do trecho comum, de Varginha a Bragança Paulista nos circuitos A e D. Nas análises a seguir serão realizadas comparações do custo de implementação desse conjunto de circuitos frente a esse conflito de utilização desse trecho. Serão analisadas as situações de implementação somente do circuito A ou D e a implementação de ambos, com alterações no número de rodadas dos circuitos.

5.2.1 Utilização do trecho somente no circuito A

Nessa análise, o trecho de Varginha a Bragança Paulista será alocado somente para o circuito A em detrimento da formação do circuito D. O custo resultante dessa decisão é o detalhado na Tabela 5.15.

Circuito	Rodadas Circuito	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito A	2102	5.019.420,86	7.004.886,98	1.019.625,14	12,71%
Circuito B	143	216.471,51	239.013,51	34.225,37	12,53%
Circuito C	438	532.520,16	3.124.799,16	340.523,34	9,83%
				1.394.373,86	11,85%

Tabela 5.15 - Cenário de utilização do trecho conflitante somente no circuito A

A operação desses três circuitos gera um saving de 1 milhão e 394 mil reais, representando uma redução percentual de 11,85% do custo da operação nesses trechos.

5.2.2 Utilização do trecho somente no circuito D

Nessa análise, o trecho de Varginha a Bragança Paulista será alocado somente para o circuito D, não sendo realizada a formação do circuito A. O custo resultante dessa decisão é o detalhado na Tabela 5.16.

Circuito	Rodadas Circuito	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito B	143	216.471,51	239.013,51	34.225,37	12,53%
Circuito C	438	532.520,16	3.124.799,16	340.523,34	9,83%
Circuito D	184	237.423,04	1.817.604,91	90.625,96	4,75%
				465.374,68	8,24%

Tabela 5.16 - Cenário de utilização do trecho conflitante somente no circuito D

A operação desses circuitos gera um saving de 465 mil reais, representando uma redução percentual de 8,24% do custo da operação nesses trechos.

Essa configuração gera um saving de ordem de grandeza bem menor do que a configuração analisada no item 5.2.1. O circuito A gera um grande saving devido ao seu alto volume de viagens e a redução da compra do frete spot, de valor elevado para os seus trechos constituintes. Esse fato destaca a importância da implementação do circuito A. No próximo item, será analisado a implementação conjunta de todos os circuitos conjuntamente, mediante a segmentação das viagens do trecho Varginha a Bragança Paulista entre os circuitos A e D.

5.2.3 Utilização do trecho em ambos os circuitos

Devido ao saving gerado pela implementação do circuito A, esse item analisa a implantação conjunta de todos os circuitos.

Capítulo 5 - Análise dos resultados

Essa situação pode ser atingida com a redução do número de rodadas do circuito A. Como o volume do trecho Varginha a Bragança Paulista é de 2102 viagens por ano e o volume basal do circuito D é 184 viagens por ano, pode-se reduzir o número de rodadas do circuito A em 184 viagens, passando a operar somente 1918 vezes ao ano. O custo resultante dessa decisão é o detalhado na Tabela 5.17.

Circuito	Rodadas Circuito	Custo Circuito	Custo Total	Savings	Savings (%)
Circuito A	1918	4.617.140,19	7.008.073,31	893.273,81	11,31%
Circuito B	143	216.471,51	239.013,51	34.225,37	12,53%
Circuito C	438	532.520,16	3.124.799,16	340.523,34	9,83%
Circuito D	184	237.423,04	533.743,66	90.625,96	14,51%
				1.358.648,49	11,08%

Tabela 5.17 - Cenário de utilização do trecho conflitante em ambos os circuitos

A operação desses circuitos gera um saving de 1 milhão e 358 mil reais, representando uma redução percentual de 11,08% do custo da operação nesses trechos.

O cenário analisado no item 5.2.1 é mais vantajoso para a empresa, pois gera um saving maior do que a implementação de todos os circuitos conjuntamente. Isso acontece porque a contratação spot no circuito A é acrescida na ordem de 405 mil reais enquanto que os savings trazidos pela implementação do circuito D são apenas da ordem de 90 mil reais, não justificando o deslocamento das viagens para a formação do circuito D.

Conclusão

6 CONCLUSÃO

Este capítulo destina-se a descrever os principais pontos observados pela execução do modelo, indicando quais são os fatores que influenciam a formação de circuitos e os savings associados a sua operação.

Serão detalhados pontos de atenção na implementação dos circuitos, para que possa se garantir a captura dos benefícios dos circuitos de movimento contínuo.

Finalizando o trabalho, são apresentados os pontos de melhoria futura do modelo.

6.1 Pontos observados

Durante a execução do modelo foram percebidos diversos fatores que impactavam os resultados dos circuitos formados. Este item tem como objetivo detalhar esses pontos descrevendo qual a sua influencia na formação dos circuitos e obtenção dos seus savings.

A produtividade é um fator chave para obtenção dos benefícios relacionados ao movimento contínuo. Circuitos de alta produtividade minimizam a distância em que o veículo trafega vazio e conseqüentemente proporcionam um melhor aproveitamento do frete pago e a geração de economias significativas.

Outro fator importante para a captura de benefícios é a minimização da compra de frete spot, principalmente nos trechos que possuem um alto valor do preço desse frete. Isso pode ser alcançado pela concatenação de trechos de demanda similares, obtendo dessa forma um número de rodadas do circuito muito próximo a da demanda individual de cada um de seus trechos constituintes.

Como nem sempre os trechos de demanda similar estão próximos, acaba-se incorrendo no trade-off de obtenção de similaridade de demanda e obtenção da maior produtividade.

A configuração da malha logística influencia significativamente no potencial de formação de circuitos. Como a malha logística utilizada neste problema possuía a característica de concentração dos fluxos com destino e origens nas fábricas, não foi formado um grande número de circuitos, devido as distorções já comentadas no capítulo 5.

O número de trechos utilizados para a formação dos circuitos também influencia de modo significativo a produtividade do circuito formado. Para a malha analisada, chegou-se ao número de 3 trechos como sendo o ideal para a formação de circuitos de alta produtividade, obtendo-se circuitos com produtividade acima de 90%.

6.2 Implementação do modelo

No projeto desenvolvido pelo autor deste trabalho, o modelo não pode ser implementado, devido a alocação da equipe de projeto em um outro cliente, para o desenvolvimento da Market Offering da Central de Tráfego. Devido a alta demanda no mercado pelo projeto da Central de Tráfego, o cliente cujos dados foram modelados neste trabalho está na lista de projetos futuros da Accenture.

Devido a constatação de alguns pontos críticos para a implementação do modelo e a captura de valor através dos circuitos de movimento contínuo e as negociações para a formação dos arranjos logísticos colaborativos, alguns pontos de atenção devem ser observados para a implantação eficaz do modelo proposto neste trabalho.

Nos itens a seguir serão discutidos os pontos de atenção para a garantia da captura de benefícios proporcionada pelo modelo proposto no presente trabalho.

6.2.1 Consideração dos detalhes operacionais

O primeiro ponto de atenção se refere aos ajustes necessários no nível operacional dos circuitos implementados. O modelo desenvolvido neste trabalho tem o caráter de planejamento, objetivando a identificação dos circuitos, utilizando estimativas de velocidade média, tempos de carga e descarga. Esses parâmetros são gerais, podendo não refletir a operação específica de determinados trechos, devido ao tráfego enfrentado em áreas urbanas, diferenças de escoamento e condições das vias, entre outros fatores e também nos sites, que podem possuir capacidades diferentes de carga e descarga devido a utilização de equipamentos mais eficientes e maior quadro de funcionários.

Para um valor mais apurado dos savings obtidos são necessários ajustes com informações mais detalhadas de cada trecho dos circuitos identificados, levantando as velocidades médias, tempos de cada trecho e tempos mais detalhados de carga e descarga de cada site atendido. Através desses ajustes, a operação dos circuitos é melhor dimensionada, identificado o número adequado de veículos a serem contratados, que tem impacto direto nos custos fixos dos circuitos.

6.2.2 Mudanças nos processos

O segundo ponto de atenção identificado se refere as mudanças de processo necessárias para a operação de circuitos de forma eficiente.

Capítulo 6 – Conclusão

Para se obter todos os benefícios relativos a implementação de circuitos de movimento contínuo, a gestão do transporte deve ser realizada de forma centralizada, possibilitando visibilidade completa do fluxo de cargas na malha e a obtenção de sinergias de fluxos de transporte que possam ser utilizados na formação dos circuitos. Quanto maior a visibilidade da malha, maior é o potencial de implementação dos circuitos.

Devido a criticidade da manutenção da produtividade da operação de circuitos os seus tempos de operação devem ser rigorosamente obedecidos, garantindo a maximização da utilização dos veículos e os savings. Com a obtenção dos tempos detalhados da operação, é possível realizar um agendamento do circuito, estabelecendo intervalos de tempo nos quais o veículo deverá realizar o transporte, estar carregando ou descarregando os itens de modo a garantir que os tempos especificados sejam cumpridos.

O agendamento das cargas dos circuitos é um fator fundamental para o seu funcionamento, pois fornece previsibilidade para a operação. A visibilidade de informações das cargas permite a separação antecipada das cargas nos horários adequados, já posicionando os paletes na área de staging e também a reserva de docas para o descarregamento das cargas dos circuitos. Dessa maneira, as interrupções na operação dos circuitos devido a atrasos no embarque e indisponibilidades de docas nos sites são minimizadas.

Devido a criticidade do cumprimento dos tempos, é necessária que a operação dos circuitos seja priorizada frente as demais operação de transporte executada pela empresa. É necessária a identificação de veículos de circuitos logo na portaria do site, facilitando o transito dos veículos de circuito e direcionamento para a doca reservada para a operação de carga e descarga. Essa identificação pode ser realizada através de um crachá de identificação do veículo.

Essa priorização deve ser comunicada a todos os provedores de transporte da empresa, informando a razão para a priorização do veículo, a aliança estabelecida com a transportadora do circuito e a necessidade de cumprimento dos prazos operação diferenciada realizada. Essa comunicação evita atritos devido ao veículo de

circuitos ter privilégios de operação, evitando as filas normalmente enfrentadas a espera de uma doca para a carga e descarga de itens.

Para a garantia de que os circuitos estão sendo cumpridos nos tempos determinados é necessária a implantação de um sistema de monitoramento contínuo dos circuitos. Esse monitoramento pode ser conseguido através do rastreamento via gps dos veículos dos circuitos. Existem várias empresas provedoras desse serviço no mercado sendo as principais: Autotrak, Ituran e Pamcary. Essas empresas fornecem informações de posicionamento dos veículos em tempo real, através do envio de informações via satélite. Além disso, o motorista pode enviar informações no caso de imprevistos, que podem gerar atrasos na operação. O monitoramento do trânsito dos circuitos fornece visibilidade a operação no caso de atrasos provocados por incidentes, possibilitando a tomada de ações de forma pro-ativa no caso de ocorrências nos circuitos e ajustes na operação de todo o circuito, como re-agendamento das cargas.

6.2.3 Seleção das transportadoras

Devido ao aspecto colaborativo necessário a operação dos circuitos, a possibilidade de estabelecer um relacionamento de longo prazo, a diferenciação exigida na operação e ao comprometimento estratégico muito maior do que no caso de um simples contrato de prestação de serviços de uma transportadora, a seleção da transportadora para o estabelecimento da parceria deve ser estruturada e criteriosa, levando em consideração as características importantes na operação dos circuitos.

Deveria existir um intensivo esforço inicial visando a integração entre as partes que compõem a parceria, a fim de aumentar as chances de sucesso do relacionamento no longo prazo e a aderência da capacidade das transportadoras às necessidades específicas da operação dos circuitos.

Capítulo 6 – Conclusão

Um processo estruturado de seleção de prestadores de serviços comumente utilizado no mercado é o das RFXs. Essa ferramenta se constitui de conjunto de questionários e processos abrangendo os requisitos de negócio da contratante. Esse questionário é enviado às empresas candidatas com o objetivo de selecionar o conjunto mais apto de prestadores. A RFX é uma avaliação objetiva, estruturada e transparente, possibilitando a análise precisa do cenário apresentado. As informações proporcionadas pela RFX aumentam a compreensão do ambiente logístico, garantindo assim a qualidade dos processos subseqüentes.

Esse processo é constituído das seguintes etapas:

- Identificação de parceiros em potencial;
- Aplicação do RFI - Request for Information
- Realização de visitas e entrevistas
- Aplicação do RFP – Request for Proposal
- Seleção das transportadoras com base na análise do RFP e nas negociações comerciais.

A identificação de parceiros em potencial deve ser relativamente rápida, constituindo a identificação de empresas capazes de cumprir as exigências mais básicas já definidas anteriormente pela equipe de planejamento.

Na fase do RFI, a empresa contratante deve fornecer as transportadoras candidatas algumas informações sobre si mesma e sobre as atividades a serem realizadas na operação dos circuitos. O questionário enviado deve ser simples contendo questões que englobem dados sobre: estabilidade financeira, experiência e reputação, infra-estrutura, gestão de risco, controle de qualidade e programas de melhoria contínua, tecnologias disponíveis e qualificação de pessoal. Na RFI deve ser informado o cronograma da seleção e esclarecidas as dúvidas das candidatas.

Após serem respondidos os questionários, deve ser aplicado um modelo analítico de comparação, com o objetivo de mensurar e comparar o desempenho das empresas e obter um ranking a partir do qual se define as mais aptas a permanecer no processo seletivo.

Após a realização da RFI são realizadas as visitas e entrevistas as transportadoras para o esclarecimento de possíveis dúvidas e verificação da adequação dos veículos e capacitação do pessoal. Essa fase também é eliminatória, selecionando somente as transportadoras que possuem capacidade de atender a demanda dos circuitos.

Questões relativas a custos devem ser tratadas somente durante a etapa do RFP, uma vez que exigem uma quantidade de informações maior que o fornecido pelo RFI. Nessa fase são enviadas propostas contendo os termos contratuais da operação, as responsabilidades das partes e termos de pagamento. Nessa fase são eliminadas as transportadoras que não se aceitam a proposta da empresa.

Com a RFP respondida pelas transportadoras, passa-se a fase de negociação e estabelecimento dos contratos para as transportadoras selecionadas.

Após a seleção das transportadoras, um novo conjunto de iniciativas integradoras deve ser executado para se garantir o sucesso da operação. Inicialmente, devem ser realizados os ajustes operacionais nas transportadoras selecionadas como identificação dos veículos de circuito, cadastro dos veículos no sistema de monitoramento, instalação dos rastreadores e treinamento dos motoristas comunicando a operação dos circuitos e no manuseio dos rastreadores.

6.3 Pontos de melhoria

Os resultados gerados pelo modelo poderiam ser melhorados pela utilização de outros fluxos que não foram considerados na análise, pois não se encaixavam na condição de estacionariedade de demanda assumida pelo modelo. Existe dentro da empresa um fluxo de transferências entre os centros de distribuição. Essas transferências são realizadas para atender a demanda de alguma região, que em algumas ocasiões o centro de distribuição responsável pelo seu abastecimento não possuem uma quantidade de estoque necessária para atender a demanda. Esses fluxos

de transferências existem para cobrir a falta de estoque dos centros de distribuição, pois eles possuem diferentes capacidades de armazenagem. Como estes fluxos de transferências são programados pela empresa, sendo conhecidos pela empresa, poderiam ser faseados de modo que a sua distribuição de demanda adquira o perfil estacionário desejado para a formação dos circuitos. O aproveitamento desses trechos poderia aumentar o potencial de formação de circuitos.

O algoritmo do modelo matemático poderia ser refinado, aproveitando a fração de trechos que não foram alocados aos circuitos, possibilitando a captura de um maior número de circuitos para qualquer configuração de malha logística analisada. Este é um refinamento que certamente será implementado no modelo para os futuros análises realizadas em projetos da “Market Offering”.

Após o levantamento dos dados reais de operação dos sites, e dos tempos de percurso dos trechos dos circuitos, poderiam ser levantadas as suas distribuições de probabilidades e aplicado um modelo de simulação, para validar os circuitos formados e identificar possíveis pontos críticos. Porém o desenvolvimento desse modelo de simulação foge totalmente ao escopo deste trabalho, sendo um complemento ao modelo matemático proposto.

Referências Bibliográficas

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, R.H.. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: Planejamento, organização e logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2001.

CAIXETA-FILHO, J.V.; MARTINS, R.S.. **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2001.

FLEURY, F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K.F.. **Logística empresarial**: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.

GOLDBARG, M.C.; LUNA, H. **Otimização Combinatória e Programação Linear**: Modelos e algoritmos. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

MA, I.C.J.. **Desenvolvimento de um modelo de reajuste para distribuição fracionada**. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MORETTIN, P.A.. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

NOVAES, A.. **Logística aplicada**: Suprimento e distribuição física. São Paulo: Pioneira, 1994.

SHAPIRO, J.F.. **Modeling the supply chain**. New York: Duxbury, 2001.

