

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
IFPB - CAMPUS JOÃO PESSOA
DIRETORIA DE ENSINO SUPERIOR
UNIDADE ACADÊMICA DE GESTÃO E NEGÓCIOS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ADMINISTRAÇÃO

LUIS SANDRO LIMA FERREIRA JÚNIOR

**A PESQUISA OPERACIONAL COMO FORMA DE OTIMIZAÇÃO DE
ROTEIRIZAÇÃO DO CENTRO DE ENTREGA DE ENCOMENDAS
DOS CORREIOS DE JOÃO PESSOA – PB.**

João Pessoa

2015

LUIS SANDRO LIMA FERREIRA JÚNIOR

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**



Relatório Final do Estágio Obrigatório/Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, Curso Superior de Bacharelado em Administração, como parte das atividades para obtenção do Grau de Bacharel em Administração.

João Pessoa
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha – IFPB, *campus* João Pessoa.

F383p Ferreira Júnior, Luis Sandro Lima.
A pesquisa operacional como forma de otimização de roteirização do Centro de Entrega de Encomendas dos Correios de João Pessoa – PB. – 2015.
96 f. : il.
TCC (Graduação – Bacharelado em Administração) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba / Unidade Acadêmica de Gestão de Negócios, 2015
Orientação : Profª. D.r Elaine Cristina B. de Oliveira.
1. Pesquisa operacional. 2. Logística. 3. Roteirização de entrega de encomenda. 4. Correios – empresa. 5. Transporte de encomenda. I. Título.

CDU 005.31

LUIS SANDRO LIMA FERREIRA JÚNIOR

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**A PESQUISA OPERACIONAL COMO FORMA DE OTIMIZAÇÃO DE
ROTEIRIZAÇÃO DO CENTRO DE ENTREGA DE ENCOMENDAS DOS
CORREIOS DE JOÃO PESSOA – PB.**

Luis Sandro Lima Ferreira Júnior

Relatório aprovado em 15 de Julho de 2015.

Prof. Elaine Cristina Batista De Oliveira, Doutora
Orientadora

Prof. Jimmy de Almeida Lellis, Doutor
Examinador

Prof. Elaine Medeiros G Soares, Mestre
Examinador

Dedico este trabalho ao meu irmão Niedson Nayelison (In memoria), com todo meu amor e carinho, um ser iluminado e de bom coração, que apesar de ter partido cedo para outra vida, deixou só as melhores lembranças! Saudades eternas!

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida, socorro presente nas horas de angústia, me dando sustento e força para a concretização de mais etapa de vida.

Aos meus pais Nadja Maria e Luis Sandro por estarem sempre presentes me incentivando aos estudos, sendo meus verdadeiros amigos, companheiros e confidentes, que hoje sorriem orgulhosos ou choram emocionados. A vocês que compartilharam do meu ideal me alimentando e incentivando a prosseguir nessa jornada, mostrando que o nosso caminho deve ser seguido sem medo, fossem quais fossem os obstáculos. Minha eterna gratidão vai além de meus sentimentos. Prometo dar-lhes novas alegrias e muitos outros motivos para se orgulharem de mim.

Aos meus irmãos Nadyson, Sandyson e Niedyson (In memoria) que por mais difícil que fossem as circunstâncias, sempre estiveram presentes me dando força para seguir com paciência e confiança.

A minha cunhada Danielle por trazer mais alegria à vida do meu irmão.

Aos meus sobrinhos queridos Sandyson Junior, Igor, Madson e Lucas, por terem me proporcionado carinho e alegria com seus sorrisos lindos e brincadeiras infantis, fazendo-me esquecer das ansiedades e angústias. Dedico a vocês este meu trabalho e todo meu amor e carinho.

Agradeço especialmente a Carlos Carvalho que esteve comigo durante toda a minha vida acadêmica, pessoa com quem pude contar na elaboração de alguns projetos, artigos e trabalhos. Obrigado pelo seu apoio e por me incentivar a seguir em frente, contribuindo, sem dúvidas para a realização deste sonho.

A toda a equipe da UAG-IFPB – Unidade Acadêmica de Gestão e Negócios, muitíssimo obrigado, em especial aos professores deste departamento, obrigado não apenas por me ensinarem, mas também por me fazerem aprender.

O meu muitíssimo obrigado a minha orientadora Elaine Oliveira, por toda a paciência e atenção que teve comigo durante a elaboração deste trabalho de conclusão de curso. Obrigado por todo o conhecimento compartilhado neste período de orientação, em todas as aulas, como também na monitoria de Pesquisa Operacional.

Obrigado ao professor Jimmy Léllis, pelo apoio, ensinamentos e pelo convite para ser monitor das disciplinas de Prática de Pesquisa em Administração da

Produção e em Gestão de Projetos. Levarei comigo o seu exemplo de profissional dedicado e competente. Muito obrigado!

Meu agradecimento especial aos amigos de curso que estiveram comigo durante toda esta jornada, não posso deixar de mencionar, com muito carinho, os amigos “demoniozinhos”: Rodrigo Costa, Jucyara Gomes, Aretha Nascimento e Alexandra Kelly. Vocês, sem dúvida nenhuma, marcaram positivamente minha vida. Aprendi muito com vocês ao longo do curso. Muito obrigado!

Aos meus amigos, que me apoiaram e que sempre estiveram ao meu lado durante esta longa caminhada, em especial a Jerônimo, Mark, Roberto, Jéssica e Emily. A vocês dedico este trabalho e todo meu carinho.

Aos meus colegas do Centro de Transporte e Operações dos Correios – João Pessoa, pela parceria e por compreenderem meus horários e ausências para correções e reformulações do trabalho.

Obrigado a todos que de certa forma acreditaram no meu potencial e me apoiaram em mais essa etapa da minha vida. Muito Obrigado!

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APLAQ	Assessória de Planejamento e Qualidade
CDD	Centro de Distribuição Domiciliar
CEE	Centro de Entregas e Encomendas
CEE-CG	Centro de Entregas e Encomendas de Campina Grande
CEE-JP	Centro de Entregas e Encomendas de João Pessoa
CEP	Código de Endereçamento Postal
CI	Comunicação Interna
CTE	Centro de Tratamento Encomendas
CTE-JP	Centro de Tratamento Encomendas de João Pessoa
CTE-RE	Centro de Tratamento Encomendas de Recife
CTO	Centro de Transporte e Operações
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
DR	Diretoria Regional
DR-PB	Diretoria Regional da Paraíba
ECT	Empresa Brasileira de Correios e Telégrafo
GCTCE	Gerência do Centro de Tratamento de Cartas e Encomendas
GERAD	Gerência de Administração
IFPB	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.
LTU	Linha de Transporte Urbana
PAC	Serviço de Encomenda Econômica
PCV	Problema de Caixeiro Viajante
PGP	Programa de Gestão de Pessoas
PO	Pesquisa Operacional
PRE	Planejamento de Recursos Empresarias
RDVO	Registro Diário de Veículos e Ocorrências
RH	Recursos Humanos
SDE	Sistema de Distritamento de Encomendas
SEAD GABDR	Serviço de Apoio Administrativo ao Gabinete do Diretor
SEDEX	Serviço de Encomenda Expressa
SEMOB	Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana

SENAC	Serviço Nacional de Aprendizagem Nacional
SI	Sistema da Informação
TI	Tecnologia da Informação
UD	Unidade de Distribuição

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A: roteiro de pesquisa	96
---------------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da logomarca dos Correios	21
Figura 2 – Organograma nacional dos Correios	22
Figura 3 – Organograma da Diretoria Regional dos Correios na Paraíba	23
Figura 4 – Macroestrutura da empresa brasileira dos Correios e Telégrafo	29
Figura 5 – Macroestrutura da Diretoria Regional da Paraíba	30
Figura 6 – Destaque no Organograma da área de realização do Estágio	38
Figura 7 – Fluxograma do Registro Diário de Viagens e Ocorrências	41
Figura 8 – Fluxograma do Lançamento de Horas Extras	43
Figura 9 – Fluxograma da Abertura de Processos de Autuação de Trânsito	44
Figura 10 – Relacionamento (esquematizado) do CTO com outros setores dos Correios	45
Figura 11 – Processo de transformação de um produto ou serviço	56
Figura 12 – Relação das três atividades básicas da logística	58
Figura 13 – Fases de um estudo de pesquisa operacional	63
Figura 14 – Exemplo de operação tripa de Floyd	68
Figura 15 – Exemplo de um problema de caixeiro viajante	72
Figura 16 – Sistema de distritamento de encomendas Correios	78
Figura 17 – Exemplo de obtenção da distância mínima entre Correios e Tribunal de Justiça da Paraíba	80
Figura 18 – Distâncias mínimas entre os pontos de entrega e coleta da linha LTU-PB-01	82
Figura 19 – Pontos de entregas e coletas da linha LTU-PB-01	83
Figura 20 – Aplicação da função índice	84
Figura 21 – Parâmetro do Solver	85
Figura 22 – Caixa de resultados do Solver	86
Figura 23 – Resultado da utilização do solver na resolução do problema de caixeiro viajante	87
Figura 24 – Resultado completo da utilização do solver na resolução do problema de caixeiro viajante	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Segmento de mercado dos Correios	25
Quadro 2 – Canais de comunicação com os clientes internos	27
Quadro 3 – Canais de comunicação com os clientes externos	28
Quadro 4 – Quadro de pessoal dos Correios por cargo	76
Quadro 5 – Linhas de transporte utilizadas pelos Correios	77
Quadro 6 – Roteiro de entregas e coletas da linha LTU-PB-01	81
Quadro 7 – Fórmulas utilizadas no Excel para formatação do problema de P.O externos	84
Quadro 8 – Preenchimento dos parâmetros do Solver	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros para o problema de transporte	66
---	----