Anexos

8 ANEXOS

Levantamento dos dados

#	Site	Sistema DMS		Sistema DD	
		Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
1	Araraquara SP	S 21° 47' 40"	W 48° 10' 32"	21,79	48,18
2	Araras SP	S 22° 21' 25"	W 47° 23' 3"	22,36	47,38
3	Bragança Pta. SP	S 22° 57' 7"	W 46° 32' 31"	22,95	46,54
4	Campinas SP	S 22° 54' 20"	W 47° 3' 39"	22,91	47,06
5	CD BH	S 19° 55' 15"	W 43° 56' 16"	19,92	43,94
6	CD MS	S 20° 26' 34"	W 54° 38' 47"	20,44	54,65
7	CD PR	S 25° 25' 40"	W 49° 16' 23"	25,43	49,27
8	CD RJ	S 22° 54' 10"	W 43° 12' 27"	22,90	43,21
9	CD SP	S 23° 32' 51"	W 46° 38' 10"	23,55	46,64
10	Diadema SP	S 23° 41' 10"	W 46° 37' 22"	23,69	46,62
11	Itumbiara GO	S 18° 25' 9"	W 49° 12' 55"	18,42	49,22
12	Jacareí SP	S 23° 18' 19"	W 45° 57' 57"	23,31	45,97
13	Jundiaí SP	S 23° 11' 11"	W 46° 53' 3"	23,19	46,88
14	Marília SP	S 22° 12' 50"	W 49° 56' 45"	22,21	49,95
15	Mogi das Cruzes SP	S 23° 31' 22"	W 46° 11' 18"	23,52	46,19
16	Mogi Guaçu SP	S 22° 22' 20"	W 46° 56' 32"	22,37	46,94
17	Paulínia SP	S 22° 45' 40"	W 47° 9' 15"	22,76	47,15
18	Piracicaba SP	S 22° 43' 31"	W 47° 38' 57"	22,73	47,65
19	Ponta Grossa PR	S 25° 5' 42"	W 50° 9' 43"	25,10	50,16
20	Ribeirão Preto SP	S 21° 10' 39"	W 47° 48' 37"	21,18	47,81
21	S.J. Boa Vista SP	S 21° 58' 9"	W 46° 47' 53"	21,97	46,80
22	S.J. dos Campos SP	S 23° 10' 46"	W 45° 53' 13"	23,18	45,89
23	S.J. Rio Preto SP	S 20° 49' 11"	W 49° 22' 46"	20,82	49,38
24	Santos SP	S 23° 57' 39"	W 46° 20' 1"	23,96	46,33
25	Sorocaba SP	S 23° 30' 6"	W 47° 27' 29"	23,50	47,46
26	Uberlândia MG	S 18° 55' 7"	W 48° 16' 38"	18,92	48,28
27	Varginha MG	S 21° 33' 5"	W 45° 25' 49"	21,55	45,43

Tabela 8.1 - Levantamento das coordenadas dos sites do problema

Formador de custo	Fator de custo	Parcela dos custos	Fonte
Salário do motorista	779,07		Sind. dos Trabalhadores de Empresas de Transp.
Salário do ajudante	779,07		Rodoviários de Carga Seca e Molhada de SP
Índice multiplicativo	1,85		Novaes (1994)
	Custo de salários	2882,56	
Preço do caminhão novo	289133,00		Tabela Fipe
Preço do caminhão no fim da vida útil	156483,00		Tabela Fipe
Preço do implemento novo	110917,00		Pesquisa no mercado
Preço do implemento no fim da vida útil	45650,00		Pesquisa no mercado
Vida útil em anos	8		Website Economia&Transporte
	Depreciação	2061,64	
Preço do caminhão novo	289133,00		Tabela Fipe
Preço do camiutilnhão no fim da vida útil	156483,00		Tabela Fipe
Preço do implemento novo	110917,00		Pesquisa no mercado
Preço do implemento no fim da vida útil	45650,00		Pesquisa no mercado
Vida útil em anos	8		Website Economia&Transporte
Juros (aa)	6%		Website Economia&Transporte
	Custo de capital	3611,58	
Licenciamento e seguro obrigatório (% do custo de capital)	0,006		Novaes (1994)
	Custo de Licenciamento	21,67	
Seguro do caminhão	791,00		Seguradoras e periódicos especializados
Seguro da carreta	373,73		Seguradoras e periódicos especializados
	Seguro	1164,73	
Preço do rastreador	350,00		Pesquisa no mercado
Vida útil em anos	8		Website Economia&Transporte
Mensalidade	130,00		Pesquisa no mercado
	Serviço de rastreamento	133,65	
	Total dos custos fixos (R\$/mês)	9875,82	

Tabela 8.2 - Formação dos custos fixos

Formador de custo	Fator de custo	Parcela dos custos	Fonte
Preço do combustível (R\$/l)	1,86		Pesquisa no mercado
Rendimento do veículo (km/l)	4,8		Manual do proprietário LS1938
	Custo do combustível	0,39	
Mão de obra da troca (R\$)	15,00		Pesquisa no mercado
Capacidade do reservatório de óleo (l)	26		Manual do proprietário LS1938
Preço do óleo lubrificante (R\$/l)	6,60		Pesquisa no mercado
Período entre trocas (km)	15000		Manual do proprietário LS1938
	Custo de lubrificação	0,01	
Nº de pneus utilizado pelo veículo	22		Manual do proprietário LS1938
Preço do pneu novo (R\$)	1723,62		Pesquisa no mercado
Vida útil do pneu (km)	250000		Pesquisa no mercado
Preço da recapagem (R\$)	268,00		Pesquisa no mercado
Vida útil do pneu após a recapagem (km)	60000		Pesquisa no mercado
	Custo de pneus	0,25	
Preço da lavagem (R\$)	180,00		Pesquisa no mercado
Período entre lavagens (km)	2000		Novaes (1994)
	Custo de lavagens	0,09	
Custo de manutenção (% do total dos CV)	24		Novaes (1994)
	Custo de manutenção	0,18	
	Total variável (R\$/km)	0,92	

Tabela 8.3 - Formação dos custos variáveis

Anexos

#	Trecho	Distância percorrida (km)	Início	Término	Velocidade média (km/h)
1	Araraquara SP-Sorocaba SP	244,65	08:30	12:55	55,39
2	Araraquara SP-Sorocaba SP	244,65	13:00	17:35	53,38
3	Sorocaba SP-Araraquara SP	244,65	15:10	18:40	69,90
4	Sorocaba SP-Araraquara SP	244,65	10:35	14:00	71,60
5	Sorocaba SP-CD SP	120,99	08:00	10:20	51,85
6	Sorocaba SP-CD SP	120,99	14:00	16:25	50,06
7	CD SP-Sorocaba SP	120,99	12:30	14:20	65,99
8	CD SP-Sorocaba SP	120,99	19:00	20:40	72,59
9	Varginha MG-Bragança Pta. SP	249,75	08:45	13:00	58,76
10	Varginha MG-Bragança Pta. SP	249,75	13:30	17:50	57,63
11	Bragança Pta. SP-Varginha MG	249,75	15:50	19:20	71,36
12	Bragança Pta. SP-Varginha MG	249,75	08:00	11:20	74,93
13	Bragança Pta. SP-CD SP	87,2	08:20	10:00	52,32
14	Bragança Pta. SP-CD SP	87,2	14:00	15:45	49,83
15	CD SP-Bragança Pta. SP	87,2	13:00	14:15	69,76
16	CD SP-Bragança Pta. SP	87,2	18:00	19:25	61,55
Média calculada					61,68
Coeficiente de tolerância					10%
Média corrigida					55,51

Tabela 8.4 - Cálculo da velocidade média

#	Site	Chegada no site	Início do carregamento	Término do carregamento	Tempo de fila	Tempo de carregamento	Tempo total de carregamento
1	Jundiaí	11:35	12:00	12:40	00:25	00:40	01:05
2	Jundiaí	08:17	08:45	09:30	00:28	00:45	01:13
3	Jundiaí	08:30	09:10	09:55	00:40	00:45	01:25
4	Paulínia	07:00	07:40	08:26	00:40	00:46	01:26
5	Paulínia	15:40	16:05	16:45	00:25	00:40	01:05
6	Paulínia	17:15	17:50	18:35	00:35	00:45	01:20
7	Diadema	07:30	08:07	08:50	00:37	00:43	01:20
8	Diadema	08:06	08:35	09:19	00:29	00:44	01:13
9	Diadema	14:15	14:50	15:35	00:35	00:45	01:20
10	Araraquara	09:22	10:05	10:47	00:43	00:42	01:25
11	Araraquara	10:43	11:29	12:13	00:46	00:44	01:30
12	Araraquara	13:12	13:53	14:40	00:41	00:47	01:28
13	Araraquara	15:40	16:18	16:55	00:38	00:37	01:15
14	Varginha	08:20	08:55	09:40	00:35	00:45	01:20
15	Varginha	10:00	10:35	11:15	00:35	00:40	01:15
16	Varginha	12:50	13:35	14:23	00:45	00:48	01:33
17	Varginha	17:20	18:05	18:45	00:45	00:40	01:25
18	Bragança Paulista	10:15	10:55	11:40	00:40	00:45	01:25
19	Bragança Paulista	15:20	16:00	16:55	00:40	00:55	01:35
20	Bragança Paulista	16:30	17:00	17:45	00:30	00:45	01:15
21	Bragança Paulista	17:00	17:45	18:30	00:45	00:45	01:30
22	Sorocaba	09:10	09:50	10:25	00:40	00:35	01:15
23	Sorocaba	11:20	12:05	12:50	00:45	00:45	01:30
24	Sorocaba	15:45	16:30	17:12	00:45	00:42	01:27
25	Sorocaba	18:00	18:35	19:25	00:35	00:50	01:25
Média calculada					00:37	00:43	01:21
Coefficiente de tolerância					10%	10%	10%
Média corrigida					00:41	00:48	01:29

Tabela 8.5 - Cálculo do Tempo médio de carregamento

#	Site	Chegada no site	Início do descarregamento	Término do descarregamento	Tempo de fila	Tempo de descarregamento	Tempo total de descarregamento
1	Araraquara	10:03	10:45	11:41	00:42	00:56	01:38
2	Araraquara	10:08	11:00	11:53	00:52	00:53	01:45
3	Araraquara	14:14	15:15	16:12	01:01	00:57	01:58
4	Araraquara	13:00	13:45	14:40	00:45	00:55	01:40
5	Varginha	09:35	10:15	11:10	00:40	00:55	01:35
6	Varginha	13:20	14:20	15:10	01:00	00:50	01:50
7	Varginha	15:15	16:25	17:20	01:10	00:55	02:05
8	Varginha	17:00	17:50	18:45	00:50	00:55	01:45
9	Bragança Paulista	09:25	10:15	11:05	00:50	00:50	01:40
10	Bragança Paulista	12:15	13:00	13:55	00:45	00:55	01:40
11	Bragança Paulista	16:05	17:20	18:10	01:15	00:50	02:05
12	Bragança Paulista	08:10	09:05	09:55	00:55	00:50	01:45
13	Sorocaba	08:25	09:20	10:15	00:55	00:55	01:50
14	Sorocaba	11:20	12:05	12:55	00:45	00:50	01:35
15	Sorocaba	15:15	16:20	17:15	01:05	00:55	02:00
16	Sorocaba	18:10	19:10	19:55	01:00	00:45	01:45
17	CD-SP	08:25	09:30	10:22	01:05	00:52	01:57
18	CD-SP	10:20	11:20	12:10	01:00	00:50	01:50
19	CD-SP	14:35	15:40	16:38	01:05	00:58	02:03
20	CD-SP	17:15	18:22	19:17	01:07	00:55	02:02
21	CD-SP	08:15	09:10	10:05	00:55	00:55	01:50
22	CD-MG	08:10	09:05	09:56	00:55	00:51	01:46
23	CD-MG	10:00	11:05	11:57	01:05	00:52	01:57
24	CD-MG	11:30	12:25	13:20	00:55	00:55	01:50
25	CD-MG	13:10	14:10	15:15	01:00	01:05	02:05
26	CD-MG	16:55	17:45	18:50	00:50	01:05	01:55
Média calculada					00:56	00:54	01:50
Coeficiente de tolerância					10%	10%	10%
Média corrigida					01:02	00:59	02:01

Tabela 8.6 - Cálculo do Tempo médio de descarregamento

Anexos

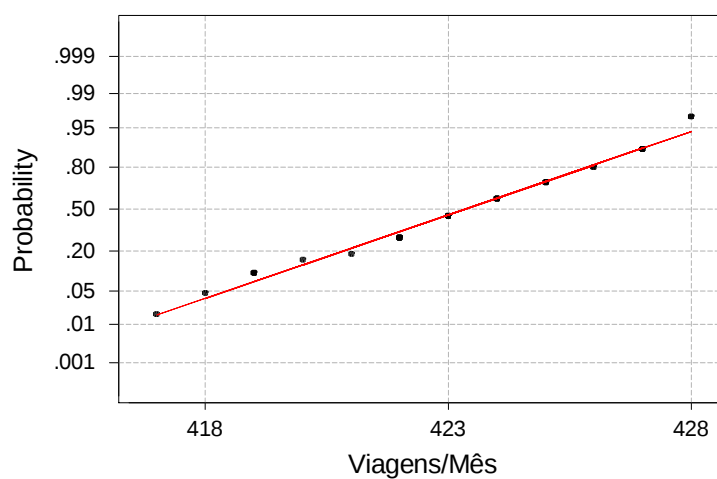
Origem	Destino	Viagens/ano	Frete (R\$/Viagem)
Itumbiara GO	Araraquara SP	5071	1.842,38
Araraquara SP	Sorocaba SP	3550	686,38
Itumbiara GO	Varginha MG	3003	2.203,63
Sorocaba SP	CD SP	2198	259,25
Varginha MG	Bragança Pta. SP	2102	669,38
Bragança Pta. SP	CD SP	1019	354,88
Sorocaba SP	CD RJ	542	1.700,00
Diadema SP	Araraquara SP	438	1.047,63
Mogi Guaçu SP	Araraquara SP	377	884,00
Jundiaí SP	Araraquara SP	365	847,88
Paulínia SP	Araraquara SP	353	794,75
Sorocaba SP	CD BH	329	1.912,50
Sorocaba SP	Uberlândia MG	328	992,38
Bragança Pta. SP	CD RJ	285	1.593,75
Sorocaba SP	Jacareí SP	276	354,88
Sorocaba SP	Ribeirão Preto SP	270	1.098,63
Sorocaba SP	S.J. Rio Preto SP	242	1.241,00
Sorocaba SP	Mogi das Cruzes SP	229	318,75
Sorocaba SP	CD PR	228	1.700,00
Sorocaba SP	S.J. dos Campos SP	221	567,38
Sorocaba SP	Marília SP	219	709,75
Sorocaba SP	S.J. Boa Vista SP	216	1.204,88
Sorocaba SP	Piracicaba SP	207	212,50
Sorocaba SP	Santos SP	198	497,25
Sorocaba SP	Campinas SP	196	255,00
Sorocaba SP	Araras SP	191	637,50
Jundiaí SP	Varginha MG	184	758,63
Bragança Pta. SP	S.J. Rio Preto SP	181	1.700,00
Diadema SP	Varginha MG	176	794,75
Bragança Pta. SP	Uberlândia MG	173	956,25
Bragança Pta. SP	CD BH	172	1.417,38
Bragança Pta. SP	Mogi das Cruzes SP	171	284,75
Sorocaba SP	CD MS	171	3.187,50
Paulínia SP	Varginha MG	169	867,00
Bragança Pta. SP	S.J. dos Campos SP	167	425,00
Sorocaba SP	Ponta Grossa PR	163	1.417,38
Mogi Guaçu SP	Varginha MG	158	794,75
Bragança Pta. SP	Piracicaba SP	155	425,00
Bragança Pta. SP	Santos SP	148	531,25
Bragança Pta. SP	Campinas SP	147	350,63
Bragança Pta. SP	Jacareí SP	145	284,75
Bragança Pta. SP	Araras SP	143	709,75
Bragança Pta. SP	Ribeirão Preto SP	143	886,13
Bragança Pta. SP	CD PR	120	1.772,25
Bragança Pta. SP	Marília SP	116	1.083,75
Bragança Pta. SP	S.J. Boa Vista SP	114	637,50
Bragança Pta. SP	Ponta Grossa PR	108	1.593,75
Bragança Pta. SP	CD MS	90	2.834,75

Tabela 8.7 - Fretes cobrados por viagem

Anexos

Análise da demanda do trecho: Itumbiara GO - Araraquara SP: 5071 viagens/ano

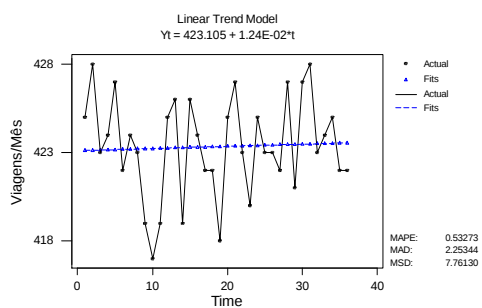
Teste de normalidade: Itumbiara GO - Araraquara SP



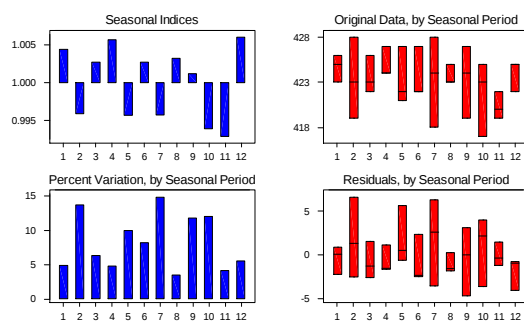
Average: 423.333
StDev: 2.82843
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.048 D-: 0.055 D: 0.055
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Itumbiara GO - Araraquara SP



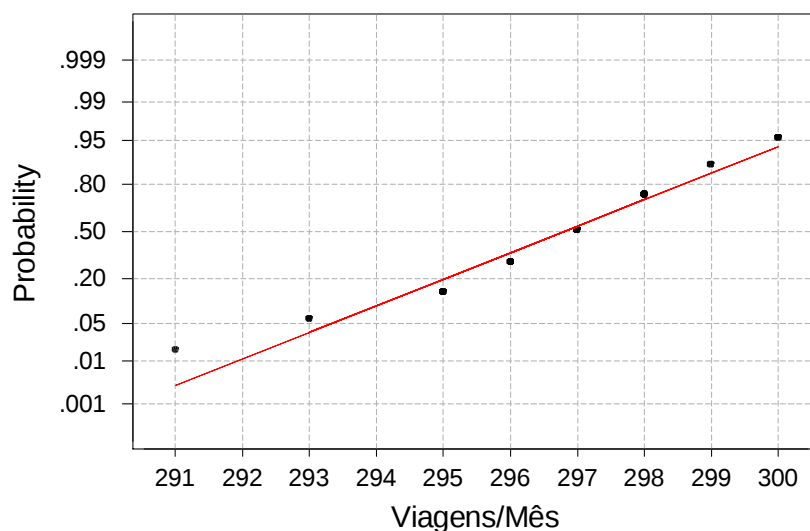
Análise da sazonalidade: Itumbiara GO - Araraquara SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Araraquara SP - Sorocaba SP: 3550 viagens/ano

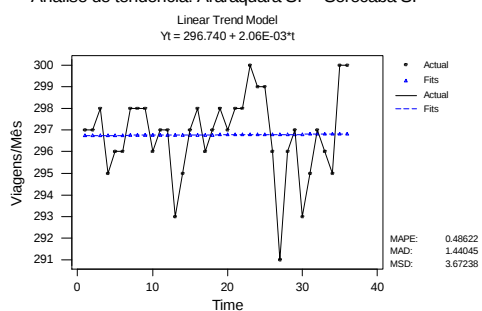
Teste de normalidade: Araraquara SP - Sorocaba SP



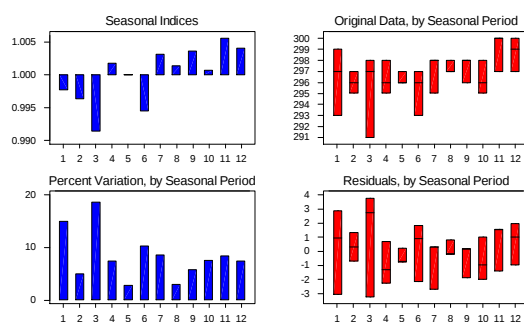
Average: 296.778
StDev: 1.94365
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.043 D-: 0.067 D : 0.067
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Araraquara SP - Sorocaba SP

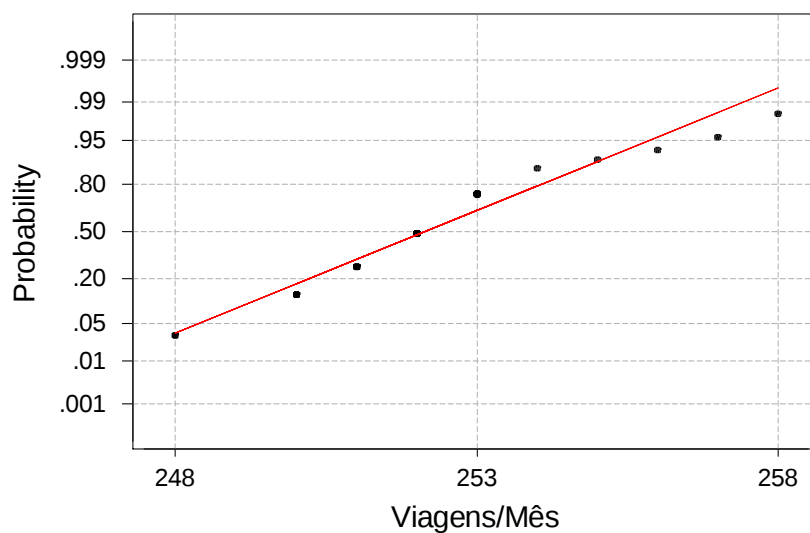


Teste da sazonalidade: Araraquara SP - Sorocaba SP



Análise da demanda do trecho: Itumbiara GO - Varginha MG: 3003 viagens/ano

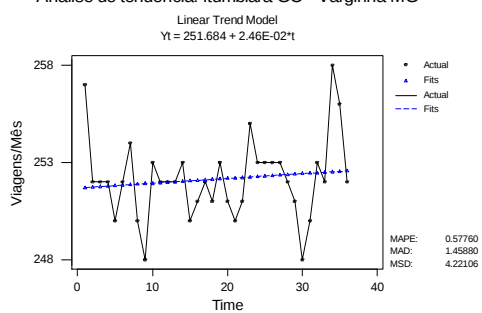
Teste de normalidade: Itumbiara GO - Varginha MG



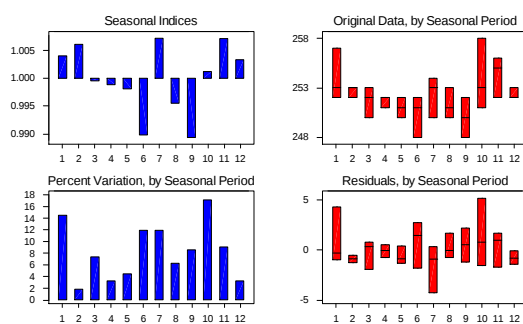
Average: 252.139
StDev: 2.09970
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.105 D-: 0.050 D : 0.105
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Itumbiara GO - Varginha MG



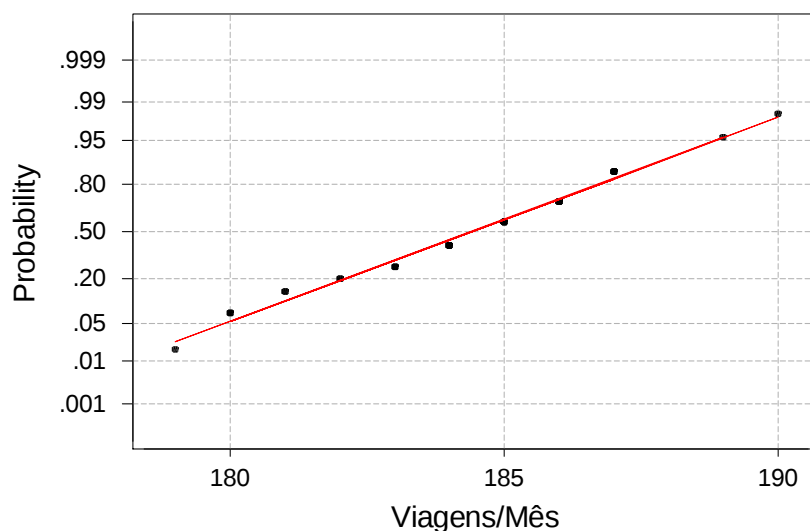
Teste da sazonalidade: Itumbiara GO - Varginha MG



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - CD SP: 2198 viagens/ano

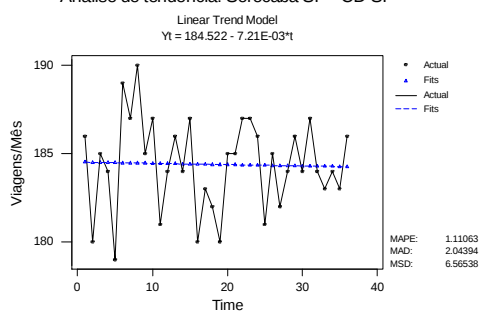
Teste de normalidade: Sorocaba SP - CD SP



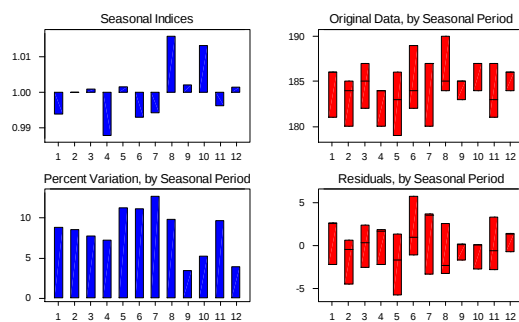
Average: 184.389
 StDev: 2.59976
 N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
 D+: 0.057 D-: 0.052 D : 0.057
 Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - CD SP



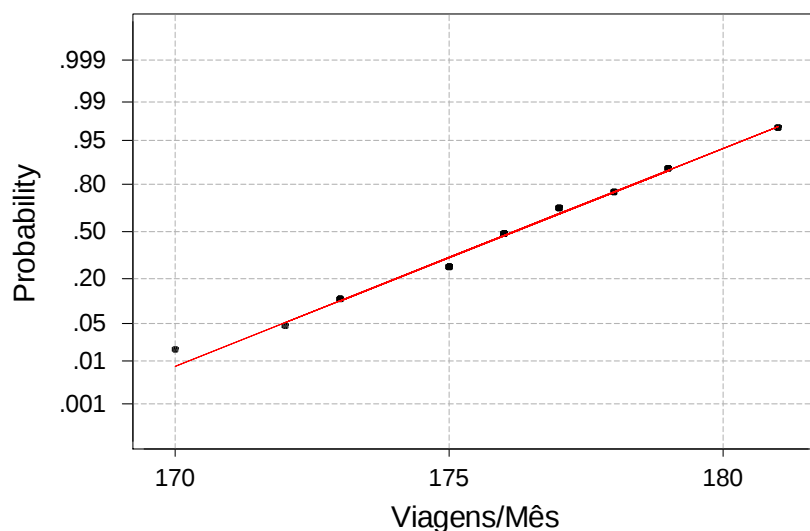
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - CD SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Varginha MG - Bragança Pta. SP: 2102 viagens/ano

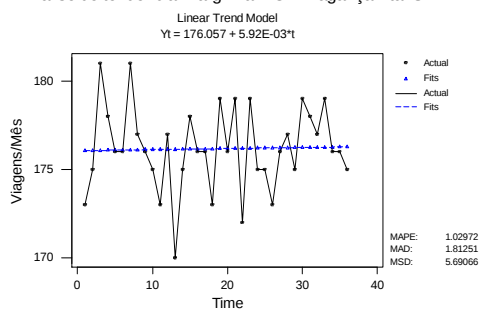
Teste de normalidade: Varginha MG - Bragança Pta. SP



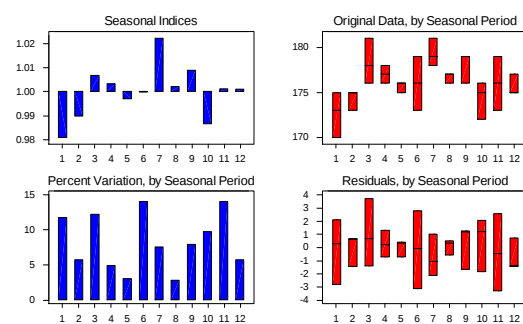
Average: 176.167
StDev: 2.42015
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.046 D-: 0.065 D : 0.065
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Varginha MG - Bragança Pta. SP



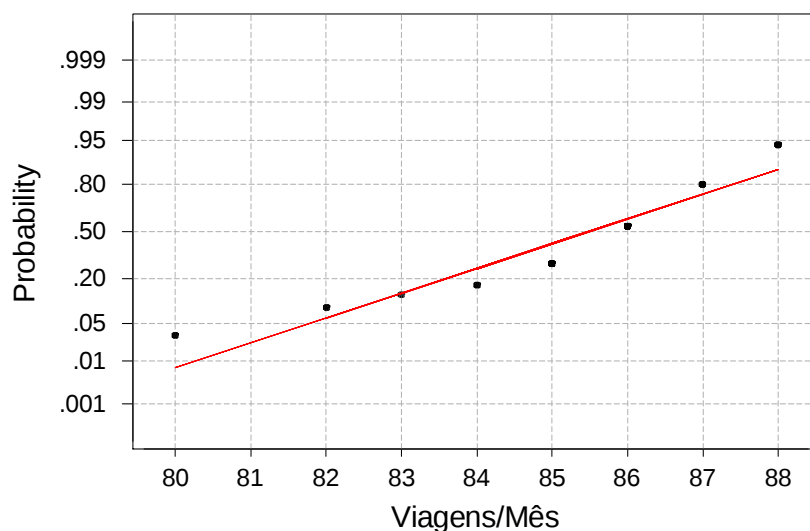
Teste da sazonalidade: Varginha MG - Bragança Pta. SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - CD SP: 1019 viagens/ano

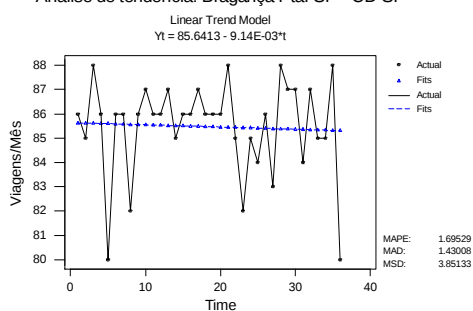
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - CD SP



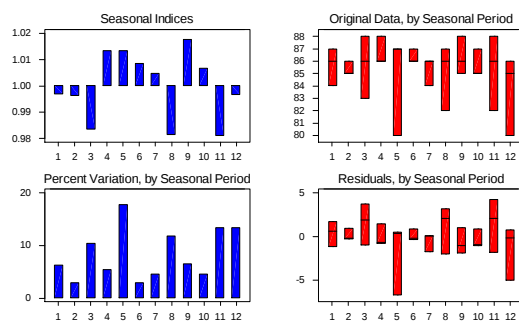
Average: 85.4722
 StDev: 1.99265
 N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
 D+: 0.061 D-: 0.142 D : 0.142
 Approximate P-Value: 0.064

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - CD SP



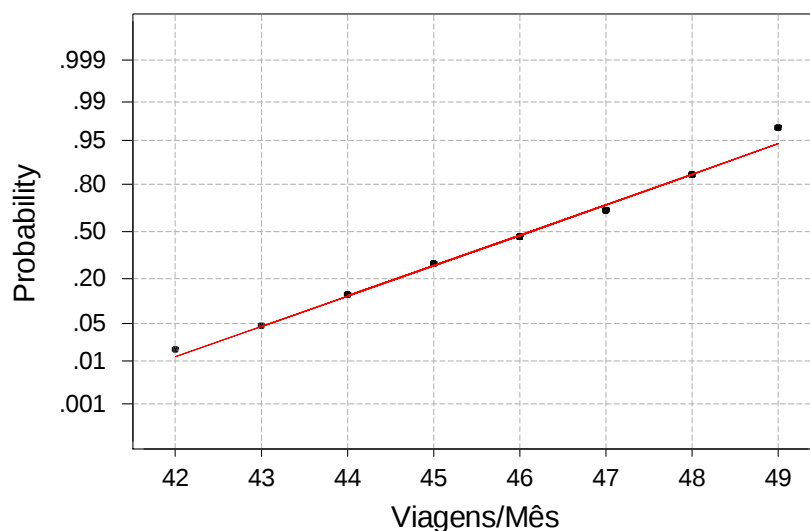
Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - CD SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - CD RJ: 542 viagens/ano

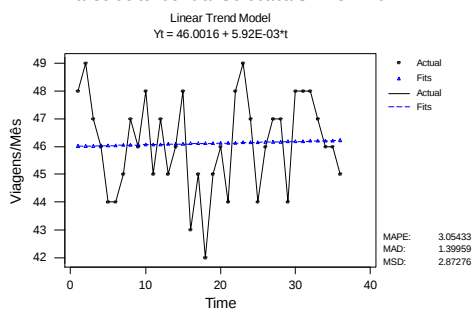
Teste de normalidade: Sorocaba SP - CD RJ



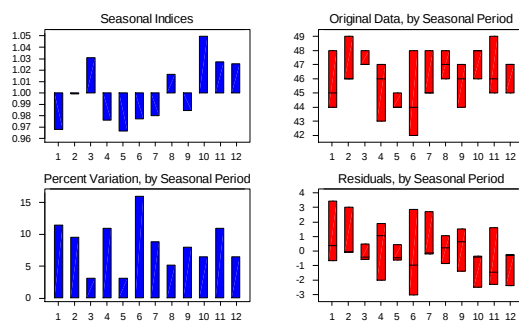
Average: 46.1111
 StDev: 1.72010
 N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
 D+: 0.033 D-: 0.058 D : 0.058
 Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - CD RJ



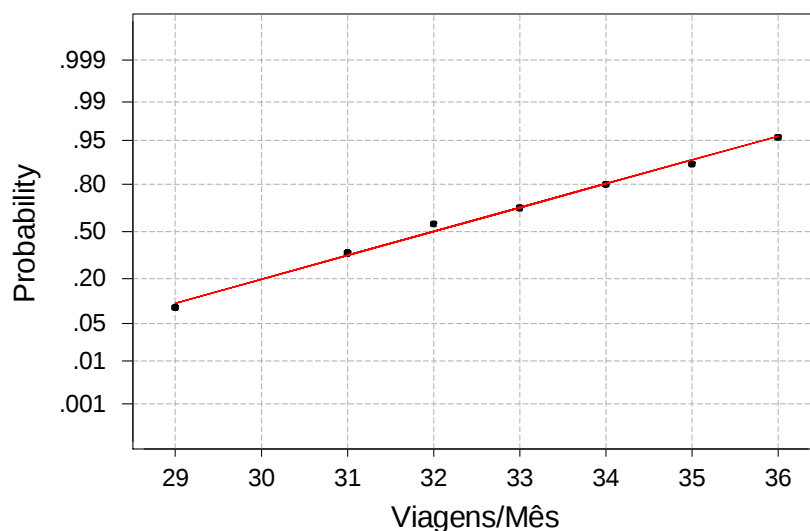
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - CD RJ



Anexos

Análise da demanda do trecho: Mogi Guaçu SP - Araraquara SP: 377 viagens/ano

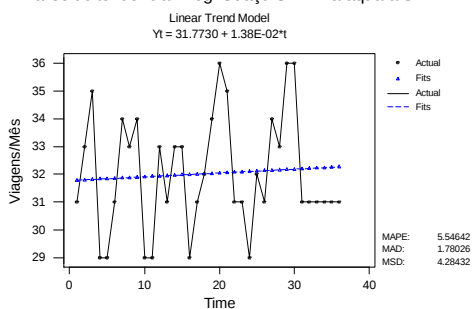
Teste de normalidade: Mogi Guaçu SP - Araraquara SP



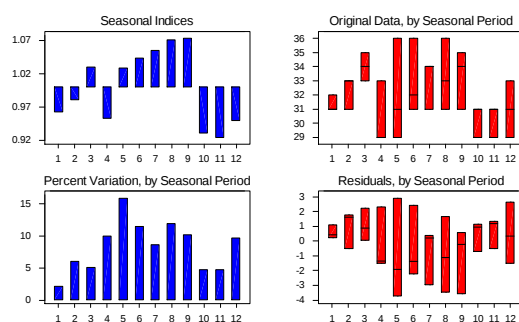
Average: 32.0278
StDev: 2.10423
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.075 D-: 0.046 D : 0.075
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Mogi Guaçu SP - Araraquara SP



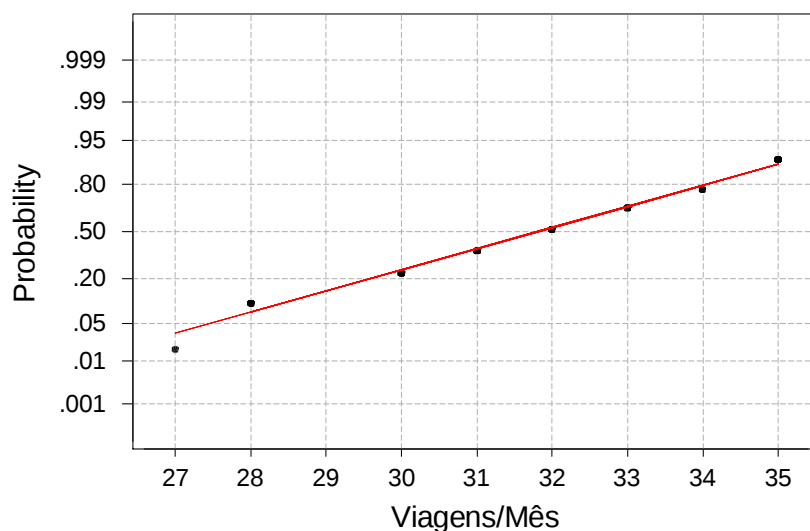
Teste da sazonalidade: Mogi Guaçu SP - Araraquara SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Jundiaí SP - Araraquara SP: 365 viagens/ano

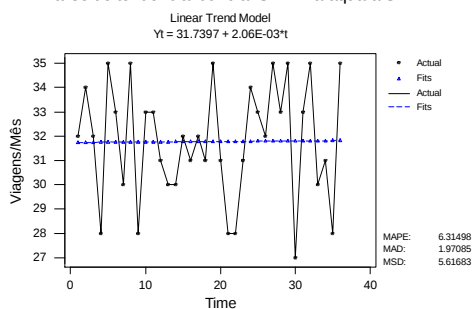
Teste de normalidade: Jundiaí SP - Araraquara SP



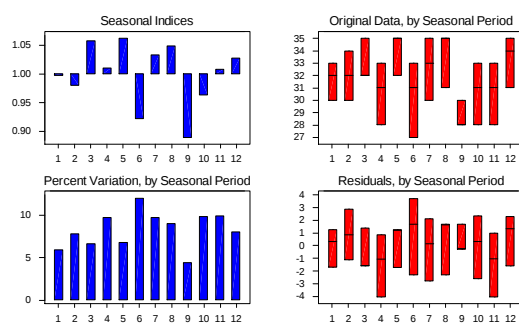
Average: 31.7778
 StDev: 2.40370
 N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
 D+: 0.053 D-: 0.058 D : 0.058
 Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Jundiaí SP - Araraquara SP



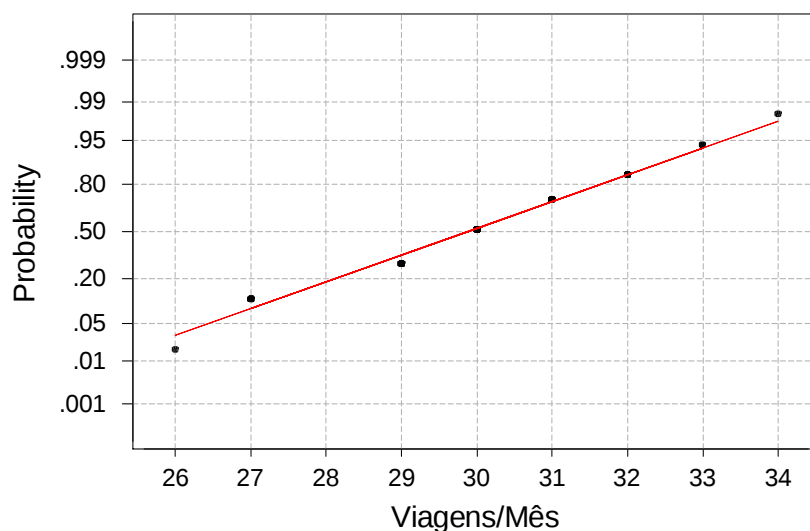
Teste da sazonalidade: Jundiaí SP - Araraquara SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Paulínia SP - Araraquara SP: 353 viagens/ano

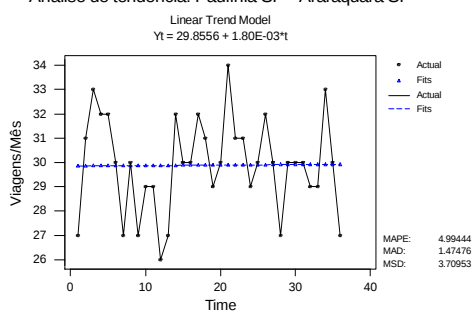
Teste de normalidade: Paulínia SP - Araraquara SP