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – A Organização	16
1.1 Identificação do Estagiário e da Organização	17
1.2 Histórico da Empresa	18
1.3 Organograma Geral da Organização	21
1.4 Setor Econômico de Atuação e Segmento de Mercado	24
1.5 Descrição da Concorrência	25
1.6 Organização e Principais Fornecedores	26
1.7 Relacionamento Organização-Clientes	26
1.8 Procedimentos Administrativos e suas Divisões	28
1.8.1 Área de Recursos Humanos	30
1.8.2 Área de Marketing	32
1.8.3 Área de Finanças	33
1.8.4 Área de Produção	33
1.8.5 Área de Materiais e Patrimônio	34
1.8.6 Área de Sistemas de Informação	35
CAPÍTULO II – A Área de Realização do Estágio	37
2.1 Aspectos Estratégicos da Organização	39
2.2 Atividades Desempenhadas – Fluxograma de Atividades	40
2.2.1 Atividade A – Lançamento do Registro Diário de Veículos e Ocorrência – RDVO	40
2.2.2 Atividade B – Lançamento das Horas Extras no Programa de Gestão de Pessoas	42
2.2.3 Atividade C – Abertura de Processo de Autuação de Trânsito	43
2.3 Relacionamento da Área de Estágio com outras Áreas da Empresa	45
CAPÍTULO III – Levantamento	
Diagnóstico	47
3.1 Identificação de Problemas da Área de Estágio	48
3.1.1 Problema I – Alto índice de Ociosidade	48
3.1.2 Problema II – Falta de Controle do Estoque da Oficina	48
3.1.3 Problema III – Atraso na Entrega de Encomendas	49
3.2 Problema de Estudo	50

3.3 Características do Problema de Estudo	50
CAPÍTULO IV – Proposta de Trabalho	52
4.1 Objetivos	53
4.1.1 Objetivo Geral	53
4.1.2 Objetivos Específicos	53
4.2 Justificativa	54
CAPÍTULO V – Desenvolvimento do Trabalho	55
5.1 Fundamentação	56
5.1.1 Administração da Produção ou Operações	56
5.1.2 Gestão Logística	57
5.1.3 Roteirização	60
5.1.4 A Pesquisa Operacional	61
5.1.4.1 Métodos ou Modelo de Pesquisa Operacional	63
5.1.5 Problemas de Transporte	65
5.1.6 Modelos de Otimização de Redes	67
5.1.6.1 Problema de Fluxo Mínimo	67
5.1.6.2 Problema de Fluxo Máximo	69
5.1.6.3 Problema de Caixeiro Viajante	70
5.1.6.3.1 Algoritmos Heurísticos	72
5.1.6.3.2 Resolução do Problema de Caixeiro Viajante através de Softwares	72
5.2 Metodologia	73
5.3 Análise de Dados e Interpretação de Resultados	74
5.3.1 Levantamento de Dados para Otimização do Roteamento de Frota	75
5.3.2 A Estrutura e Operações	75
5.3.3 As Linhas de Transportes	77
5.3.4 O Atual Processo de Roteamento	78
5.3.5 Etapas para Montagem do Modelo de Roteamento de Frotas	79
5.3.6 Elaboração e Resolução do Problema de Caixeiro Viajante (PVC)	81
5.4 Aspectos Conclusivos	89
REFERÊNCIAS	91
Apêndice A: Roteiro de Pesquisa	96

CAPÍTULO I

A Organização

1.1 Identificação do Estagiário e da Organização

Nascido em 23 de março de 1986, na cidade de Campina Grande, Luis Sandro Lima Ferreira Junior despertou sua paixão pela profissão de Administrador ao fazer o curso de serviços administrativos no SENAC, durante o período que trabalhou como menor aprendiz na loja do Armazém Paraíba (06/2005 à 04/2006). Em 2010, após aprovação no vestibular para Bacharelado em Administração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB, Campus João Pessoa (matrícula nº 2010.2.460.188), decidiu mudar para João Pessoa. Após participar de um Projeto de Extensão, onde teve a oportunidade de colocar em prática o que aprendeu em sala de aula, seus interesses pelas atividades acadêmicas só aumentaram. O interesse pelo curso foi tamanho que logo em seguida decidiu ser monitor das disciplinas de Pesquisa Operacional; Gestão de Projetos e Práticas de Pesquisa em Administração da Produção. Como pesquisador se destacou na sua atuação no projeto de extensão na área de sustentabilidade, onde foi possível desempenhar pesquisas a respeito da qualidade da gestão de resíduos sólidos e logística reversa.

No que concerne à sua trajetória profissional, realizou estágio não obrigatório na PECON – Gestão Condominial e Contábil (07/12 à 05/13) uma empresa que atua na gestão de condomínios, onde desenvolveu atividades relacionadas às prestações de contas, balanço financeiro e cobranças. Posteriormente, em 14 de janeiro de 2014 iniciou estágio não obrigatório no setor de Transporte e Operações da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, o qual em 2015, passou a ser estágio supervisionado, onde o mesmo passou a desempenhar atividades relacionadas à logística, gestão de frotas e administração de pessoas.

A Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, especificamente a Diretoria Regional da Paraíba está inscrita no CNPJ sob o número 07.526.557/0013-43, com sede no endereço Br 230 Km 24,5; Cristo Redentor – João Pessoa. Atualmente é a maior empresa de logística da América Latina e a 38ª maior empresa do Brasil segundo a publicação na revista América Economia (editora Spring) em julho de 2014.

A organização possui um portfólio de serviços bastante diversificado, dentre os quais pode-se destacar os serviços exclusivos (cartas, telegramas e correspondências agrupadas) que auferem 54,3% da sua receita anual. No que se refere aos serviços de entrega de encomendas, a companhia oferece aos seus clientes: serviços de entrega nacional (SEDEX hoje, SEDEX 10, SEDEX 12, SEDEX e PAC) e serviços com

destinos internacionais (mercadoria expressa, leve internacional e mercadoria econômica). Além de serviços de entrega, a empresa oferece ainda prestação de serviços financeiros em agências específicas dos Correios, o que contribuiu para inclusão bancária de milhões de brasileiros. Os Correios é uma empresa conhecida nacionalmente por ser a única empresa brasileira com presença em todas as cidades do Brasil, com compromisso de oferecer tecnologia de ponta, a fim de atender as necessidades de todos os seus clientes.

1.2 Histórico da Empresa

A empresa Brasileira de Correios e Telégrafos está no mercado brasileiro há mais de 352 anos. Desde sua fundação em 25 de janeiro de 1663, vem se modernizando, criando e disponibilizando serviços de qualidade que correspondam às expectativas dos seus clientes. A história dos Correios no território brasileiro caminha lado a lado com a própria transformação histórica do país. Neste sentido, é importante destacar que desde o Brasil Colônia esta empresa sempre buscou o aperfeiçoamento dos serviços postais, uma vez que era através dela que todas as correspondências eram enviadas à Portugal, sendo, portanto, o único veículo de comunicação à longa distância daquele tempo. Ainda nesta mesma época, os primeiros serviços postais não oficiais que chegaram através dos assistentes do Correio-Mor das Cartas do Mar, o qual se expandiu logo depois da descoberta das minas de ouro no interior do país, contribuindo para o povoamento de novas terras. Todavia, para que a coroa lusitana continuasse no controle das informações sobre as suas riquezas, proibiu a atuação do Correio-Mor no interior do país, o que ocasionou na criação a partir de 1730 das primeiras linhas de transporte postal organizadas pelos representantes português (CORREIOS, 2015).

O ano de 1500 os serviços postais se destacaram pela carta de Pero Vaz de Caminha, que anunciava o descobrimento da nova terra. Desta forma, pode-se considerar de certa forma, a primeira ligação postal entre o Brasil e Portugal. A primeira nomeação oficial do primeiro Correio-Mor do Reino, que recebeu do rei Manuel I o encargo da exploração serviço postal aconteceu em 1520. Em 1657, por conta das disputas entre Portugal e Espanha, o rei de Portugal decidiu criar um novo cargo de Correio-Mor das Cartas do Mar, o qual passou a ter assistentes. Porém, somente em 1663 o Conselho Ultramarino oficializa o cargo de auxiliar do Correio-Mor, contribuindo de certo modo, para o início oficial dos serviços postais no Brasil.

Em 1710 o Brasil recebeu o seu assistente do Correio-Mor da Capitania do Rio de Janeiro, dando início ao novo serviço que ficou em execução até 1715. O governador do Rio de Janeiro proibiu sua continuidade, tendo em vista o interesse de controlar as informações sobre as novas riquezas descobertas. Essas proibições se alinhavam a outros controles realizados pela coroa portuguesa ao longo do século XVIII, pelo fato dos lusitanos temerem a circulação e o vazamento de notícias sobre as minas de ouro (CORREIOS, 2015).

Com a extinção do Correio-Mor do Reino e a sua reincorporação à coroa portuguesa em 1797, foi criado o cargo de Ministro de Estado da Marinha e Ultramar, o que contribuiu para que o Estado reivindicasse para a Coroa a gestão dos serviços postais, o que cominou na posse do primeiro Diretor dos Correios.

A vinda da família real para o Brasil em 1798 e com o Rio de Janeiro tornando-se a capital do governo português, os Correios tornaram-se mais importantes. Neste mesmo ano criou-se a organização postal dos correios terrestres, estabelecendo a ligação postal marítima e regular entre Rio de Janeiro e Lisboa, sendo criada, no Rio de Janeiro, a administração dos Correios, onde eram feitos os serviços de entregas de correspondência vindas de Portugal, momento em que foi criada a primeira agência postal oficial no interior do estado. No ano 1801 nascia os serviços de caixas postais, que contribui, de certa forma, para o surgimento dos agentes de correios no país.