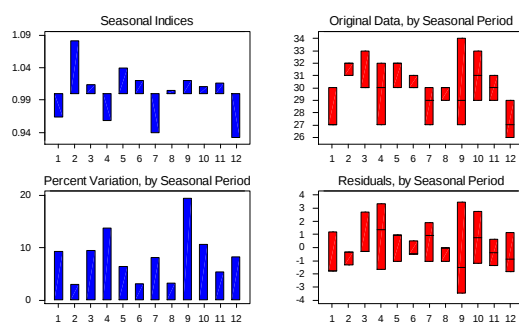
Average: 29.8889
StDev: 1.95343
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.055 D-: 0.061 D : 0.061
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Paulínia SP - Araraquara SP



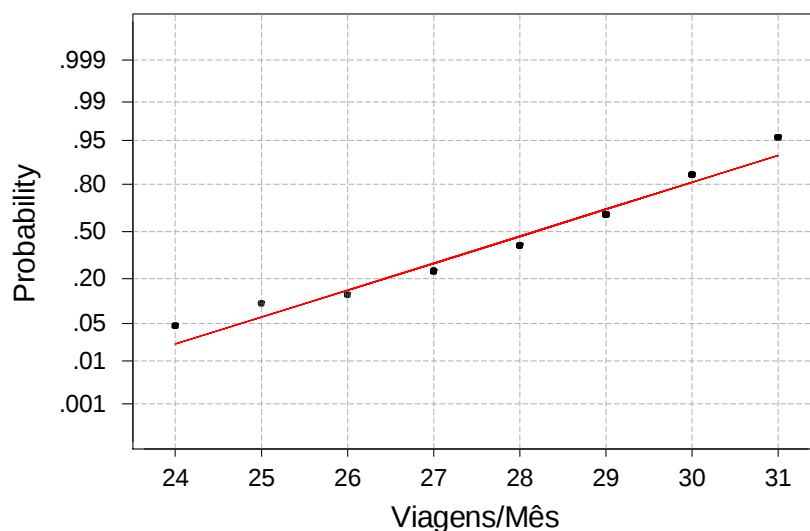
Teste da sazonalidade: Paulínia SP - Araraquara SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - CD BH: 329 viagens/ano

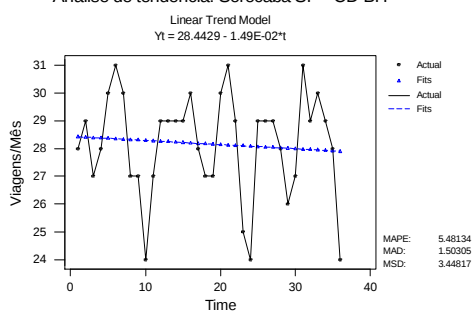
Teste de normalidade: Sorocaba SP - CD BH



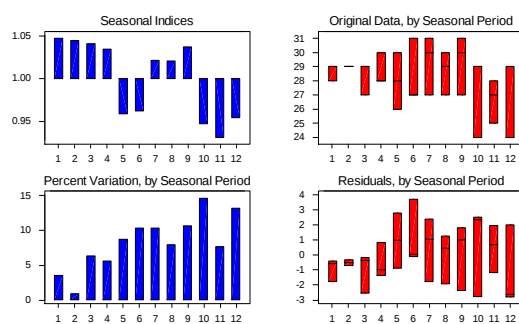
Average: 28.1667
StDev: 1.88982
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.064 D-: 0.076 D : 0.076
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - CD BH

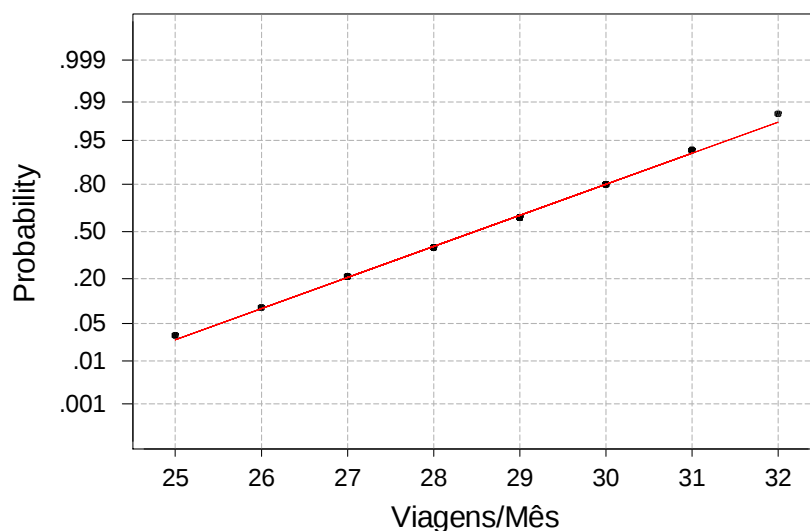


Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - CD BH



Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - Uberlândia MG: 328 viagens/ano

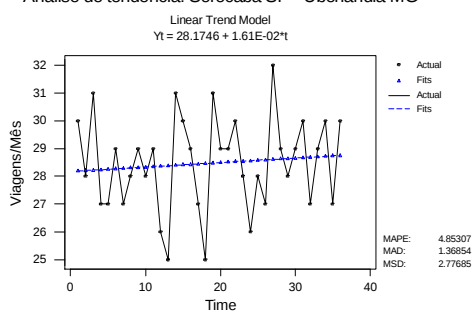
Teste de normalidade: Sorocaba SP - Uberlândia MG



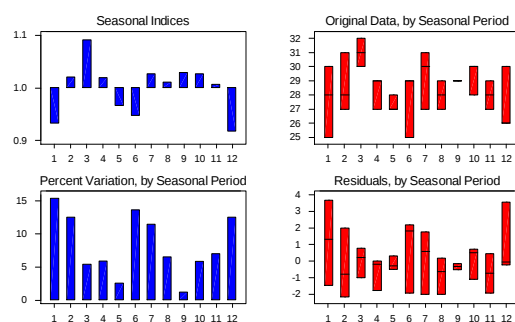
Average: 28.4722
StDev: 1.69851
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.029 D-: 0.039 D : 0.039
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - Uberlândia MG



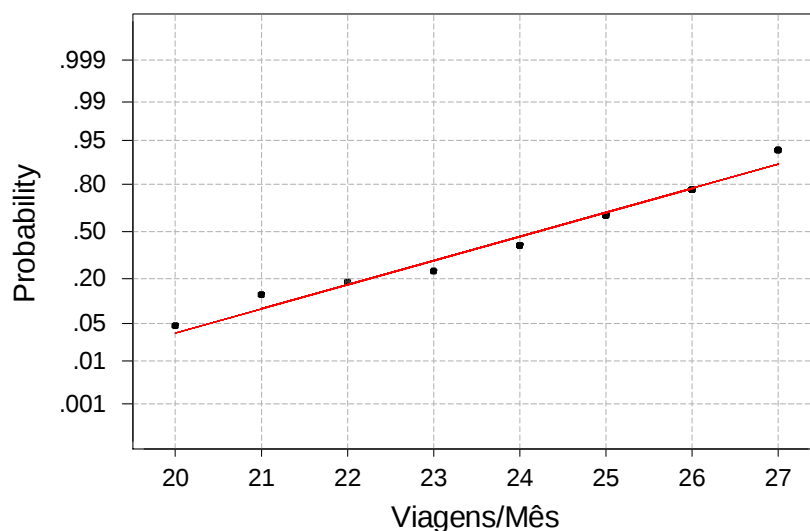
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - Uberlândia MG



Anexos

Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - CD RJ: 285 viagens/ano

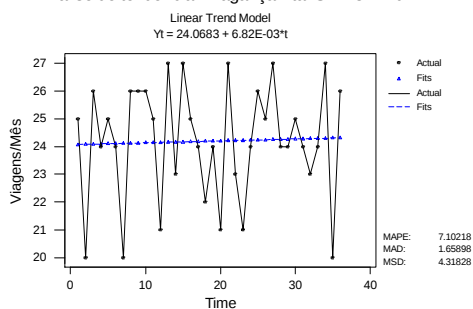
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - CD RJ



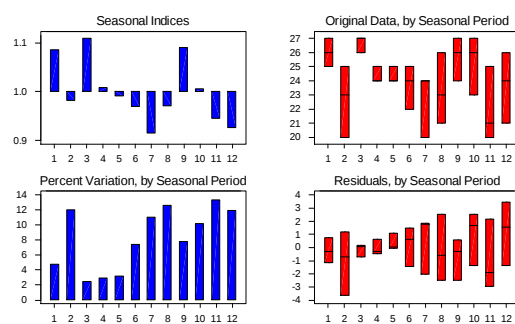
Average: 24.1944
StDev: 2.10875
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.074 D-: 0.074 D : 0.074
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - CD RJ



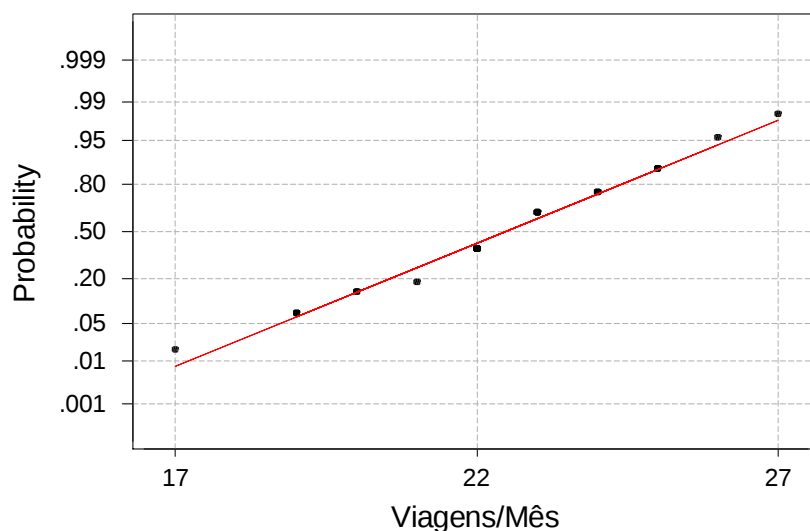
Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - CD RJ



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - Jacaré SP: 276 viagens/ano

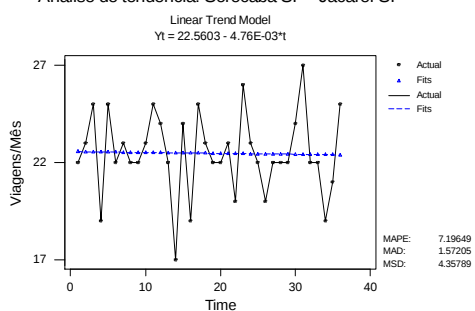
Teste de normalidade: Sorocaba SP - Jacaré SP



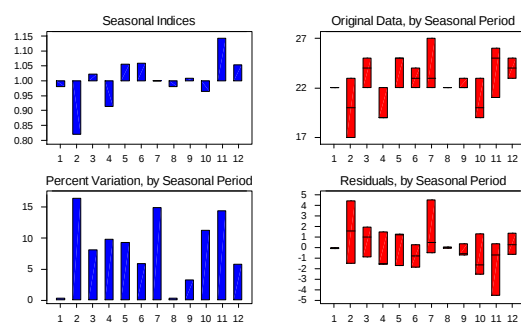
Average: 22.4722
StDev: 2.11776
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.054 D-: 0.077 D : 0.077
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - Jacaré SP



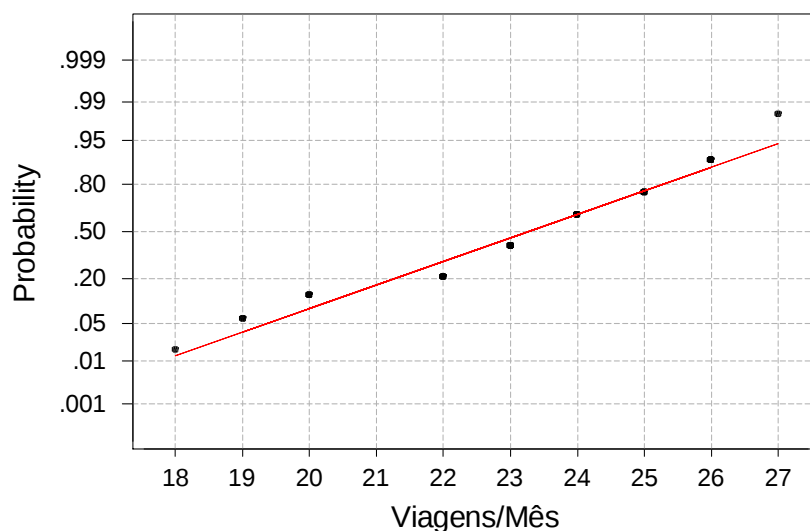
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - Jacaré SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - Ribeirão Preto SP: 270 viagens/ano

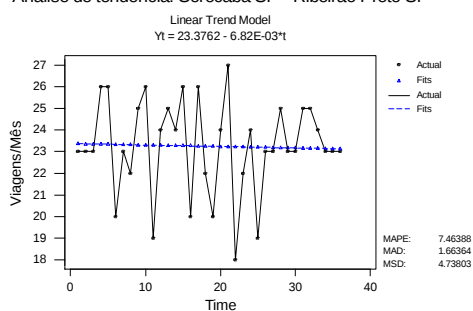
Teste de normalidade: Sorocaba SP - Ribeirão Preto SP



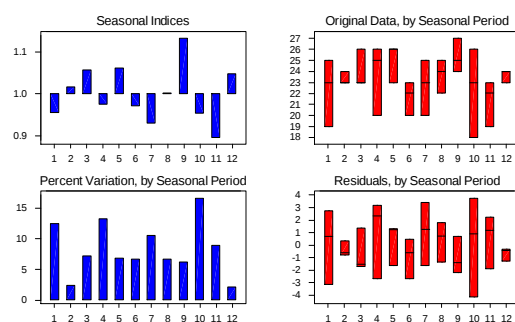
Average: 23.25
StDev: 2.20875
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.068 D-: 0.091 D : 0.091
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - Ribeirão Preto SP



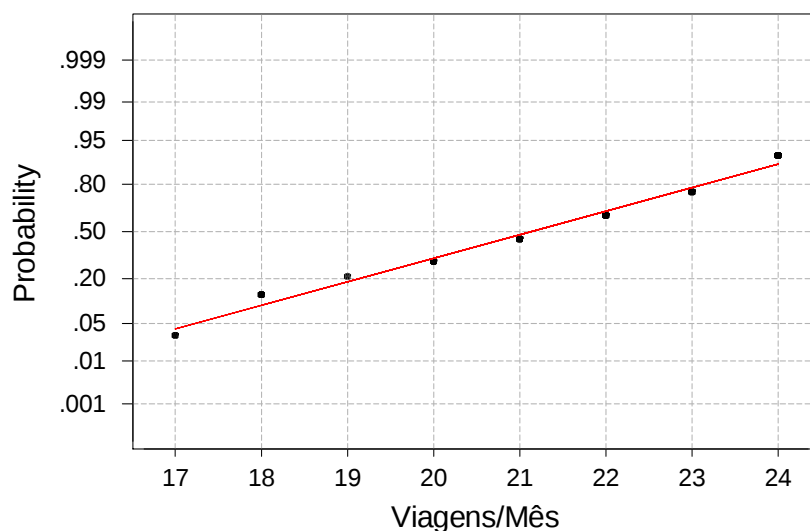
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - Ribeirão Preto SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - S.J. Rio Preto SP: 242 viagens/ano

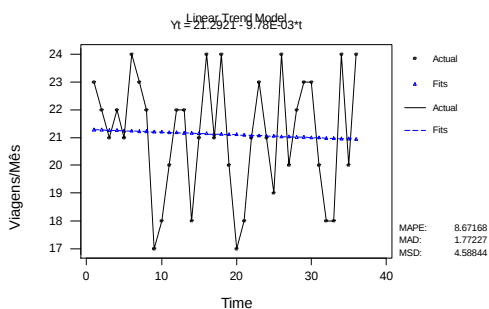
Teste de normalidade: Sorocaba SP - S.J. Rio Preto SP



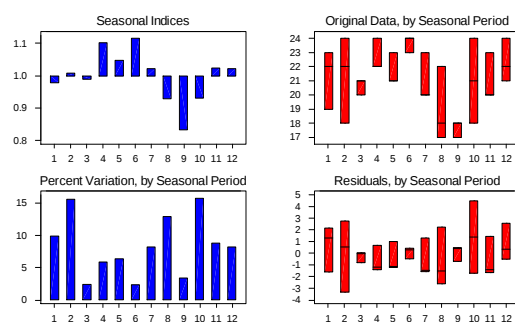
Average: 21.1111
StDev: 2.17489
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.063 D-: 0.061 D : 0.063
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - S.J. Rio Preto SP



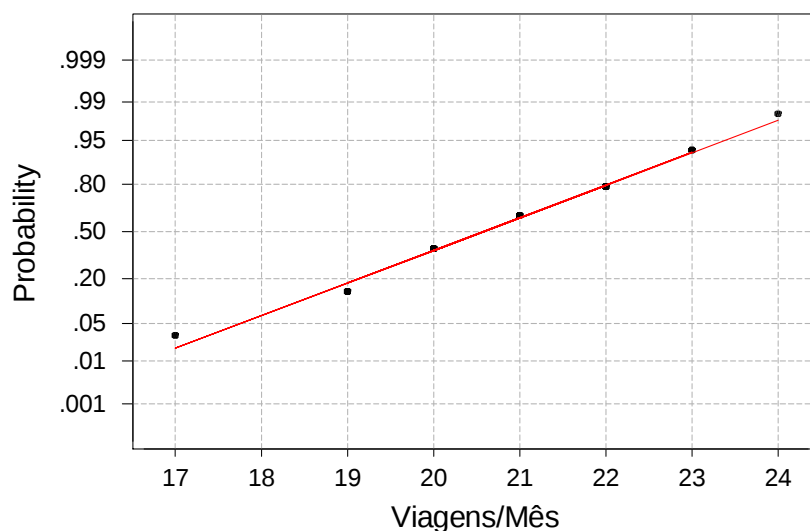
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - S.J. Rio Preto SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - Mogi das Cruzes SP: 229 viagens/ano

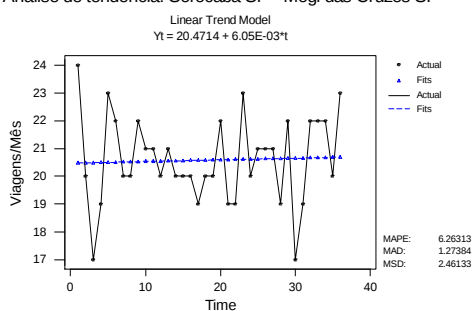
Teste de normalidade: Sorocaba SP - Mogi das Cruzes SP



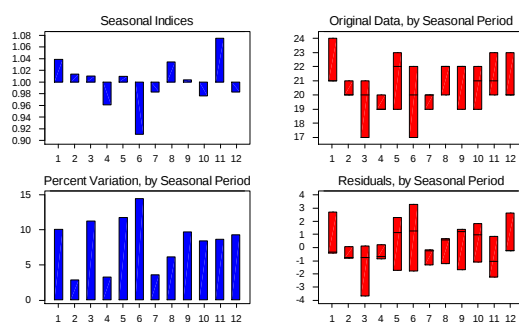
Average: 20.5833
 StDev: 1.59239
 N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
 D+: 0.032 D-: 0.035 D : 0.035
 Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - Mogi das Cruzes SP