Durante o período Imperial, os Correios do Brasil se tornaram completamente independentes, dando início à criação de administrações nas províncias e as reformas postais que estabeleciam o pagamento prévio de franquia unificada; o lançamento dos primeiros selos postais; a criação do quadro de carteiros, de caixas de coleta e de postais e a distribuição domiciliária de correspondência na Corte e nas províncias, além de estabelecer o serviço telegráfico.

No período da República Velha, os Correios foram marcados por parcerias com outros continentes, criando a União Postal Sul Americana. Essa criação expandiu seus serviços às populações de todas as regiões do País e contribuiu para integração nacional, graças a aquisição de novas máquinas pela empresa, a qual ampliou a área de ação interna e externa.

A Revolução de 1930 também atingiu a empresa, que passou a remodelar sua estrutura e melhorar sua capacidade técnica. Nesse contexto, foi criado o Departamento de Correios e Telégrafos, o qual era subordinado ao Ministério da Viação e Obras Públicas, como também as Diretorias Regionais existentes até hoje. Neste

mesmo período, foi elaborado o código postal universal e a criação dos Correios Aéreos Nacionais, que levavam correspondências a lugares mais longínquos do território brasileiro.

Com o desenvolvimento tecnológico das últimas décadas nos setores produtivos do Brasil, os Correios tiveram que se reorganizar e melhorar ainda mais os seus serviços, deixando-os mais modernos. A Lei nº. 509, criou a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT), uma organização pública vinculada ao Ministério das Comunicações, solidificando ainda mais a importância do seu papel como agente da ação social do Governo, visto que passou a atuar no pagamento de pensões e aposentadorias; na distribuição de livros escolares; no transporte de doações em casos de calamidade; em campanhas de aleitamento materno; no treinamento de jovens carentes e em inúmeras outras situações (CORREIOS, 2015).

✓ A Marca Correios

A primeira logomarca da ECT foi escolhida através de concurso público em 1970. A identidade visual escolhida por unanimidade baseou-se no envelope comum aéreo, onde procurou passar para os jurados uma mensagem de dinamismo, difusão e movimento. A Segunda marca surgiu com o desenvolvimento do manual de padronização, estabelecendo as primeiras normas para a identidade visual da empresa, foi utilizada desde 1990. Em 6 de maio de 2014, a logomarca dos Correios se modernizou e apresentou um novo desenho, desenvolvido por uma consultoria especializada, nasceu preservando as características já reconhecidas pela população (as cores e as setas) que simbolizam a capacidade dos Correios de conectar pessoas, conforme pode-se ver na figura 1.

Figura 1 – Evolução da logomarca dos Correios.



Fonte: Disponibilizado pela empresa.

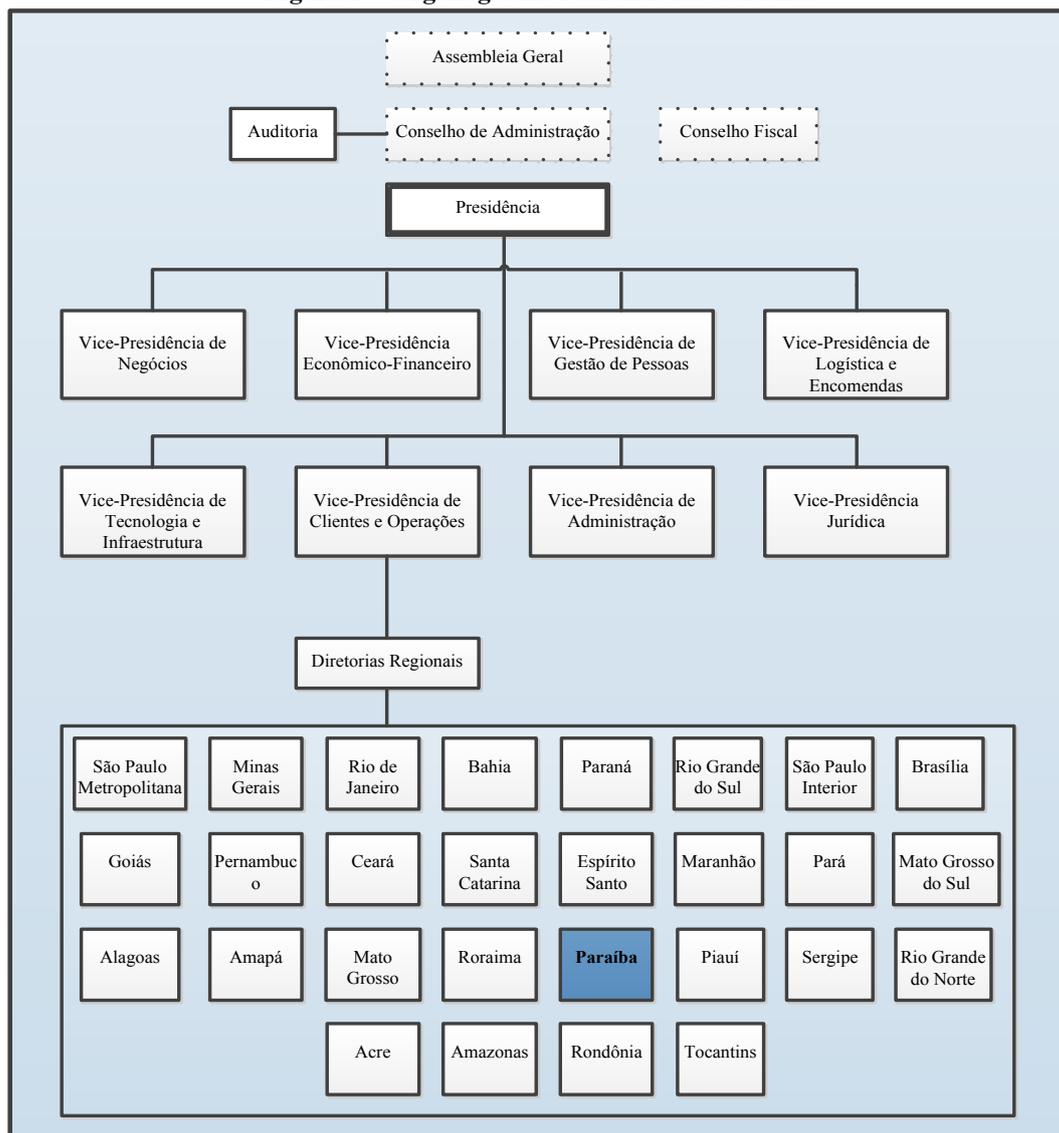
1.3 Organograma Geral da Organização

De acordo com Araújo (2009), o organograma consiste em uma representação gráfica da estrutura formal de uma empresa. Nele estão dispostos os departamentos funcionais, as hierarquias e as relações de comunicação entre eles. De acordo com o autor, os organogramas podem ser: vertical (quando a representação gráfica é claramente identificada em uma organização), circular (quando há ênfase no trabalho em grupo e não há preocupação em representar as hierarquias) ou horizontal (quando é representado com base na hierarquia da empresa). Todavia, é importante ressaltar que os cargos “mais baixos na hierarquia” não necessariamente significa dizer que estão numa posição abaixo dos outros, isto é, menos importante.

O organograma funcional se diferencia do anterior, pelo fato de simular as relações por funções dentro de uma empresa, não se baseando, portanto, na hierarquia. O modelo matricial é usado para simular a estrutura de uma empresa que não possui uma definição clara dos seus departamentos funcionais.

A figura 2 mostra o organograma nacional da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos. Nele é possível observar as relações existentes entre as diversas áreas, funções e hierarquias.

Figura 2 – Organograma Nacional dos Correios.



Fonte: Disponibilizado pela empresa, 2015.

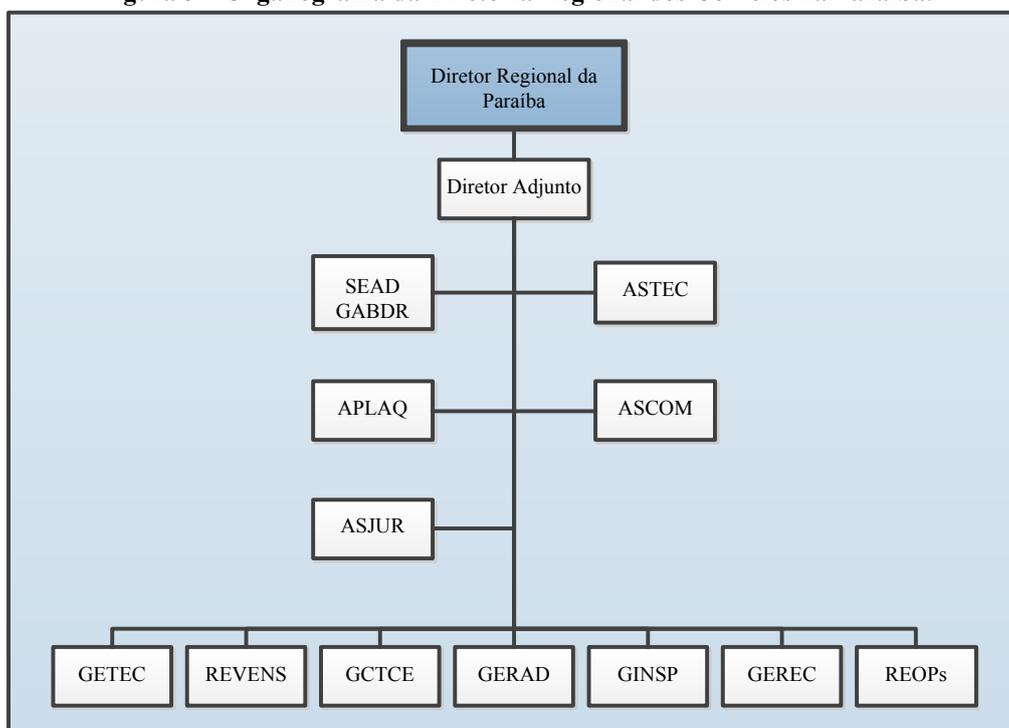
A estrutura organizacional da ECT é composta da seguinte forma: **Assembleia Geral**, representada pela Procuradoria Geral da Fazenda Nacional, visto que 100% de seu capital pertence à União; **Auditoria**, a qual compete dar segurança a alta administração oferecendo-lhe informações acerca de assuntos internos e externos da organização; **Conselho de Administração**, responsável pela continuidade dos serviços, transparência, eficácia e legalidade da gestão; **Conselho Fiscal**, setor responsável por inspecionar e fiscalizar os atos dos administradores no que tange às questões financeiras, orçamentária e patrimonial da companhia e a **Presidência**, a qual compete à função de controlar todas as atividades da empresa tanto no âmbito nacional quanto na esfera internacional. A **Diretoria Executiva** da empresa é formada por oito vices presidentes, os quais possuem a tarefa de supervisionar e controlar as atividades

administrativas e operacionais dos Correios, além de propor orçamentos e investimentos que agreguem valor a organização. Ainda é função da Diretoria Executiva supervisionar a qualidade e a eficiência dos serviços dentro da área de cada vice-presidente, além de trabalhar em conjunto com os demais setores, a fim de atingir os objetivos e metas do planejamento estratégico.

As **Diretorias Regionais** são subordinadas aos departamentos e tem como função gerir e administrar em âmbito regional as atividades do estado a qual pertence. As vinte e oito Diretorias Regionais – DR que formam a empresa são: São Paulo Metropolitana (SPM), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ), Bahia (BA), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS), São Paulo Interior (SPI), Distrito Federal – Brasília (BSB), Goiás (GO), Pernambuco (PE), Ceará (CE), Santa Catarina (ST), Espírito Santo (ES), Maranhão (MA), Mato Grosso do Sul (MS), Pará (PA), Alagoas (AL), Amazonas (AM), Mato Grosso (MT), Roraima (RO), Paraíba (PB), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN), Sergipe (SE), Acre (ACR), Amapá (AP), Roraima (RR) e Tocantins (TO).

A Diretoria Regional da Paraíba, caracteriza-se por apresentar um organograma vertical, com vinculações hierárquicas, formadas por varias gerencias, as quais são subordinados a Diretoria Executiva, como é possível observar na figura 3.

Figura 3 – Organograma da Diretoria Regional dos Correios na Paraíba.



Fonte: Disponibilizado pela empresa, 2015.

A DR-PB está presente em todos os 223 municípios do Estado. Sua administração geral é feita pelo Diretor e seu Adjunto, e tem como objetivo gerir e administrar todos os serviços administrativos e operacionais nos limites geográficos do estado. O Serviço de Apoio Administrativo ao Gabinete do Diretor (SEAD GABDR) tem a tarefa de auxiliar nas atividades administrativas. A Diretoria Regional conta ainda com as assessorias que vão dar suporte à parte operacional e administrativa da empresa, estando representadas pelas: Assessoria de Planejamento e Qualidade (APLAQ), Assessoria Jurídica (ASJUR), Assessoria Técnica (ASTECA) e Assessoria de Comunicação (ASCOM).

Na base do organograma ainda é possível encontrar outras Gerências que auxiliam, juntamente com as demais assessorias, todo o andamento administrativo da empresa, a exemplo da Gerência Técnica (GETEC), Regiões de Vendas (REVEN), Gerência do Centro de Tratamento de Cartas e Encomendas (GCTCE), Gerência de Administração (GERAD), Gerência de Infraestrutura e Patrimônio (GINSP), Gerência de Recursos Humanos (GEREC) e Região Operacional (REOP'S). É importante ressaltar que todas as gerências elencadas apresentam subgerências que ajudam no suporte operacional de cada departamento.

1.4 Setor Econômico de Atuação e Segmento de Mercado

A ECT se insere no setor terciário da economia, uma vez que atua no ramo de serviços, sobretudo na entrega de cartas, correspondências, sedex e encomendas, além de atividades econômicas de recebimentos e pagamentos de valores. De acordo com Kotler e Keller (2006), o setor terciário engloba todas as atividades de serviços e comércio de produtos, os serviços podem ser transporte, distribuição e venda de mercadorias ou podem envolver a prestação de um serviço, como conserto de um equipamento, corte de cabelo, etc.

Por ser uma empresa de capital público voltado ao atendimento das necessidades dos consumidores, os correios tem uma segmentação de mercado ampla que contempla as esferas demográficas, geográficas, sociais e econômicas, tendo, portanto, um público bastante diversificado. Cada produto tem seu critério de segmentação diferenciado.

O SEDEX é um tipo de serviço que abrange uma clientela de poder aquisitivo maior, tendo em vista ser um serviço caro. Já o PAC, por se tratar de um

serviço mais barato, quando comparado a outros serviços de entrega, atrai clientes com menor poder aquisitivo. No quadro 1 é possível observar os diferentes tipos de segmentação que a empresa está inserida.

Quadro 1 -- Segmentação de Mercado dos Correios.

Tipo de Segmentação	Descrição
Demográfica	A empresa atende a todos os paraibanos dos 223 Municípios do Estado da Paraíba sem discriminação de sexo, idade, etnia, estado civil, religião, naturalidade (ou nacionalidade), renda familiar entre outros.
Socioeconômica	Nesta segmentação a ECT atingi todos os clientes sem distinção de renda, classe social, poses de bens, profissão, escolaridade entre outros.
Geográfica	Os Correios assumem o compromisso de levar serviços e produtos de qualidade que aproxime pessoas as organizações, por isso, a instituição está presente em todos os Municípios do Estado da Paraíba.

Fonte: Elaboração do autor, 2015.

1.5 Descrição da Concorrência

Segundo Kotler e Keller (2006), a concorrência é a disputa entre as empresas fabricantes de um mesmo bem ou serviço que visam agarrar uma maior fatia de mercado. As principais variantes que orientam a essa concorrência mercadológica são o preço, a qualidade do produto, sua disponibilidade nos pontos de venda e a imagem que o produto tem perante seus consumidores.

Assim, é possível observar que no tocante a serviços de entregas, a ECT trabalha no regime de livre concorrência, tendo em vista que o SEDEX e PAC, divide uma fatia do mercado com os seguintes concorrentes: DHL Express, FedEx Express, Total Express, JadLog, Direct Express, Rapidão Cometa, entre outras.

1.6 Organização e Principais Fornecedores

O processo de compras e aquisições da ECT é feita através de licitações, comum a todas as empresas públicas, processo formal de competição entre os interessados, o qual está regulamentado segundo a Lei 8.666 de 21 de Junho de 1993. Todavia, cada setor da empresa possui uma lista de cadastros de fornecedores, para gerir melhor o processo de suprimento de material e serviço da mesma. Para Gonçalves 2010, os fornecedores de grandes empresas são acima de tudo parceiros, que a partir de estratégias garantem a qualidade, regularidade e a cordialidade no suprimento de materiais e de serviços.

De acordo com a Lei 8.666, todos os órgãos da administração direta, fundos especiais, autarquias, fundações, organizações de economia mista e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, Estado, Distrito Federal e dos Municípios, são subordinadas ao regime de licitações e contratos administrativos na aquisição de serviços e produtos. Assim, por se tratar de uma empresa de economia mista, os Correios também apresentam procedimentos licitatórios dispostos em edital para aquisição de produtos, materiais, ferramentas, equipamentos, bem como de contratação de serviços. Segundo Gonçalves (2010), as empresas devem possuir cadastros de fornecedores, a fim de adquirir informações de mercado para, a partir de licitações, escolher fornecedores com melhores propostas para o fornecimento do item desejado.

1.7 Relacionamento organização-clientes

Para Albrecht (2004), a satisfação do cliente externo é a expansão do atendimento realizado entre as áreas no dia-a-dia dentro das empresas, ou seja, a qualidade dos relacionamentos e serviços internos implica no alcance da excelência na prestação de serviços aos clientes externos. O autor ainda esclarece que a satisfação do cliente interno não está ligado somente à oferta de salários e benefícios, mas, muitas vezes o diferencial está na postura organizacional, na estrutura de gestão dos processos de trabalho e na essência de uma cultura de serviços internos direcionando-o e valorizando-o a relação cliente-fornecedor interno. Neste sentido, os Correios consideram seus clientes internos como uma valiosíssima fonte de informação para aprimorar os negócios, sendo de grande importância, uma vez que eles são responsáveis

pela imagem e a credibilidade da empresa. Partindo desse pressuposto, Pinto (2009) afirma que a comunicação interna deve ser bem planejada quando pretende-se construir ou renovar a imagem de uma empresa, pois o cliente interno é um dos públicos a ser atingido pelo marketing total da empresa, para que trabalhe melhor e produza mais.

Os investimentos cada vez maiores em tecnologia de ponta por parte da empresa têm como objetivo oferecer serviços com melhor qualidade, pontualidade e transparência, na busca de satisfazer tanto seus clientes internos como externos. Desta forma, o canal de comunicação com seus clientes internos acontece de acordo com o quadro 2.

Quadro 2 – Canais de comunicação com os clientes internos.