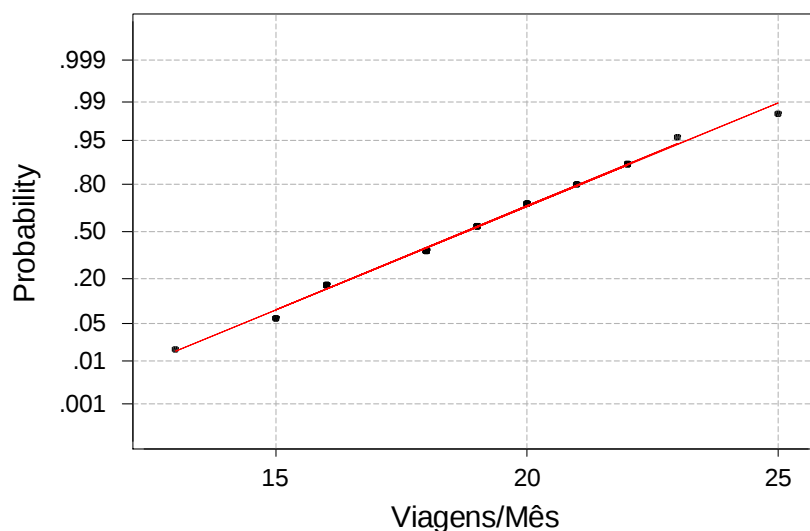
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - Mogi das Cruzes SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - CD PR: 228 viagens/ano

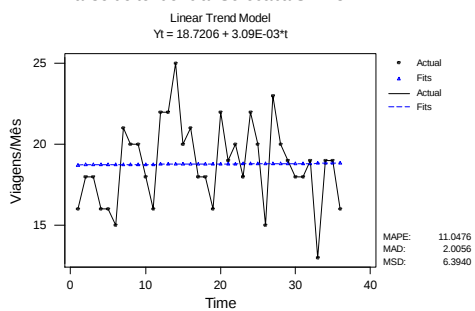
Teste de normalidade: Sorocaba SP - CD PR



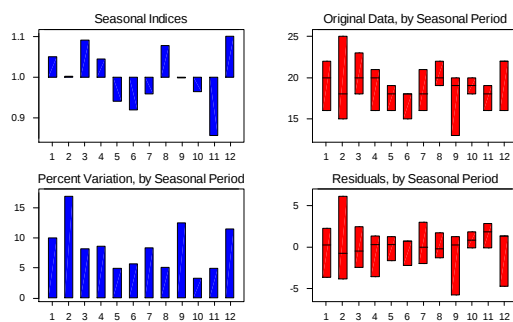
Average: 18.7778
 StDev: 2.56472
 N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
 D+: 0.041 D-: 0.034 D : 0.041
 Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - CD PR



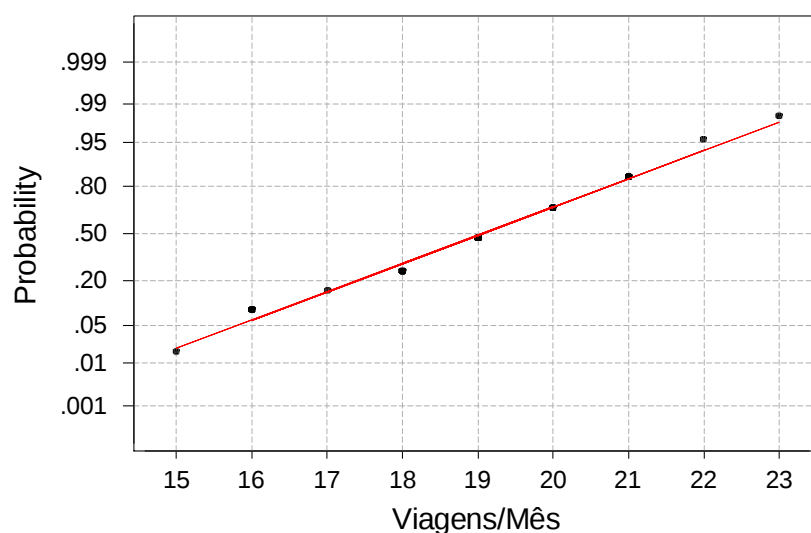
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - CD PR



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - S.J. dos Campos SP: 221 viagens/ano

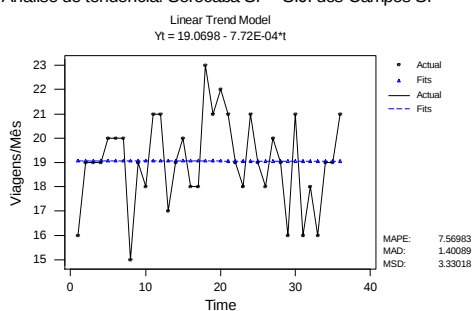
Teste de normalidade: Sorocaba SP - S.J. dos Campos SP



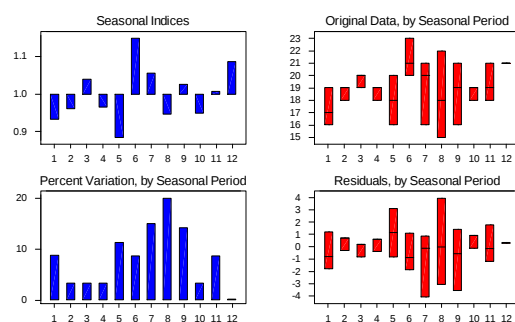
Average: 19.0556
StDev: 1.85078
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.048 D-: 0.048 D : 0.048
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - S.J. dos Campos SP



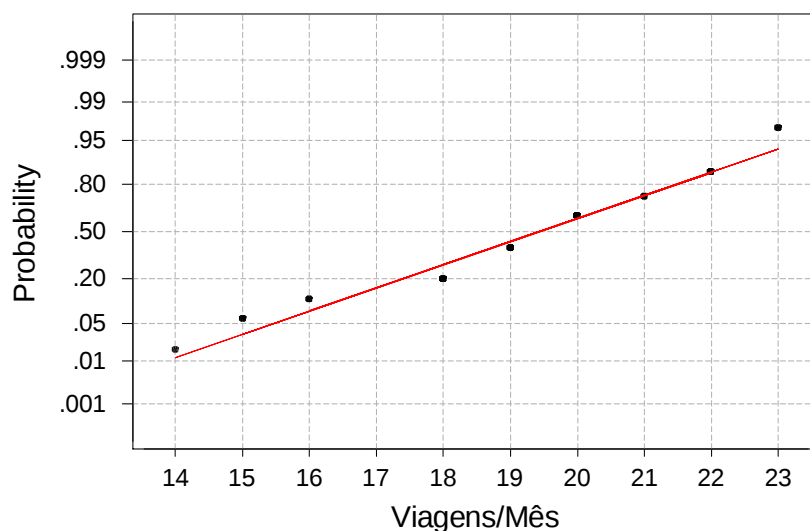
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - S.J. dos Campos SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - Marília SP: 219 viagens/ano

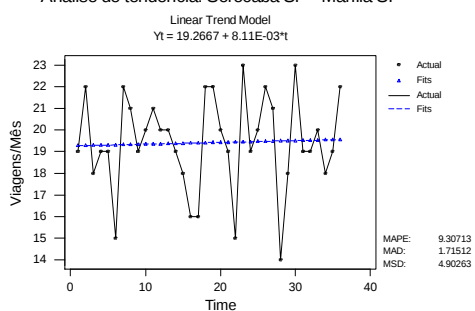
Teste de normalidade: Sorocaba SP - Marília SP



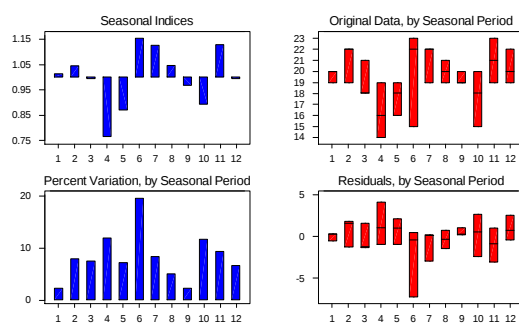
Average: 19.4167
StDev: 2.24722
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.061 D-: 0.084 D : 0.084
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - Marília SP



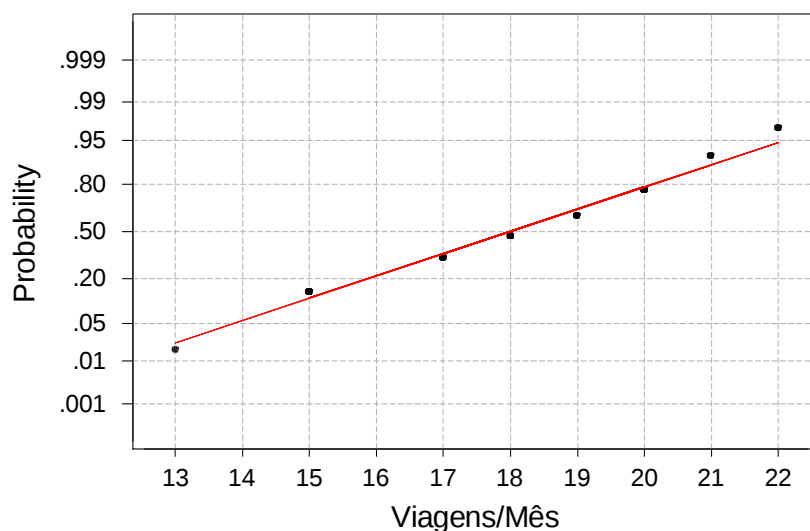
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - Marília SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - S.J. Boa Vista SP: 216 viagens/ano

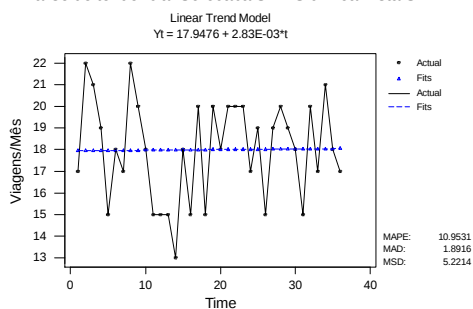
Teste de normalidade: Sorocaba SP - S.J. Boa Vista SP



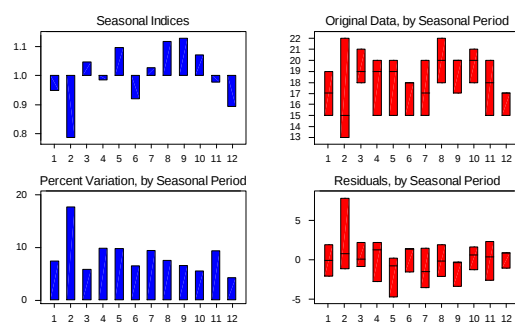
Average: 18
StDev: 2.31763
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.055 D-: 0.070 D : 0.070
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - S.J. Boa Vista SP



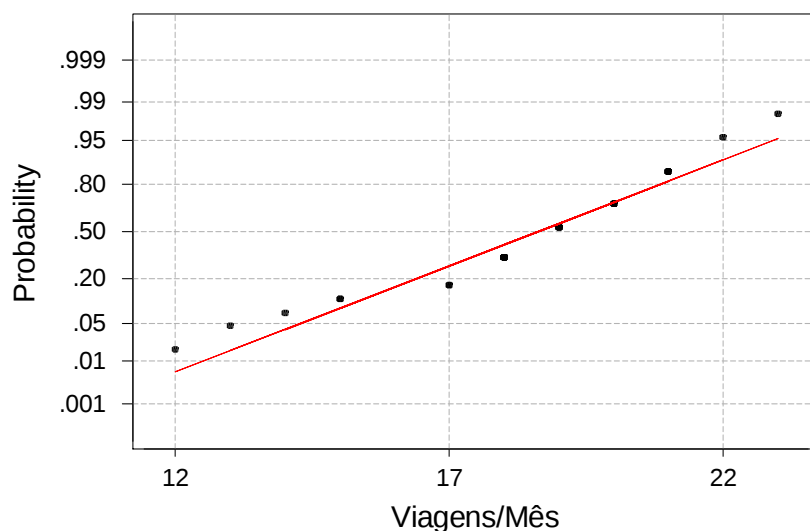
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - S.J. Boa Vista SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - Piracicaba SP: 207 viagens/ano

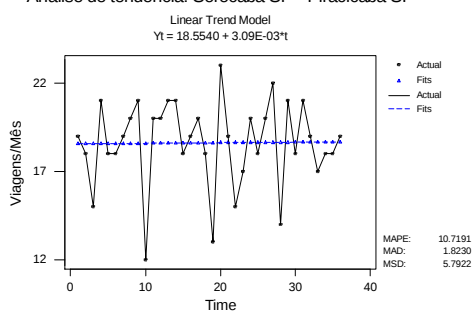
Teste de normalidade: Sorocaba SP - Piracicaba SP



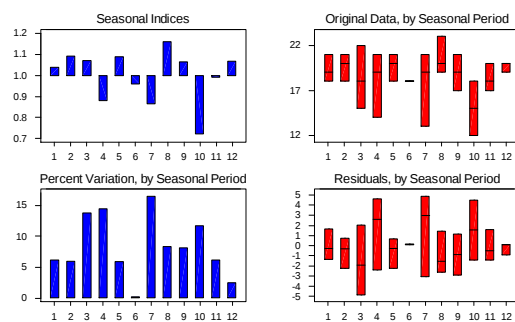
Average: 18.6111
StDev: 2.44105
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.055 D-: 0.102 D : 0.102
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - Piracicaba SP

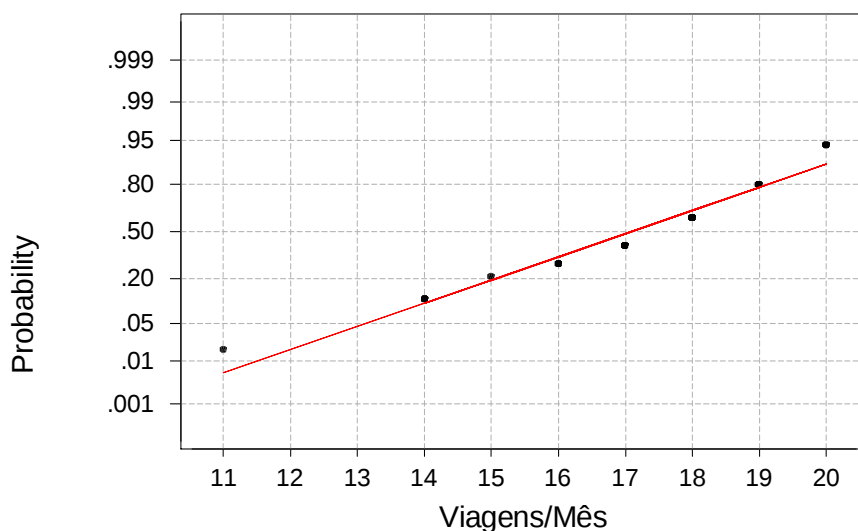


Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - Piracicaba SP



Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - Santos SP: 198 viagens/ano

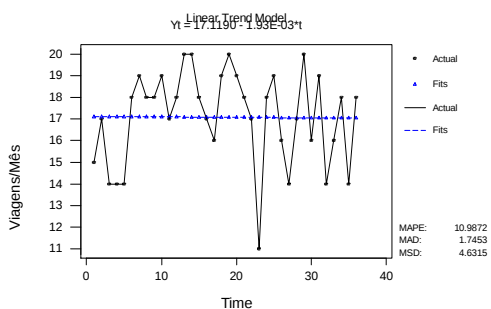
Teste de normalidade: Sorocaba SP - Santos SP



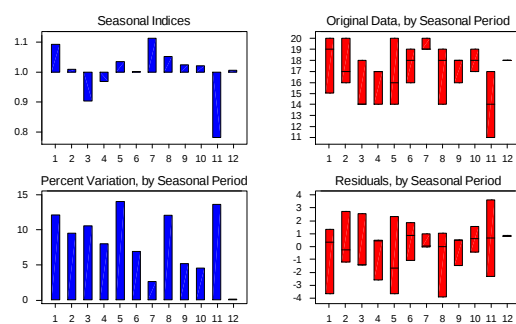
Average: 17.0833
StDev: 2.18272
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.052 D-: 0.096 D : 0.096
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - Santos SP

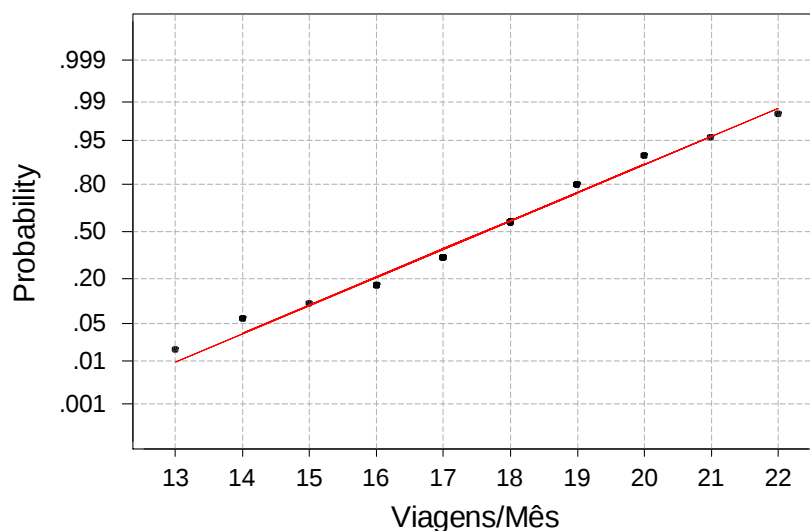


Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - Santos SP



Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - Campinas SP: 196 viagens/ano

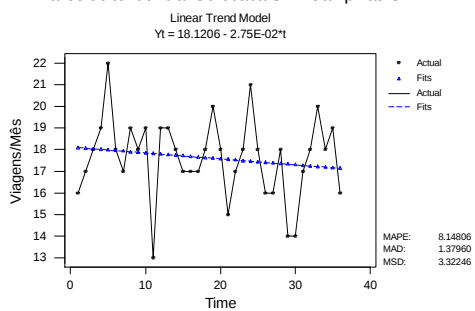
Teste de normalidade: Sorocaba SP - Campinas SP



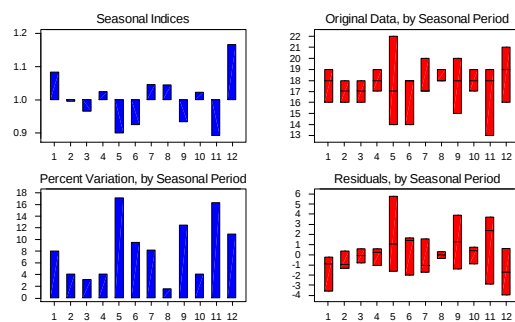
Average: 17.6111
StDev: 1.87125
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.048 D-: 0.066 D : 0.066
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - Campinas SP