Canal de comunicação	Descrição
Jornal mural	Nessa modalidade, são dispostos os comunicados oficiais da empresa. Os murais estão localizados em pontos estratégicos da instituição, com intuito da informação chegar à maioria dos seus colaboradores.
Eventos	Nesta categoria, destacam-se palestras, seminários, <i>workshops</i> , premiações, lançamentos e divulgações de produtos e serviços da empresa. É um meio de comunicação que gera visibilidade e aproxima pessoas.
Mídia eletrônica	Esta modalidade o canal de comunicação se dá através de <i>e-mails</i> , <i>chats</i> e da <i>intranet</i> . Esse meio de comunicação é vantajoso, pelo fato da informação chegar mais rápido e poder atingir grande número de receptores.

Fonte: Elaboração do autor, 2015.

De acordo com Cobra (2009), para que os clientes externos se sintam satisfeitos, é fundamental que a empresa descubra quais as necessidades e desejos de acordo com cada perfil, para que ela possa oferecer serviços e produtos que satisfaçam os anseios dos mesmos. Diante disso, proporcionar produtos e serviços com qualidade para conquistar e manter seus clientes é o principal objetivo da ECT.

Objetivando melhorar os seus serviços, a empresa disponibiliza aos seus clientes serviços de reclamações, críticas e sugestões. Estes serviços são respondidos

sempre com rapidez e precisão, como forma de demonstrar sua importância, conforme mostra o quadro 3.

Quadro 3 – Canais de comunicação com os clientes externos.

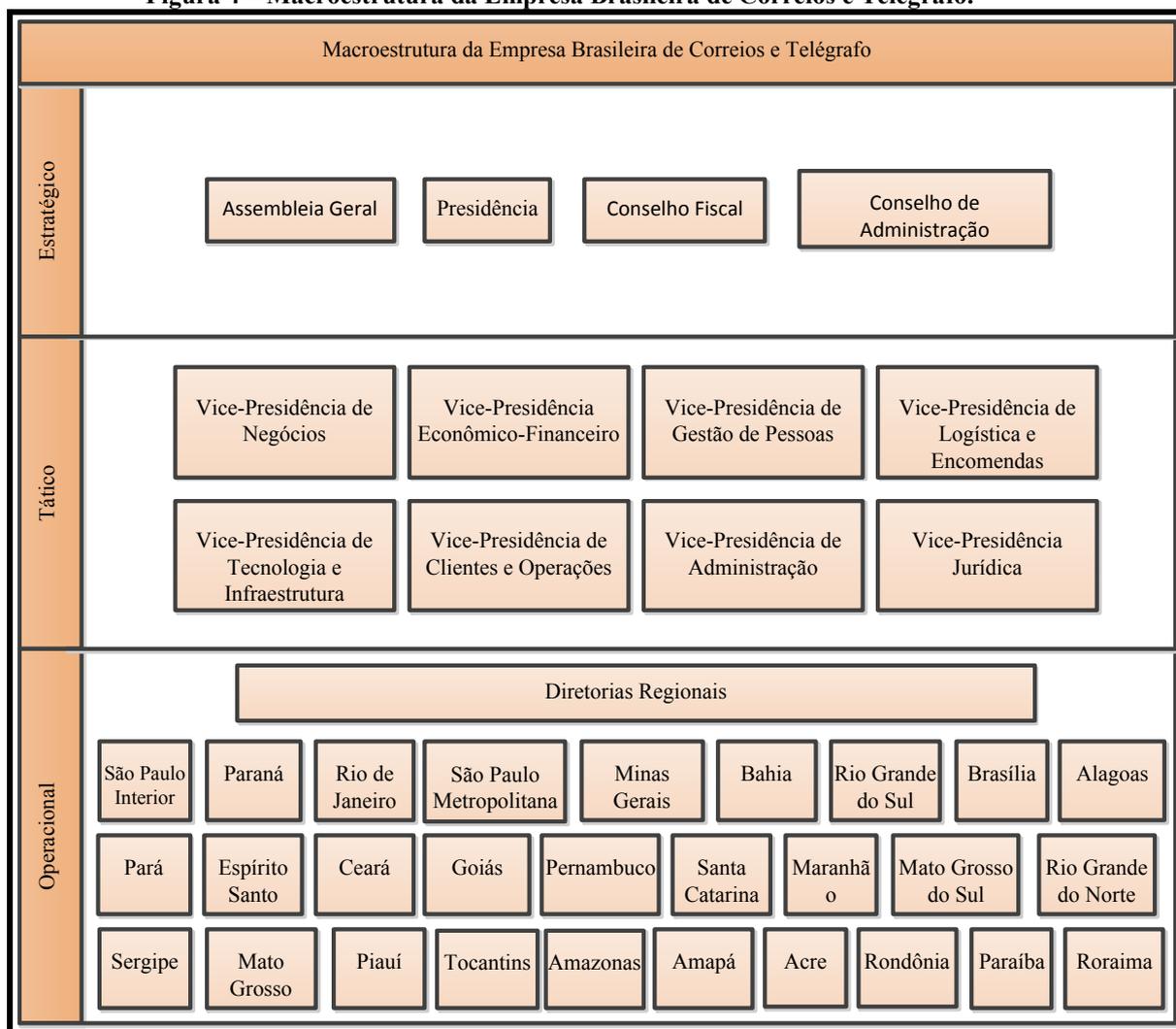
Canal de comunicação	Descrição
Central de atendimento	Neste canal o cliente tem a opção de tirar dúvidas e adquirir informações sobre os produtos e serviços oferecidos pela instituição.
Fale conosco	Nesta modalidade o consumidor poderá registrar via <i>internet</i> reclamações, críticas, sugestões, dúvidas e elogios.
Ouvidoria	Atende a reclamações de clientes que não ficaram satisfeitos com a resposta dada pelos outros canais de relacionamento.
Atendimento comercial para clientes jurídicos	Nesta categoria os clientes jurídicos poderão marcar uma visita com a área de vendas para obter esclarecimentos sobre contratos de prestações de serviços.

Fonte: Elaboração do autor, 2015.

1.8 Procedimentos Administrativos e suas Divisões

A estrutura organizacional se dá a partir de um conjunto ordenado por responsabilidades, autoridades, vinculações hierárquicas, funções, como também de um descritivo das áreas e órgãos, conforme é possível verificar na figura 4.

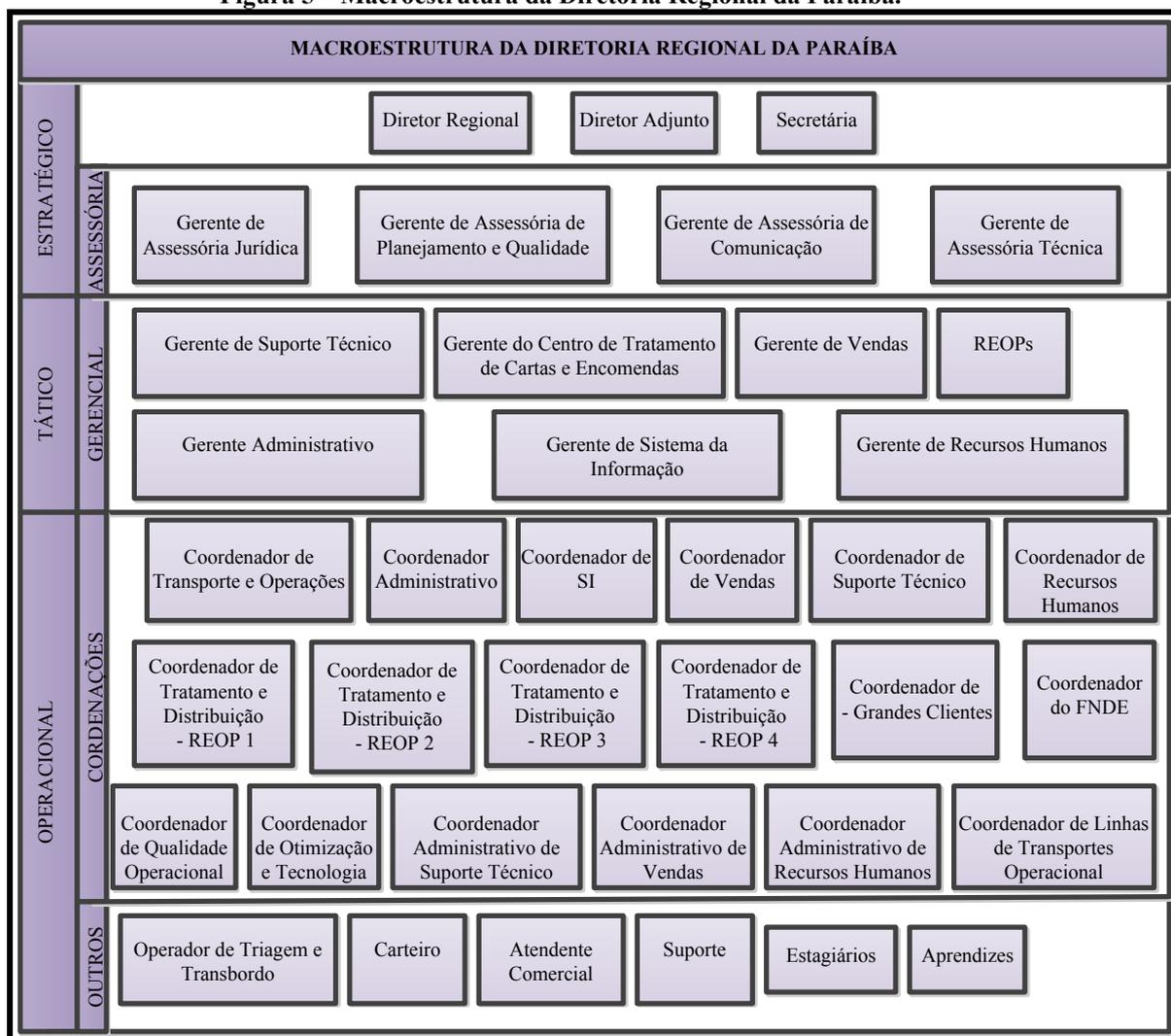
Figura 4 – Macroestrutura da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafo.



Fonte: Elaboração do autor, 2015.

A Estrutura Administrativa da DR-PB é enxuta e extremamente importante por garantir à empresa a alocação de recursos humanos capacitados para que a instituição possa, com grau de eficiência necessária, buscar os resultados planejados. A figura 5 mostra a macroestrutura da empresa na Paraíba.

Figura 5 – Macroestrutura da Diretoria Regional da Paraíba.



Fonte: Elaboração do autor, 2015.

1.8.1 Área de Recursos Humanos

De acordo com Chiavenato (2010) o Departamento de Recursos Humanos da empresa é acima de tudo o responsável por lidar com assuntos relacionados com pessoas, dentro de uma perspectiva de alinhar objetivos pessoais com os objetivos organizacionais. O setor também tem a função de recrutar, selecionar, gerir treinamentos e capacitações, Além de atuar no planejamento de remunerações e benefícios, tendo um papel também de pesquisar e melhorar o clima organizacional.

O departamento de RH dos Correios é responsável por todos os procedimentos de admissão e demissão dos colaboradores; gestão da folha de pagamento, férias, seleção, recrutamento e treinamento. O quadro de funcionários da

empresa é composto por colaboradores concursados, prestadores de serviços, estagiários e jovens aprendizes.

✓ **Recrutamento**

A admissão dos colaboradores é feito através de Concurso Público, os estagiários e jovens aprendizes são recrutados de acordo com a média no curso e atividades extracurriculares. Já os prestadores de serviços são admitidos pela empresa terceirizada que ganhou o edital de licitação.

✓ **Seleção**

A seleção acontece com os funcionários concursados para nomeação de cargo de confiança, assessoria e chefia, a triagem é feita por meio de indicações, testes e provas práticas. A empresa ainda oferece a todos os seus empregados o plano de cargos e carreiras e salários que é uma boa oportunidade de crescimento na carreira profissional.

✓ **Treinamentos**

Os treinamentos e capacitações são abertos para qualquer funcionário de acordo com seu cargo ou função. A empresa sempre está oferecendo oficinas, palestras e cursos tanto de aperfeiçoamento de cargos quanto de utilidade pública.

✓ **Benefícios**

Os salários e benefícios são definidos em Lei e incluem compensações por insalubridade e periculosidade (para alguns cargos), licenças específicas (paternidade, maternidade, saúde, prêmio etc.), benefícios por cargos exercidos e auxílios referentes a transporte, alimentação, assistência médica e odontológica, além de uma previdência privada (Postal Prev) exclusiva dos funcionários dos Correios.

✓ **Medicina e segurança no trabalho**

No que diz respeito à saúde e segurança do trabalhador a empresa conta com uma equipe de profissionais técnicos em segurança do trabalho, médicos e enfermeiros para atendimentos simples de urgência no próprio ambulatório da empresa. A DR-PB possui a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA que visa à prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, buscando conciliar o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde de todos os trabalhadores. Para a execução das tarefas a instituição fornece equipamentos especiais como bolsa, calçados, boné, óculos de sol, protetor solar e uniforme adaptado às condições climáticas de cada região do País, além dos itens de segurança como os EPI's (luvas, botas, protetores oculares e máscaras de proteção).

✓ **Gestão da qualidade**

É disseminada na organização e envolve todos os empregados nos processos de padronização, mapeamento de processos, programa de 5S, gestão de indicadores, desdobramento de metas, entre outros.

✓ **Avaliação de desempenho**

Os correios aplicam todos os anos a sua avaliação de desempenho com o objetivo de identificar, diagnosticar e analisar o comportamento dos seus colaboradores. Esse método de avaliação é importante para auxiliar o departamento de recursos humanos – RH, com informações importantes que ajudam na tomada de decisões sobre práticas de bonificação, aumento de salário, necessidades de treinamentos, entre outros.

1.8.2 Área de Marketing

Na concepção de Las Casas (2007) o *marketing* é um campo do conhecimento que abrange todas as atividades de relações de troca orientadas para satisfazer os desejos e anseios dos consumidores, cuja intenção é alcançar determinados objetivos da empresa ou do indivíduo. Segundo Kotler e Keller (2006) o *marketing* deve ser entendido como um conjunto de procedimentos que envolvem a criação, a comunicação e a entrega de valor para os clientes, além do relacionamento com eles, visando os benefícios à organização e seu público.

Além das concepções supracitadas, o *marketing* também tem a responsabilidade de identificar quais os mercados-alvo que a empresa pode atender melhor, ou até mesmo planejar um produto ou serviços específico para aquele tipo de cliente (KOTLER E KELLER, 2006).

A DR-PB, por ser uma filial, não possui o departamento de *marketing*, sendo, portanto dependente das decisões acatadas na Administração Central da sede da empresa. Nele são desenvolvidos programas que divulguem os produtos e serviços da empresa, além de divulgar a marca da empresa e criação de toda a identidade visual. Esse departamento também tem a função de gerenciar os canais de comunicação, aproximando ainda mais o relacionamento com os clientes, ouvindo deles suas necessidades e também satisfação com o serviço prestado.

1.8.3 Área de Finanças

Corroborando com as ideias de Gitman (2005) as finanças devem ser entendidas como uma maneira de administrar recursos, visto que todos os indivíduos e empresas precisam levantar fundos para a sua sobrevivência. Em uma escala maior, as finanças são processos que garantem a transferência de fundos entre pessoas, empresas, instituições e até mesmo governos. Com base nas ideias de Assaf Neto e Lima (2009), a administração financeira deve ter como objetivo principal evitar a escassez de recursos para não comprometer a gestão das empresas.

A Administração Central localizada em Brasília, exerce todo o controle das transações financeiras de entradas e saídas da empresa. As Diretorias Regionais, inclusive a DR-PB, são responsáveis em conferir e liberar as notas fiscais para pagamento. Isso acontece da seguinte forma: a empresa prestadora de serviços que ganhou a concessão do contrato de prestação de serviço repassa todo mês aos Correios as notas fiscais referentes ao seu serviço prestado à instituição e o fiscal de contrato verifica a autenticidade da nota e de todos os valores, observando se os mesmos estão de acordo com o termo de contrato, para posteriormente lançar no sistema PRE via *intranet*, para que a Administração Central libere o devido pagamento da nota fiscal.

As Diretorias Regionais possuem um planejamento financeiro para suprir todas suas obrigações operacionais e de risco. É orçado uma verba específica para o ano, com base no planejamento anual. Esse valor total é composto por vários pacotes, cada um com um fim específico (apoio logístico, apoio operacional, etc.). É de responsabilidade da área específica de cada pacote fazer sua gestão de forma correta para não estourar o orçamento.

1.8.4 Área de Produção

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) a administração de produção tem a função de gerenciar recursos destinados à fabricação e disponibilização de bens e serviços. Ele ainda afirma que a essência do setor de produção é buscar meios que satisfaçam às exigências do mercado.

O setor de produção da ECT é responsável por toda operação logística, tais como: estoques, armazenagens, processamento de pedidos, manuseios, embalagens e transporte de produtos. Seu processo produtivo acontece por etapas, dentro de uma

perspectiva que viabilize a rapidez na entrega de correspondências (carta, cartão postal, telegrama), sendo, portanto, separadas no Centro de Tratamento de Encomendas e Cartas do Recife – PE (CTE-Recife) através do Código de Endereçamento Postal (CEP). As encomendas tipo SEDEX e PAC vêm separadas de acordo com estado de destino.

O CTE Recife como é conhecido, possui uma máquina de triagem que realiza a separação automática das encomendas e correspondências tanto do estado de Pernambuco, quanto dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Depois de realizada a triagem, elas são levadas em caixas lacradas para os Centros de Entrega de Encomendas de João Pessoa (CEE-JP) ou de Campina Grande (CEE-CG), dependendo do destino ao qual pertençam. Em se tratando de correspondências, as mesmas são enviadas para os sete Centros de Distribuição Domiciliar (CDD) de cada área, para, a partir daí serem entregues pelos carteiros aos seus devidos destinos.

O processo para a entrega de encomendas via SEDEX hoje, SEDEX 10, SEDEX 12, SEDEX e PAC passam por um processo diferente. Elas são trazidas ao Centro de Entrega de Encomendas de João Pessoa (CEE-JP), são colocadas em uma esteira para serem submetidas a um raio X, cujo objetivo é verificar se as mesmas são lícitas. Quando estas saem do raio x, são colocadas em prateleiras para depois serem separadas. A separação é feita artesanalmente por operadores do setor e são separadas de acordo com o CEP e o bairro. Por se tratarem de encomendas mais rápidas, depois de concluída a triagem, elas saem para entrega pelos carteiros motorizados.

1.8.5 Área de Materiais e Patrimônio

O setor de administração de materiais é um dos principais setores de uma empresa, visto que controla, planeja e executa todo o processo de operações que vão desde a compra até a reposição do estoque. Para tanto, se faz necessário compreender que esta área é formada por uma série de operações em conjunto, as quais vão desde a identificação do fornecedor, armazenagem do produto final e sua distribuição, como afirma Martins e Alt (2009).