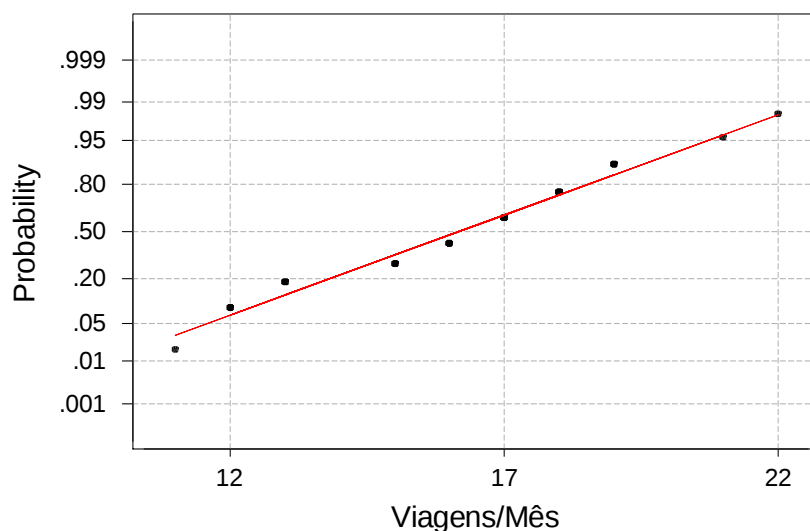
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - Campinas SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - Araras SP: 191 viagens/ano

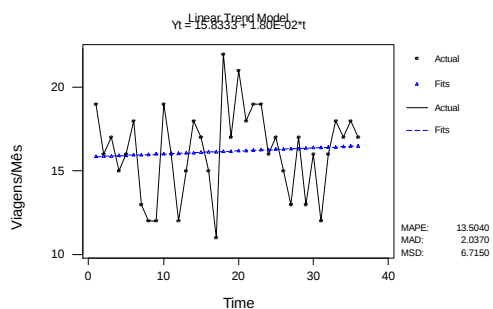
Teste de normalidade: Sorocaba SP - Araras SP



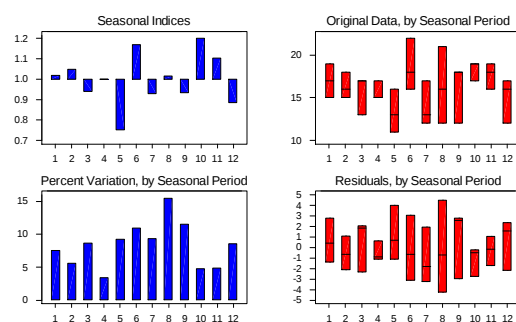
Average: 16.1667
StDev: 2.63493
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.080 D-: 0.072 D : 0.080
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - Araras SP

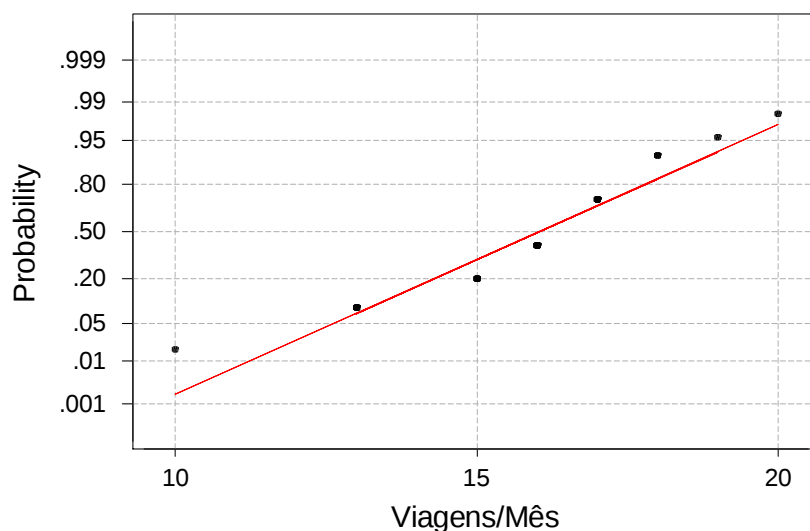


Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - Araras SP



Análise da demanda do trecho: Jundiaí SP - Varginha MG: 184 viagens/ano

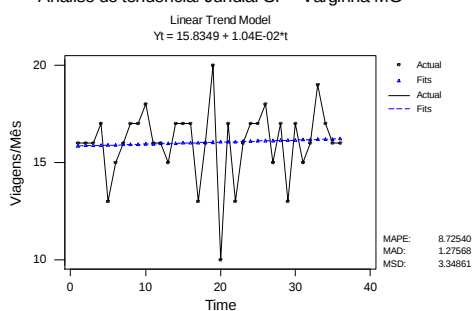
Teste de normalidade: Jundiaí SP - Varginha MG



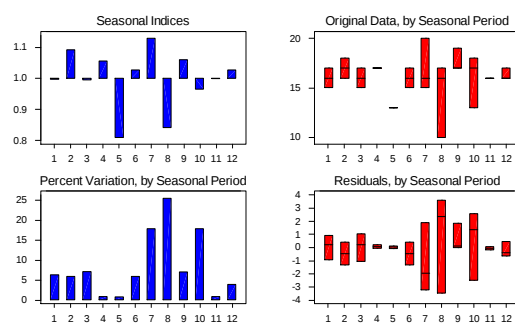
Average: 16.0278
StDev: 1.85913
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.075 D-: 0.110 D : 0.110
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Jundiaí SP - Varginha MG

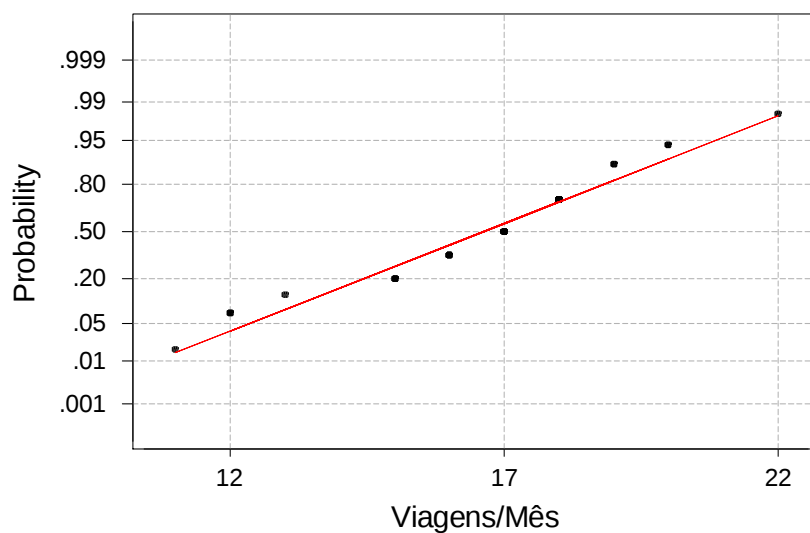


Teste da sazonalidade: Jundiaí SP - Varginha MG



Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP- S.J. Rio Preto SP: 181 viagens/ano

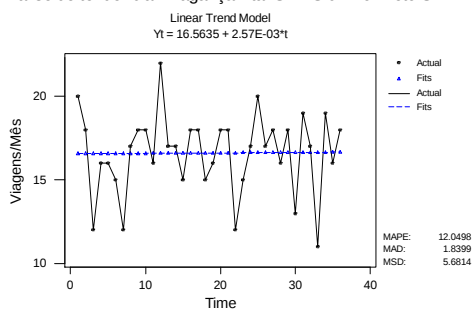
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - S.J. Rio Preto SP



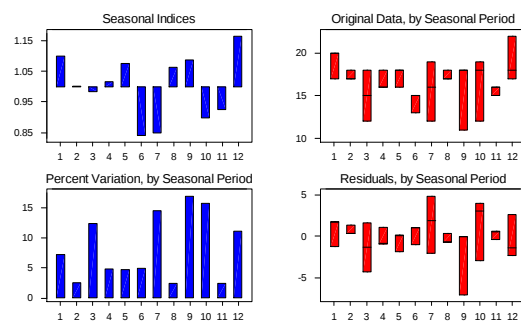
Average: 16.6111
StDev: 2.41753
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.071 D-: 0.081 D : 0.081
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - S.J. Rio Preto SP

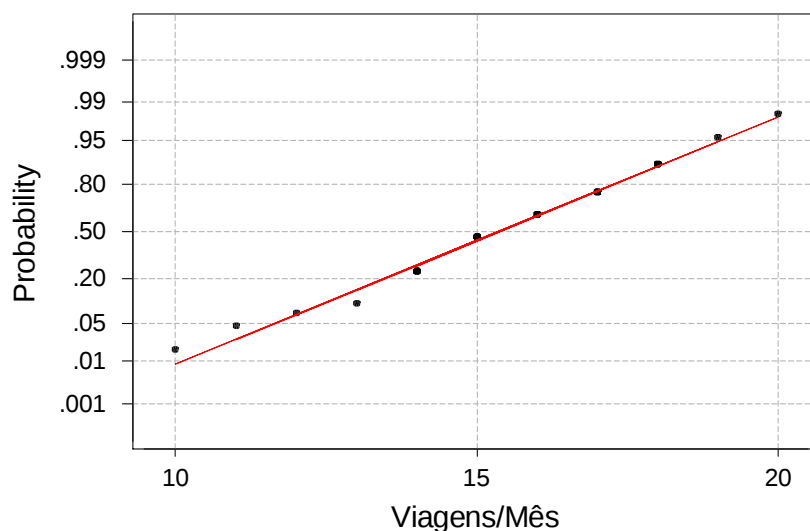


Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - S.J. Rio Preto SP



Análise da demanda do trecho: Diadema SP - Varginha MG: 176 viagens/ano

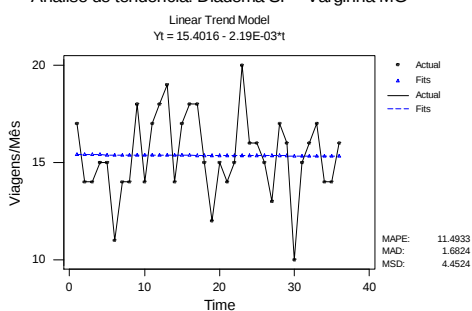
Teste de normalidade: Diadema SP - Varginha MG



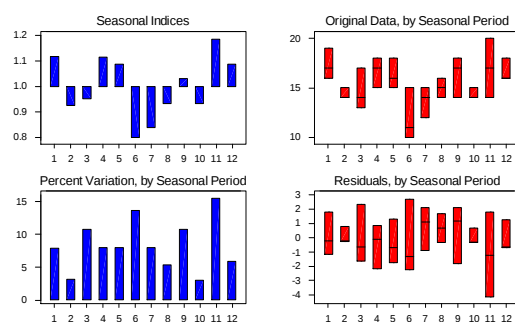
Average: 15.3611
StDev: 2.14013
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.039 D-: 0.052 D : 0.052
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Diadema SP - Varginha MG

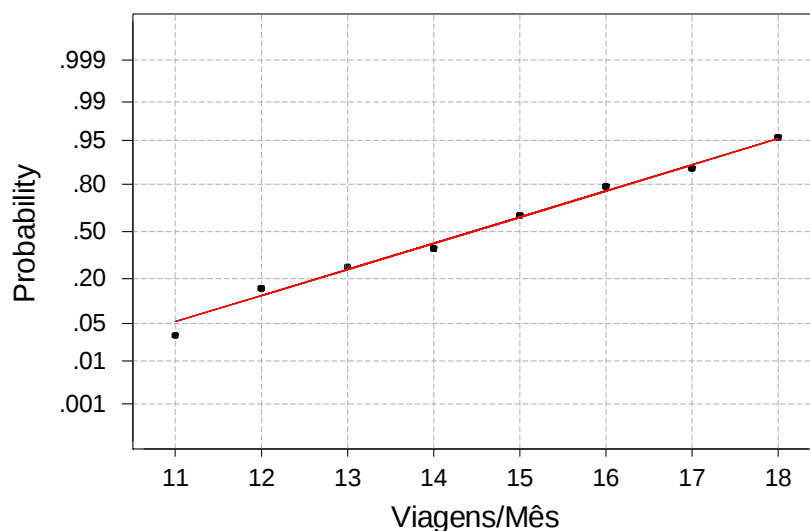


Teste da sazonalidade: Diadema SP - Varginha MG



Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - Uberlândia MG: 173 viagens/ano

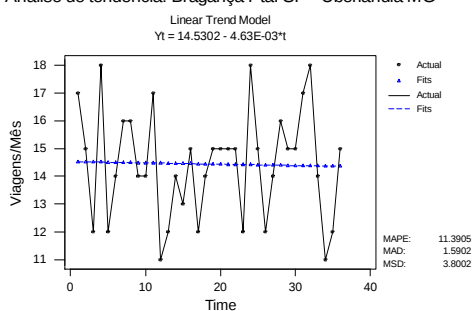
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - Uberlândia MG



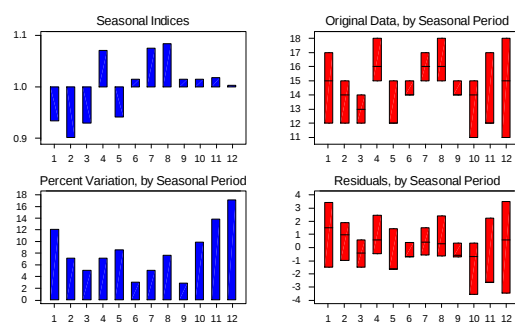
Average: 14.4444
StDev: 1.97765
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.058 D-: 0.050 D : 0.058
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - Uberlândia MG

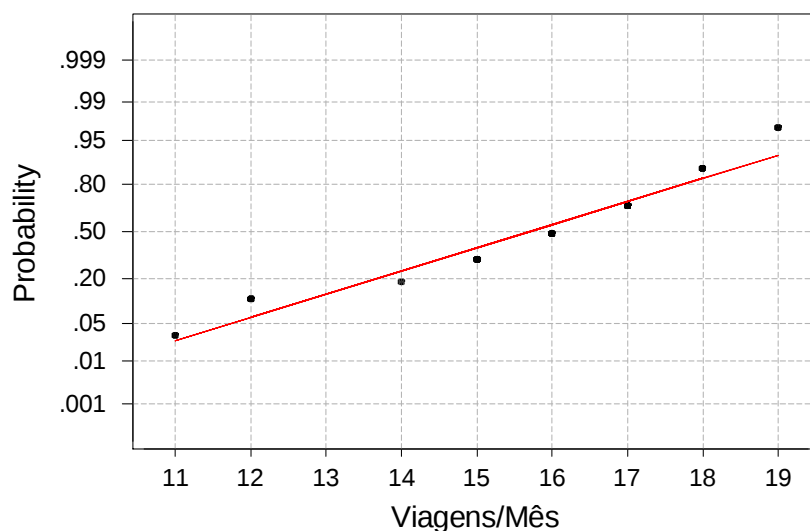


Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - Uberlândia MG



Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - CD BH: 172 viagens/ano

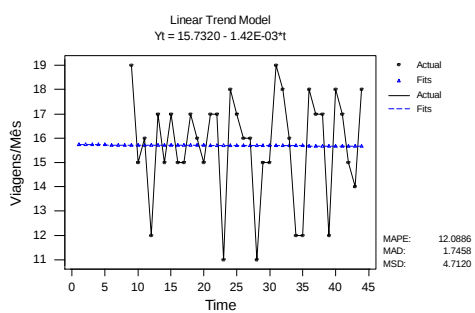
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - CD BH



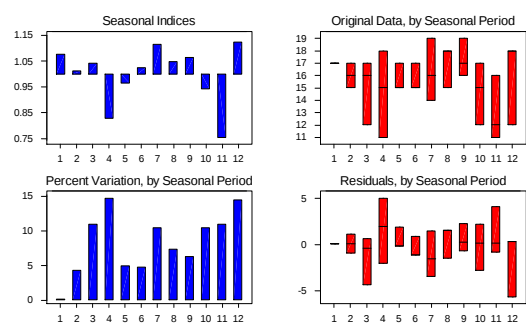
Average: 15.6944
StDev: 2.20155
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.078 D-: 0.085 D : 0.085
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - CD BH



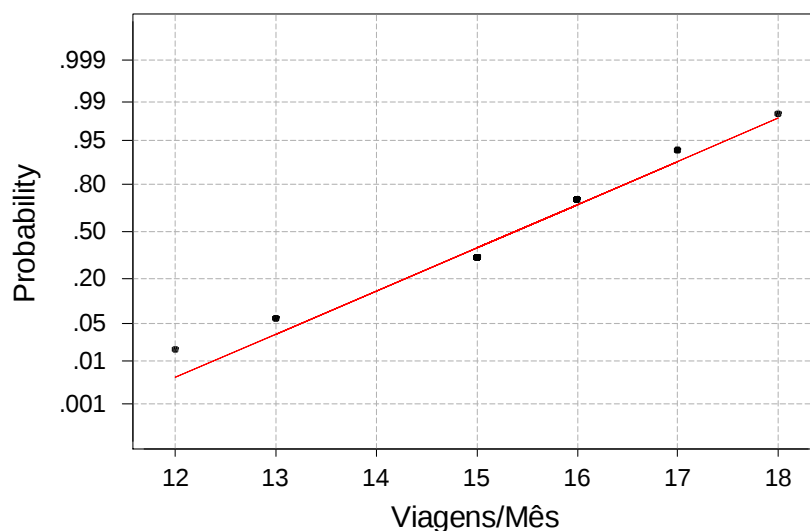
Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - CD BH



Anexos

Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP-M. das Cruzes SP: 171 viagens/ano

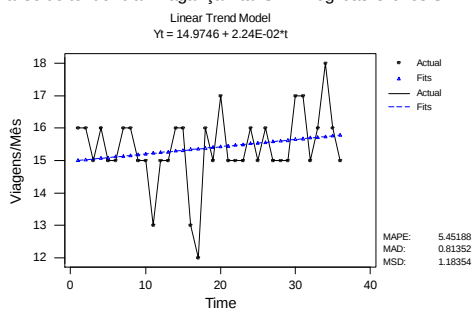
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - Mogi das Cruzes SP



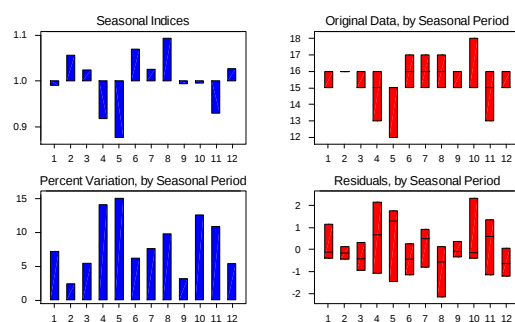
Average: 15.3889
StDev: 1.12828
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.052 D-: 0.060 D : 0.060
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - Mogi das Cruzes SP

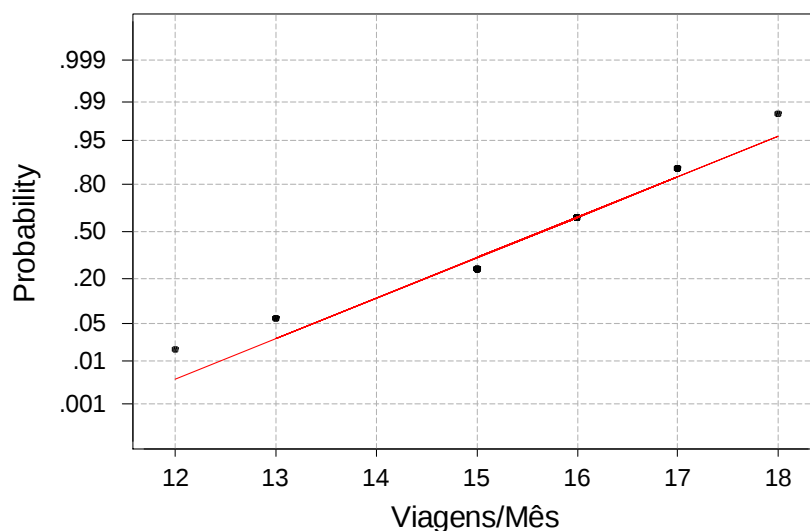


Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - Mogi das Cruzes SP



Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - CD MS: 171 viagens/ano

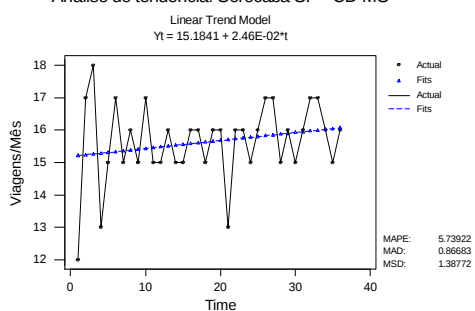
Teste de normalidade: Sorocaba SP - CD MS