Acerca do patrimônio de uma empresa, Pozo (2007) afirma que se trata de um conjunto de bens de toda natureza e espécies, direitos e obrigações de interesse não somente para a administração, mas para toda a comunidade administrativa. Para Padoveze (2009, p. 3), o patrimônio “é o conjunto das propriedades de uma pessoa

física ou jurídica (entidade), e partindo deste conceito é possível elencar como propriedades os bens, direitos e obrigações das entidades”. Comungando com essas ideias, podemos compreender a administração patrimonial como elemento indispensável para o conhecimento de todos os bens existentes nas organizações, os quais precisam ser identificados, preservados, sendo, portanto necessário que se faça levantamentos de custos, e baixa dos bens disponíveis, entre outros (SANTOS, 1997).

Os Correios na Paraíba possui um setor de patrimônio que é responsável pela fiscalização, manutenção, aquisição e gestão de todos os bens existentes na empresa. Os equipamentos (móveis, eletroeletrônicos, eletrodomésticos, veículos, etc) são codificados com placas de metal e são substituídos sempre que necessário. Os que não apresentam mais serventia para o uso da empresa são leiloados anualmente.

1.8.6 Área de Sistemas de Informação

Na literatura dos sistemas de informação é possível encontrar diferentes abordagens. Alguns autores como Laudon e Laudon (2007) entendem os sistemas de informação como uma abordagem gerencial da informação, cujo objetivo é coletar, recuperar, armazenar e distribuir informações destinadas à tomada de decisão e tecnologias da informação. Outros relacionam os sistemas de informação ao uso da informática, incluindo toda a infraestrutura e todos os outros sistemas de informação de uma organização (TURBAN; RAINER JR; POTTER, 2005).

Na DRPB o setor de TI é responsável pela atualização, suporte e manutenção do sistema de informação, além de gerar, corrigir e enviar relatórios gerenciais, verificar a necessidade de manutenção periódica dos equipamentos do sistema, supervisionar o andamento e a validade de todos os contratos do suporte, certificados, manutenção e hospedagem dos sistemas integrados de informação da empresa. Este setor ainda é responsável pelo gerenciamento de toda rede da regional Paraíba, além de dar suporte técnico e manutenção na rede *intranet* dos postos de atendimento ao cliente, conhecido como as Agências dos Correios, para que as mesmas fiquem sempre conectadas com o servidor da Administração Central. A *intranet* é utilizada para realizar *backup* diário, transferência de arquivos entre computadores e programas de gestão da empresa, impressão de documentos e compartilhamento de arquivos com os colaboradores e a administração central. Os setores da regional Paraíba são equipados com computadores, impressoras e notebooks.

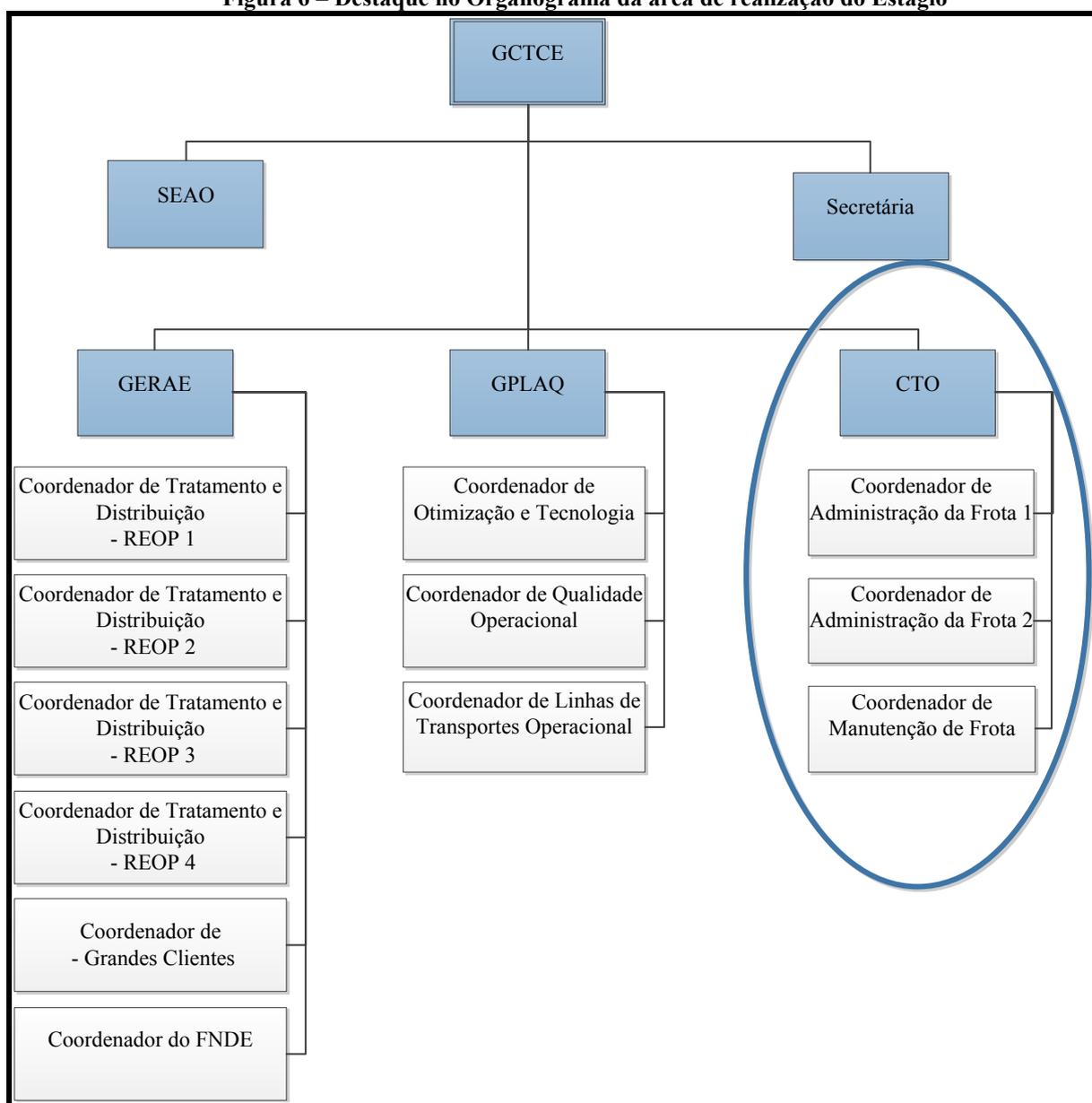
Esse setor também tem a função de garantir os serviços de tecnologia da informação (TI) e SI, bem como de autorizar/aprovar o acesso aos principais sistemas da companhia, garantido a segurança das informações.

CAPÍTULO II

A Área de Realização do Estágio

As atividades do Estágio Obrigatório foram desenvolvidas no Centro De Operações e Transporte – CTO, o qual é subordinado a Gerência do Centro de Tratamento de Cartas e Encomendas dos Correios na Paraíba. O CTO é responsável por toda parte operacional, logística e de frota de veículos da ECT-PB. O setor ainda desenvolve atividades como: licitação contratual, contratos de emergência, liberação de pagamentos de fornecedores, recursos humanos, processos de trânsito e memorandos, este departamento também é responsável pela manutenção, prevenção e melhoria da frota de veículos dos Correios na Paraíba.

Figura 6 – Destaque no Organograma da área de realização do Estágio



Fonte: Disponibilizado pela empresa, 2015.

2.1 Aspectos Estratégicos da Organização

Os Correios mudaram sua identidade corporativa a partir do ano de 2009, adequando-a aos novos tempos, com isso a empresa criou uma nova identidade que posicionasse melhor a frente dos grandes desafios.

Os negócios da empresa estão voltados a soluções que aproximam, assim a mesma passa a oferecer à sociedade muito mais que produtos e serviços. O intuito é entender a necessidade de seus clientes e com isso focar em soluções adequadas que permitam aproximá-los de pessoas e organizações onde quer que estejam, encurtando distâncias (CORREIOS, 2015)

Sua missão compreende fornecer soluções acessíveis e confiáveis para conectar pessoas, instituições e negócios, no Brasil e no mundo. Neste sentido, a ECT se compromete em oferecer produtos e serviços de qualidade, que atendam plenamente às necessidades dos clientes e da sociedade, cumprindo o compromisso de pontualidade e segurança e promovendo a integração sem fronteiras (CORREIOS, 2015).

Sua visão desafiadora é estar entre as organizações que são consideradas as melhores do mundo em gestão organizacional e que se destacam pelas suas práticas e respectivos resultados. Significa que a empresa busca ser exemplar com resultados iguais ou superiores em comparação com os referenciais de excelência, podendo ser considerada líder em seu setor de atuação (CORREIOS, 2015).

Os seus valores são: ética, meritocracia, respeito às pessoas, compromisso com o cliente e sustentabilidade (CORREIOS, 2015).

Os seus princípios se destacam:

- ✓ Ética, pautada na transparência em seus relacionamentos e em boas práticas de governança;
- ✓ Meritocracia, pela valorização dos empregados por seu conhecimento e competência;
- ✓ Respeito às pessoas, com tratamento justo e correto à força de trabalho;
- ✓ Compromisso com o cliente, garantindo o cumprimento da promessa de eficiência de seus produtos e serviços;
- ✓ Sustentabilidade, buscando sempre o equilíbrio entre os aspectos social, ambiental e econômico, para garantir a lucratividade, respeitando as pessoas, a sociedade e o meio ambiente.