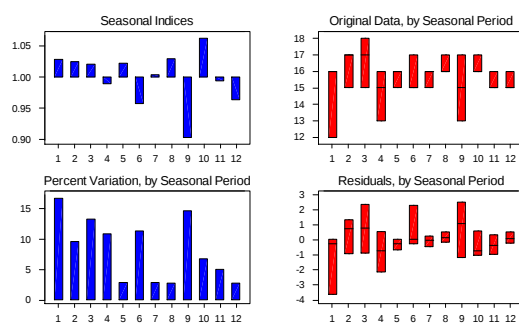
Average: 15.6389
StDev: 1.22247
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.054 D-: 0.065 D : 0.065
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - CD MS

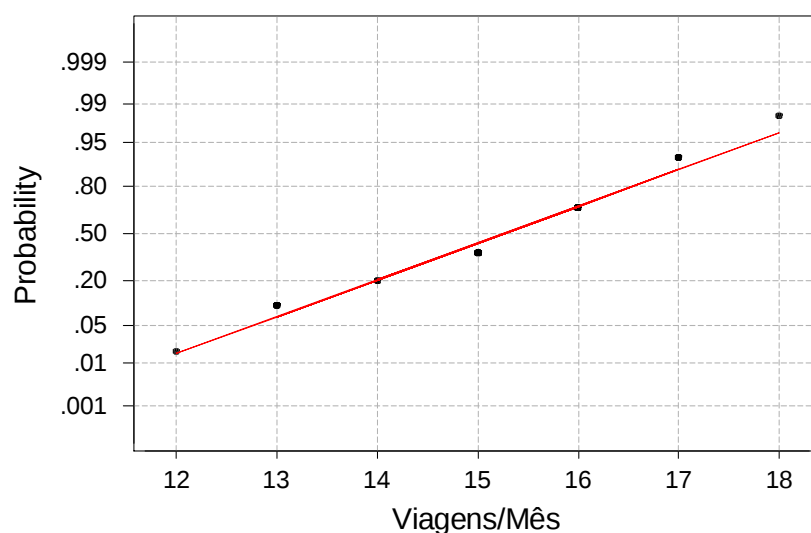


Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - CD MS



Análise da demanda do trecho: Paulínia SP - Varginha MG: 169 viagens/ano

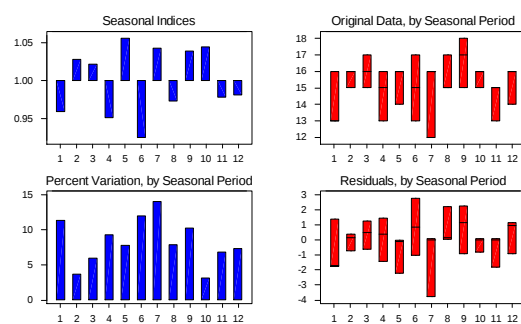
Teste de normalidade: Paulínia SP - Varginha MG



Average: 15.25
StDev: 1.38099
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.059 D-: 0.081 D : 0.081
Approximate P-Value > 0.15

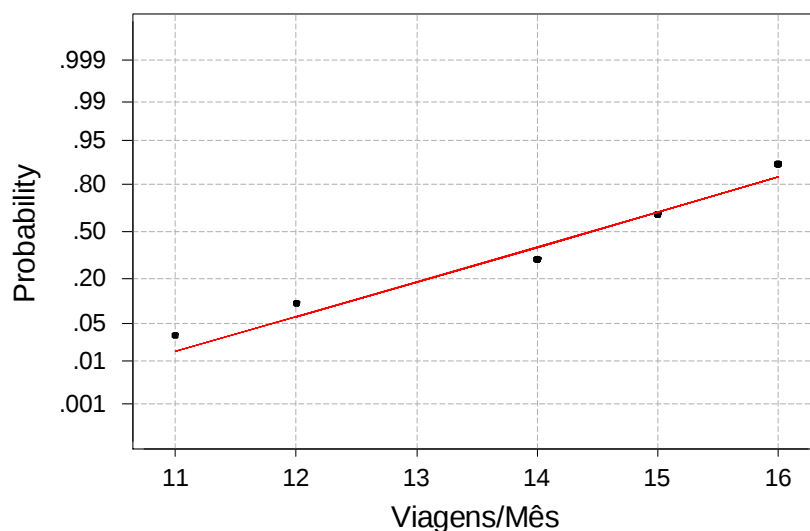
Teste da sazonalidade: Paulínia SP - Varginha MG



Anexos

Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - S.J. Campos SP: 167 viagens/ano

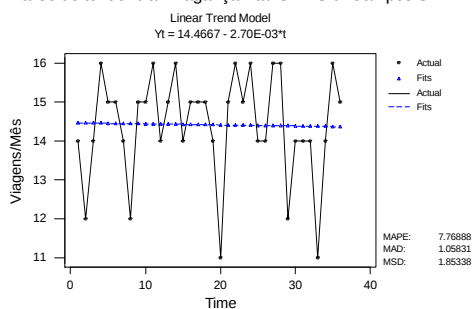
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - S.J. Campos SP



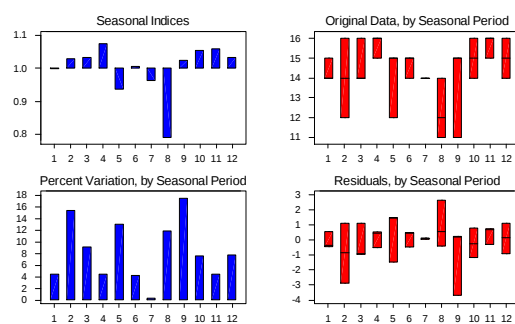
Average: 14.4167
StDev: 1.38099
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.071 D-: 0.090 D : 0.090
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - S.J. Campos SP



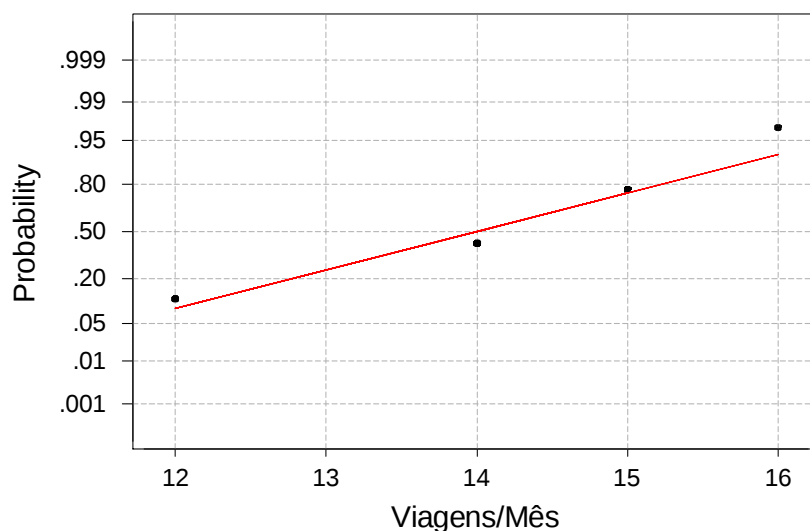
Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - S.J. Campos SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Sorocaba SP - Ponta Grossa PR: 163 viagens/ano

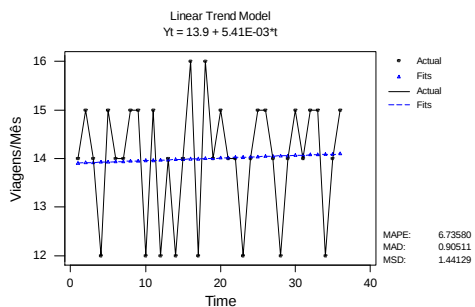
Teste de normalidade: Sorocaba SP - Ponta Grossa PR



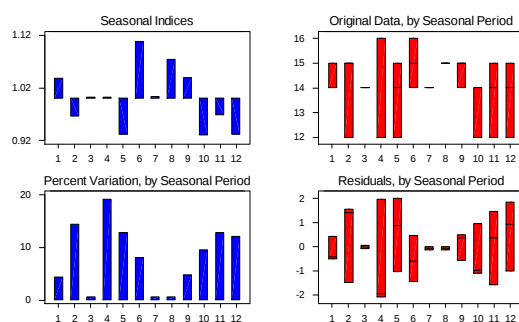
Average: 14
StDev: 1.21890
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.075 D-: 0.097 D : 0.097
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Sorocaba SP - Ponta Grossa PR



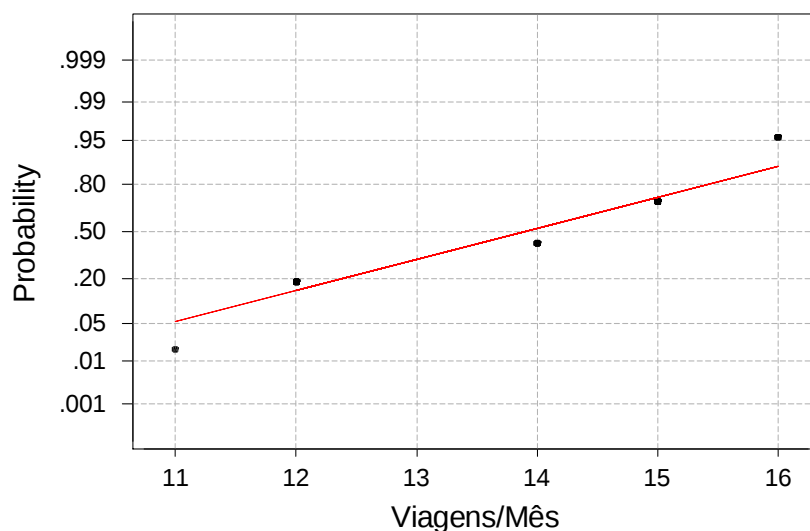
Teste da sazonalidade: Sorocaba SP - Ponta Grossa PR



Anexos

Análise da demanda do trecho: Mogi Guaçu SP - Varginha MG: 158 viagens/ano

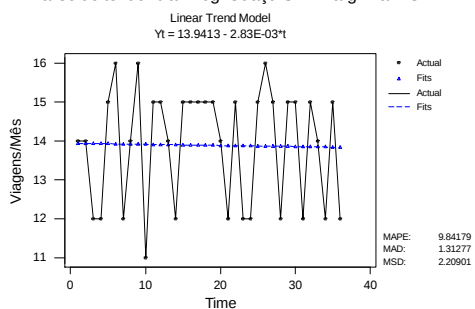
Teste de normalidade: Mogi Guaçu SP - Varginha MG



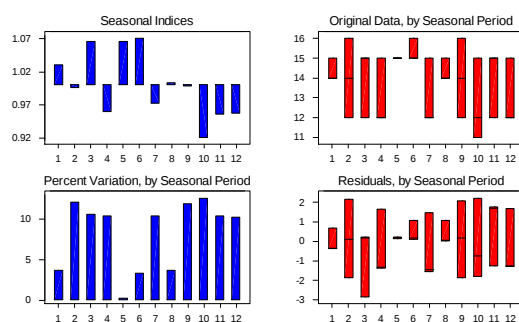
Average: 13.8889
StDev: 1.50765
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.089 D-: 0.127 D : 0.127
Approximate P-Value: 0.149

Análise de tendência: Mogi Guaçu SP - Varginha MG

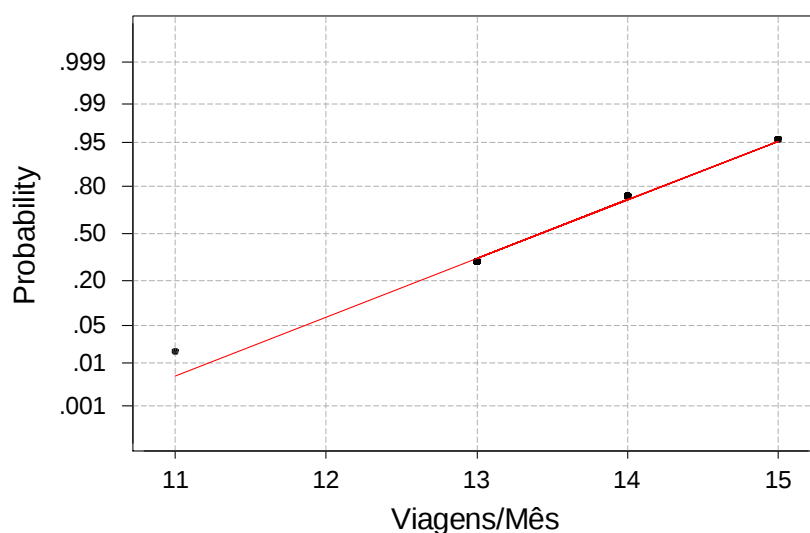


Teste da sazonalidade: Mogi Guaçu SP - Varginha MG



Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - Piracicaba SP: 155 viagens/ano

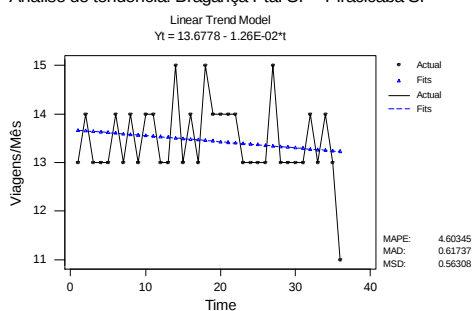
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - Piracicaba SP



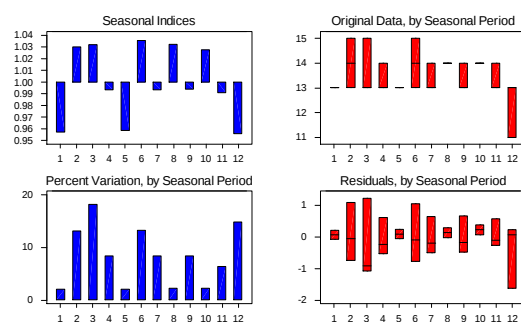
Average: 13.4444
StDev: 0.772545
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.037 D-: 0.034 D : 0.037
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - Piracicaba SP

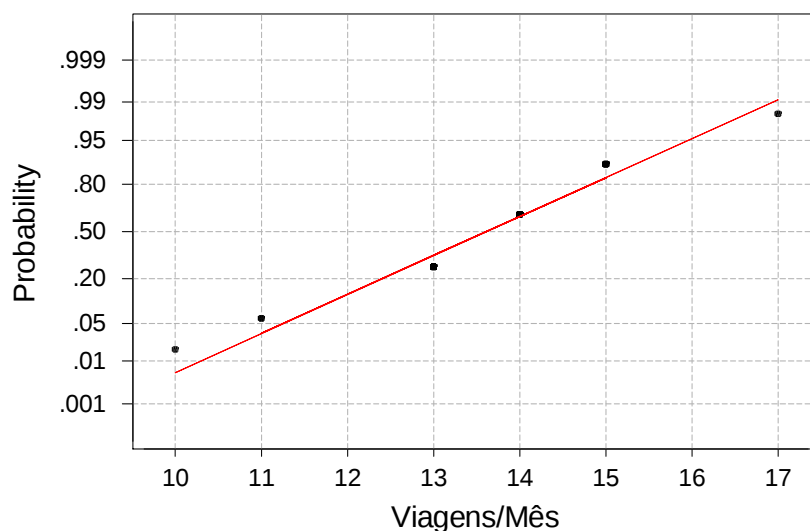


Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - Piracicaba SP



Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - Santos SP: 148 viagens/ano

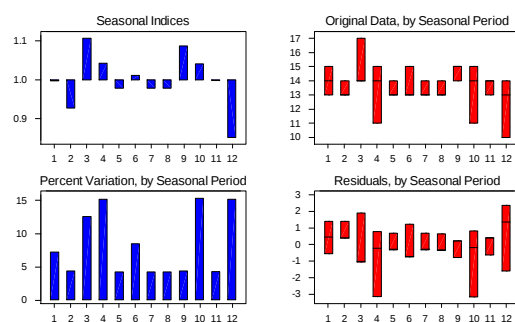
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - Santos SP



Average: 13.6111
StDev: 1.27117
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.049 D-: 0.065 D : 0.065
Approximate P-Value > 0.15

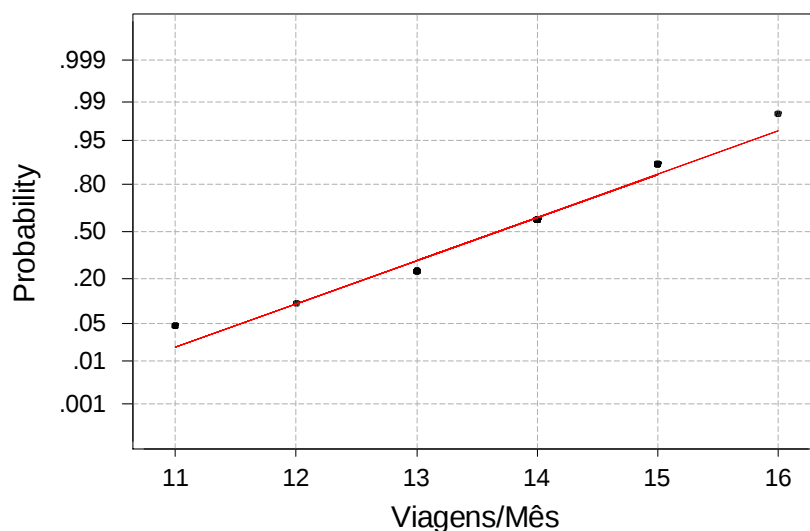
Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - Santos SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - Campinas SP: 147 viagens/ano

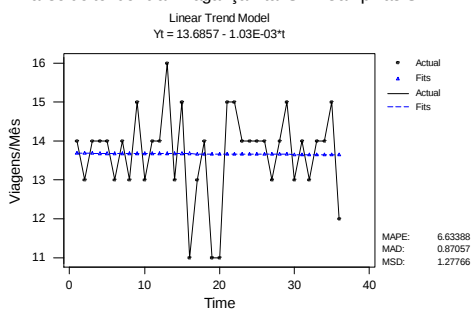
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - Campinas SP



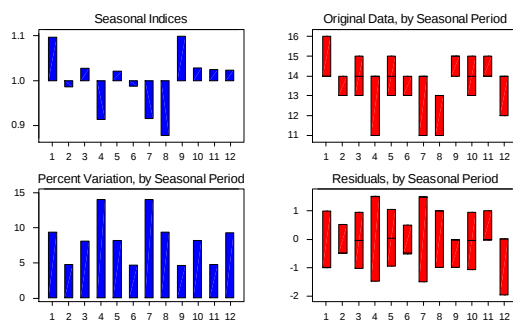
Average: 13.6667
StDev: 1.14642
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.046 D-: 0.058 D : 0.058
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - Campinas SP

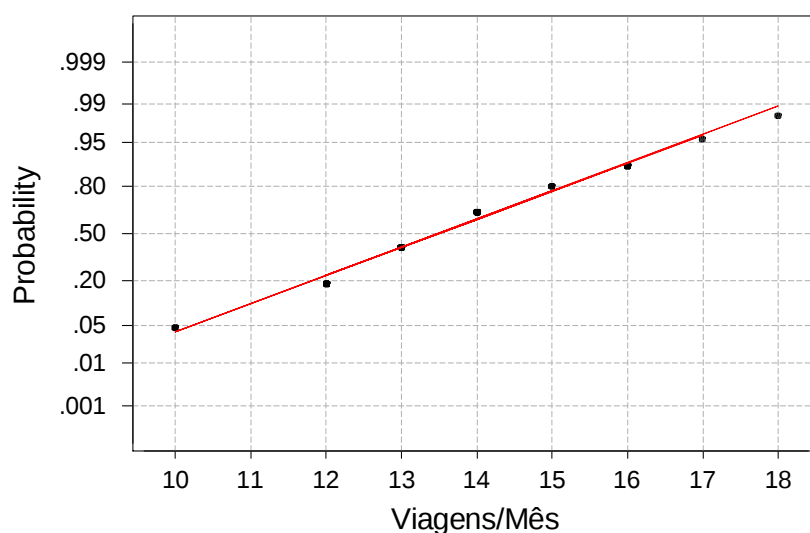


Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - Campinas SP



Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - Jacaré SP: 145 viagens/ano

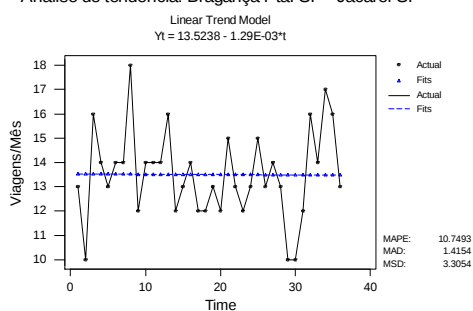
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - Jacaré SP



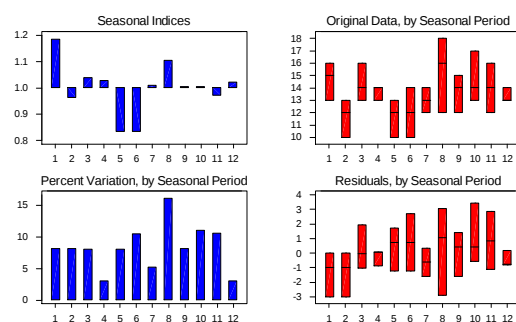
Average: 13.5
StDev: 1.84391
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.060 D-: 0.041 D : 0.060
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - Jacaré SP



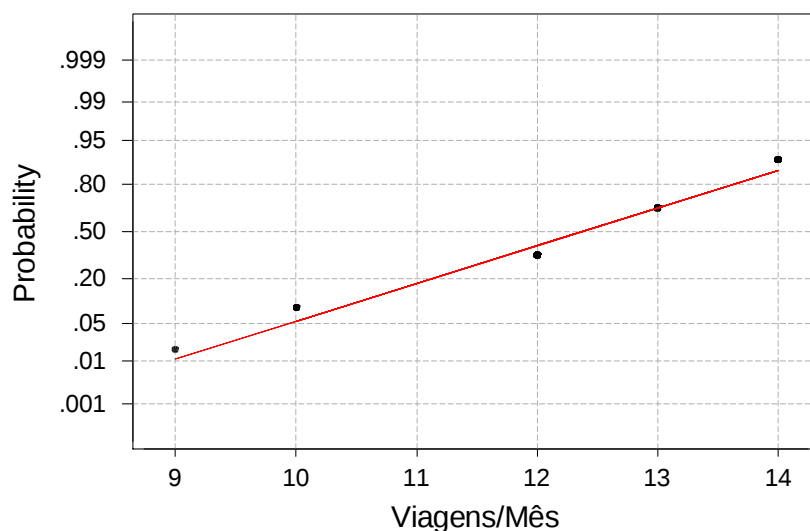
Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - Jacaré SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP-Ribeirão Preto SP:143 viagens/ano

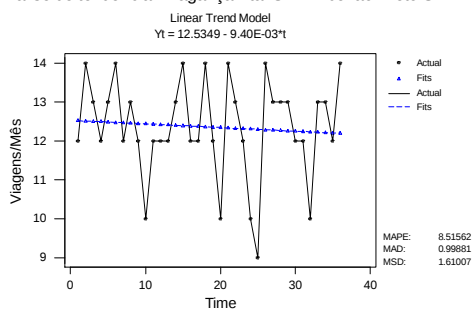
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - Ribeirão Preto SP



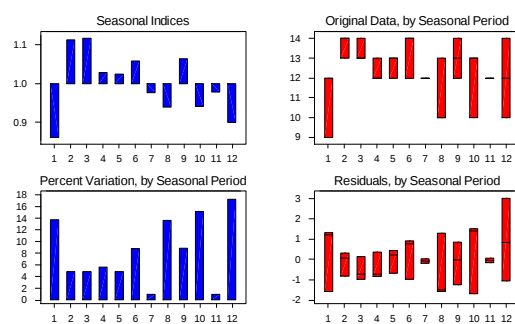
Average: 12.3611
StDev: 1.29069
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.064 D-: 0.070 D : 0.070
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - Ribeirão Preto SP



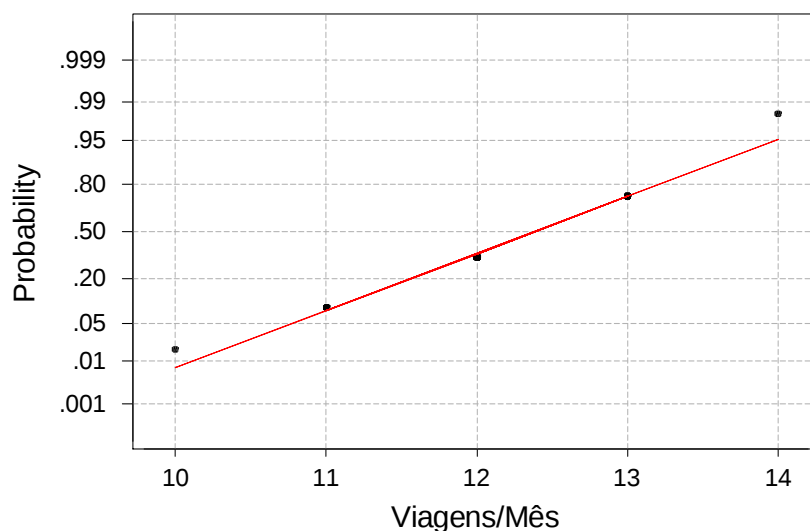
Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - Ribeirão Preto SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - Araras SP: 143 viagens/ano

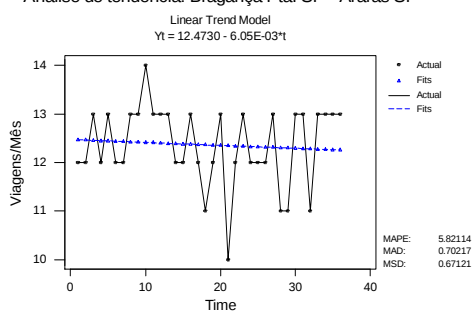
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - Araras SP



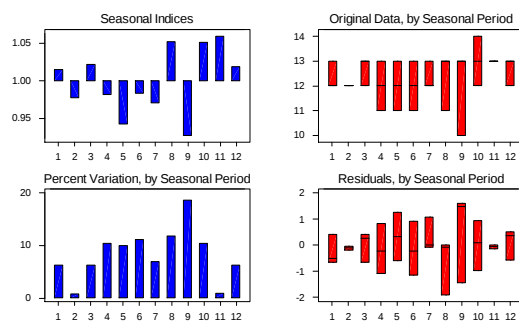
Average: 12.3611
 StDev: 0.833333
 N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
 D+: 0.046 D-: 0.056 D : 0.056
 Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - Araras SP

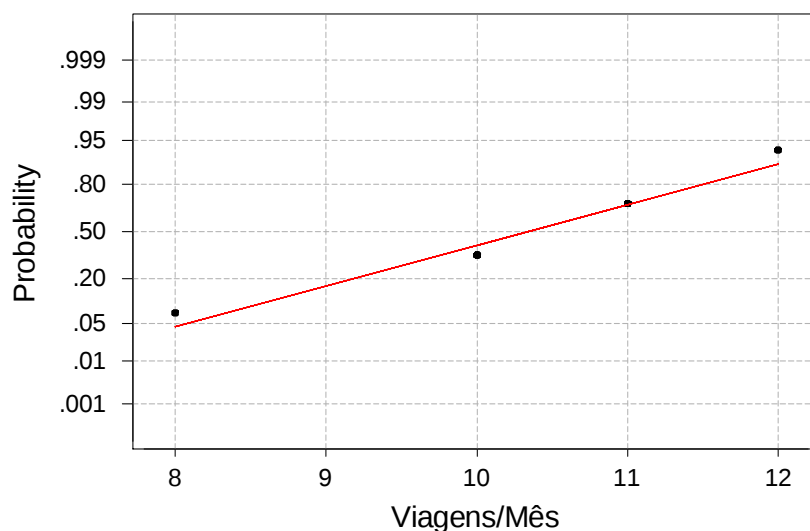


Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - Araras SP



Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - CD PR: 120 viagens/ano

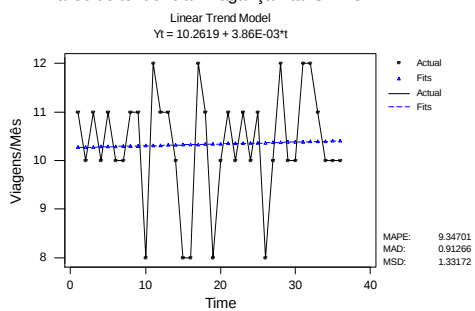
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - CD PR



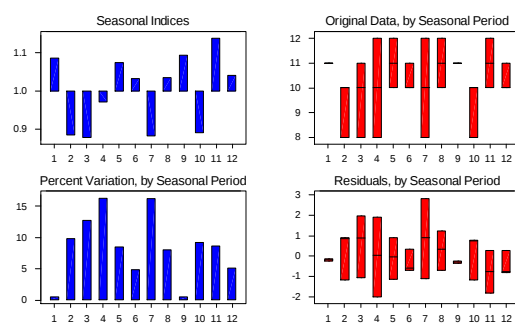
Average: 10.3333
StDev: 1.17108
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.060 D-: 0.069 D : 0.069
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - CD PR



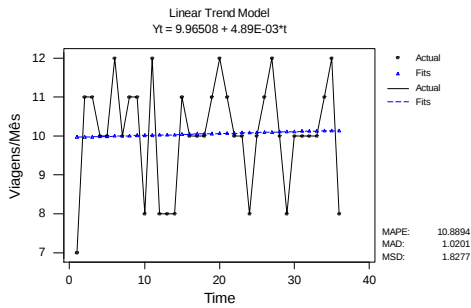
Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - CD PR



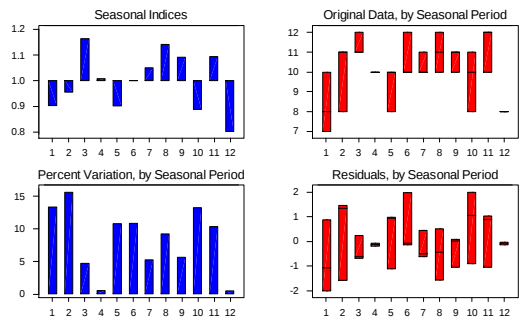
Anexos

Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - Marília SP: 116 viagens/ano

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - Marília SP



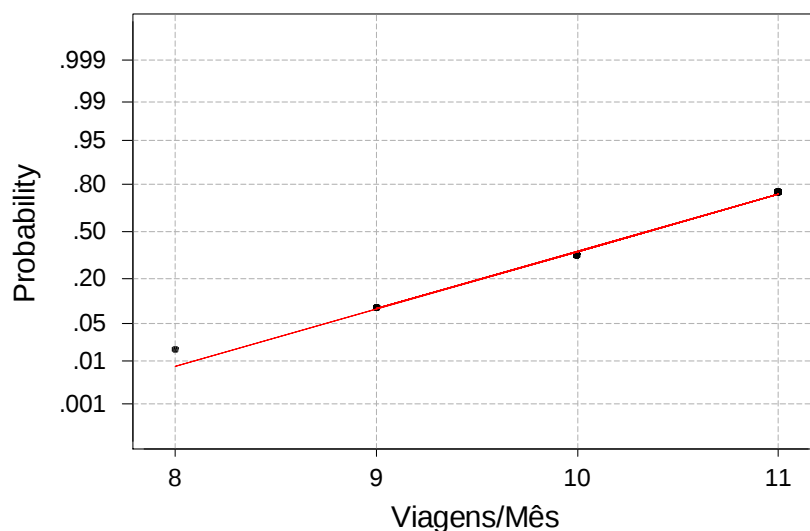
Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - Marília SP



Anexos

Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP-S.J. Boa Vista SP: 114 viagens/ano

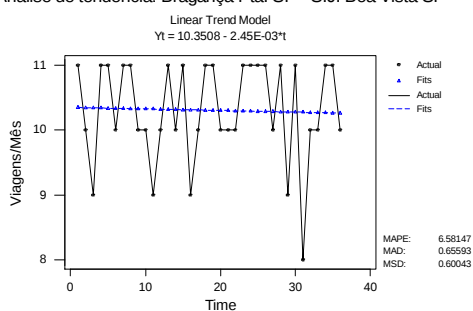
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - S.J. Boa Vista SP



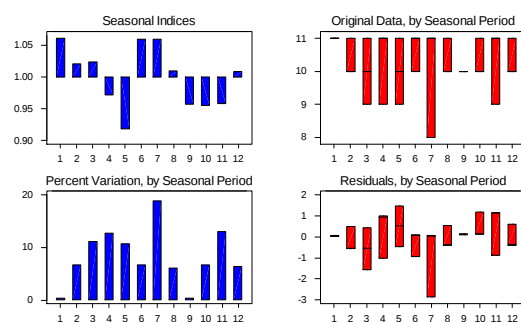
Average: 10.3056
StDev: 0.786291
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.049 D-: 0.061 D : 0.061
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - S.J. Boa Vista SP

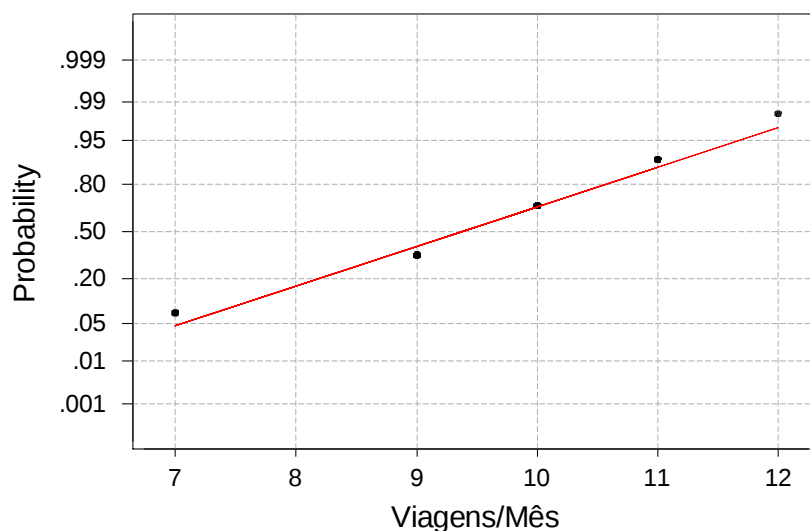


Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - S.J. Boa Vista SP



Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - Ponta Grossa PR: 108 viagens/ano

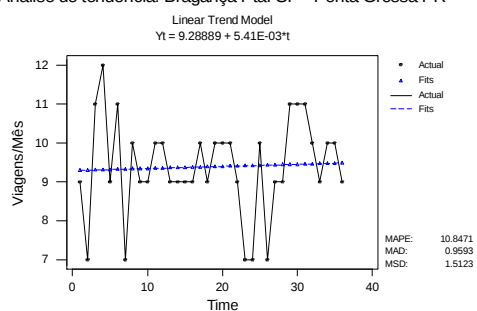
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - Ponta Grossa PR



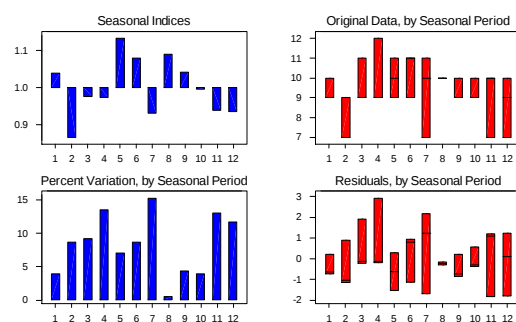
Average: 9.38889
StDev: 1.24849
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.055 D-: 0.058 D : 0.058
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - Ponta Grossa PR



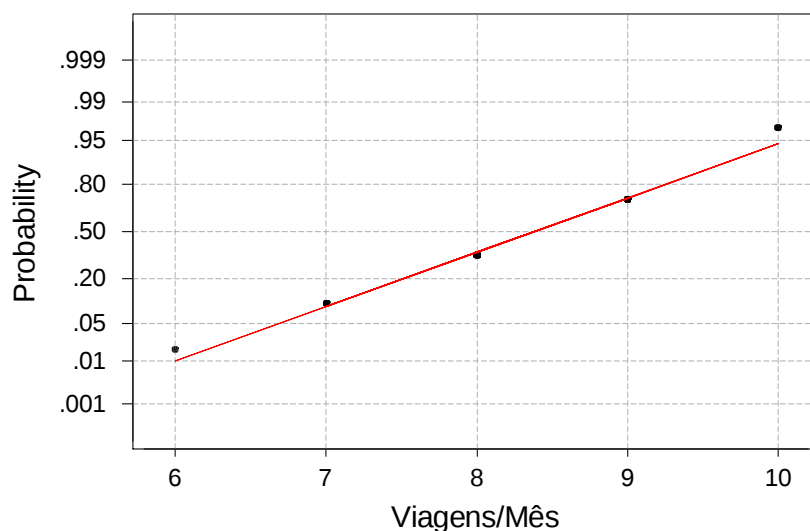
Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - Ponta Grossa PR



Anexos

Análise da demanda do trecho: Bragança Pta. SP - CD MS: 90 viagens/ano

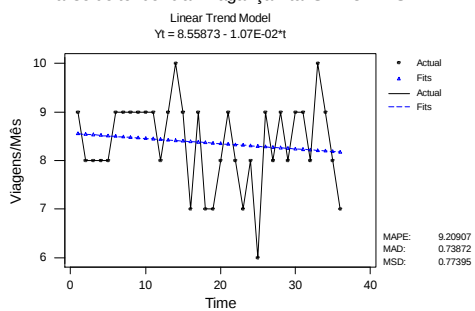
Teste de normalidade: Bragança Pta. SP - CD MS



Average: 8.36111
StDev: 0.899294
N: 36

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D+: 0.046 D-: 0.053 D : 0.053
Approximate P-Value > 0.15

Análise de tendência: Bragança Pta. SP - CD MS



Teste da sazonalidade: Bragança Pta. SP - CD MS