2.2 Atividades Desempenhadas – fluxograma de atividades

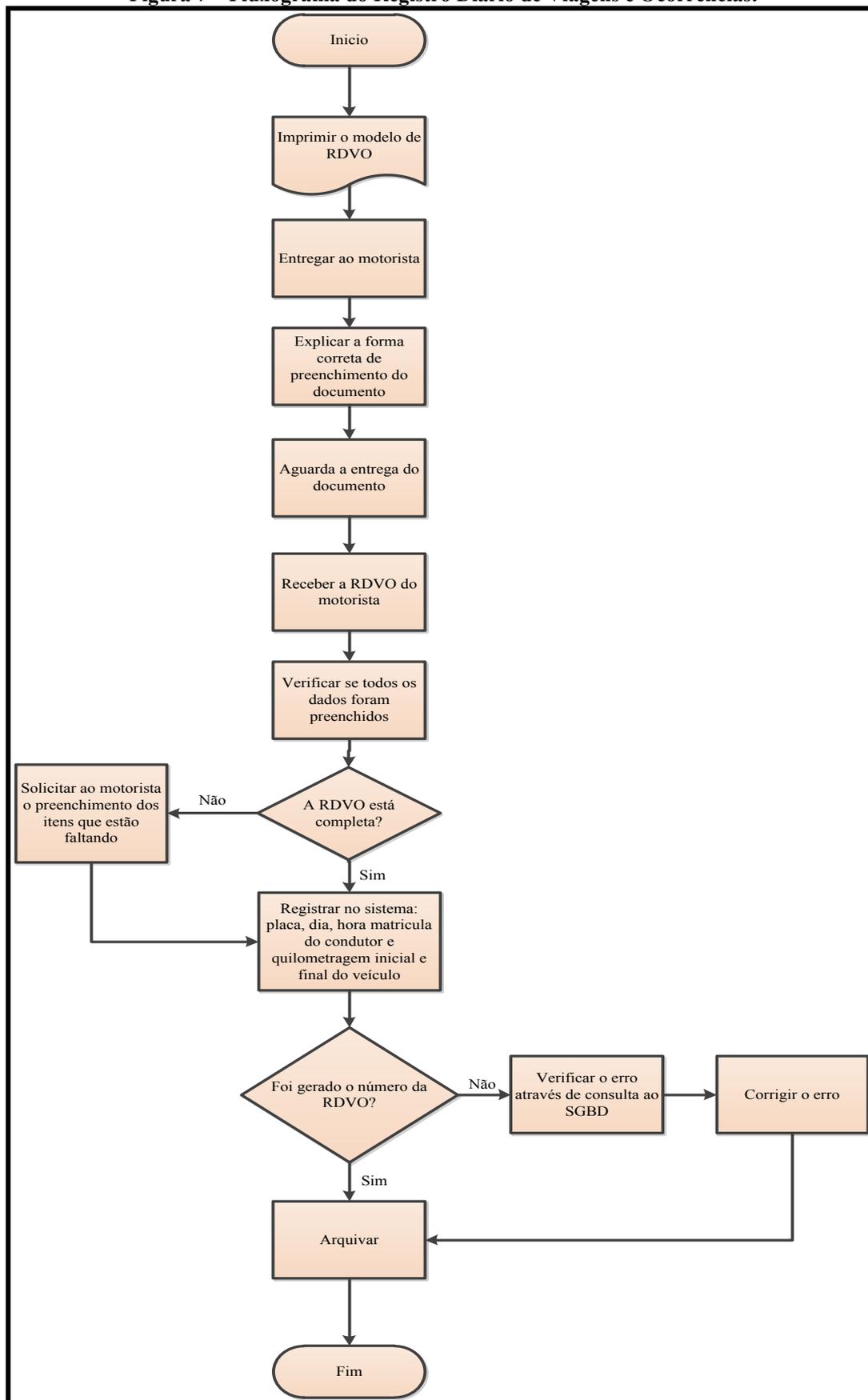
Segundo Oliveira (2004), os gráficos de processos, carta de fluxo de processos, e outros (fluxogramas) são representações gráficas da sequência de um trabalho de forma analítica, com características das operações, responsáveis e/ou áreas da organização envolvidas no processo. A descrição de qualquer processo através de um fluxograma propicia, inclusive, a possibilidade de identificação de gargalos nas etapas e oportunidades de otimizar o fluxo de atividades, redesenhando o que for necessário para alcançar os resultados com eficiência e eficácia.

2.2.1 Atividade A – Lançamento do Registro Diário de Veículos e Ocorrências – RDVO

A atividade consiste em registrar via sistema todas as RDVO's do dia anterior recebidas pelos motoristas, observando os seguintes pontos: placa do veículo (carro ou moto); matrícula do condutor, dia, horário e principalmente a quilometragem inicial e final do veículo. Todos esses dados são lançados via sistema, conforme a figura 7. O objetivo dessa atividade é obter o controle e o acompanhamento dos veículos.

Essa atividade se torna importante na medida em que todas as despesas, manutenção e combustível, podem ser acompanhados e controlados pelo setor, o qual a partir desse levantamento terá como fazer uma previsão anual dos gastos.

Figura 7 – Fluxograma do Registro Diário de Viagens e Ocorrências.

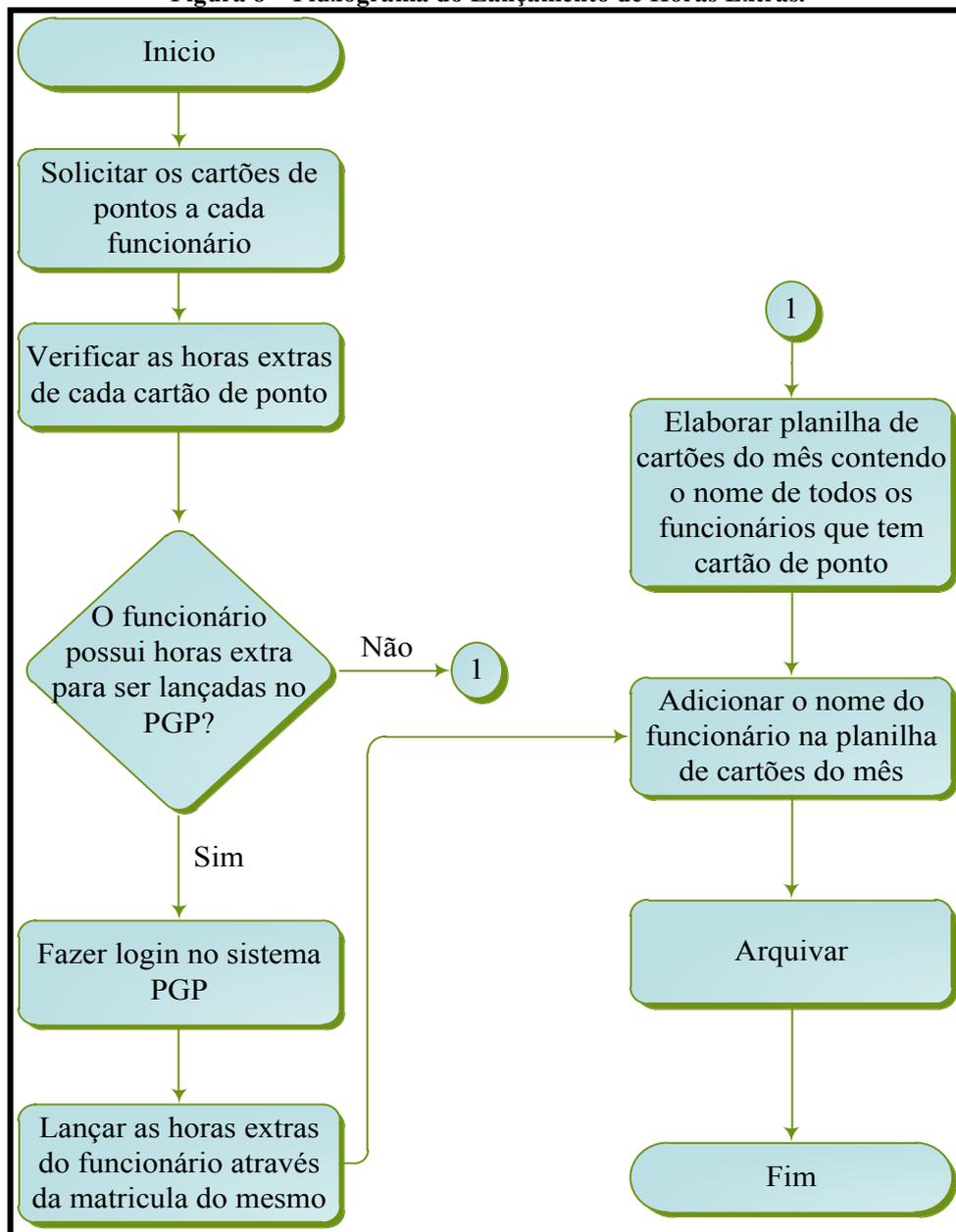


Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

2.2.2 Atividade B – Lançamento das Horas Extras no Programa de Gestão de Pessoas

Essa atividade é feita especificamente até o dia 15 de cada mês. Ela consiste em informar, via sistema, às horas extras trabalhadas pelos funcionários do setor. O lançamento no Programa de Gestão de Pessoas – PGP acontece da seguinte maneira: de posse do cartão de ponto do funcionário, observamos a quantidade de horas extras que ele fez no dia, quais dias do mês foram realizadas essas horas a mais do seu horário habitual, a partir da matrícula dos mesmos, de acordo com a função, observando se o colaborador é autorizado a fazer essas horas extras. A partir desse levantamento, a empresa terá total controle das despesas com folha de pessoal. O fluxograma das etapas do processo de lançamentos de horas extras está descrito na figura 8.

Figura 8 – Fluxograma do Lançamento de Horas Extras.



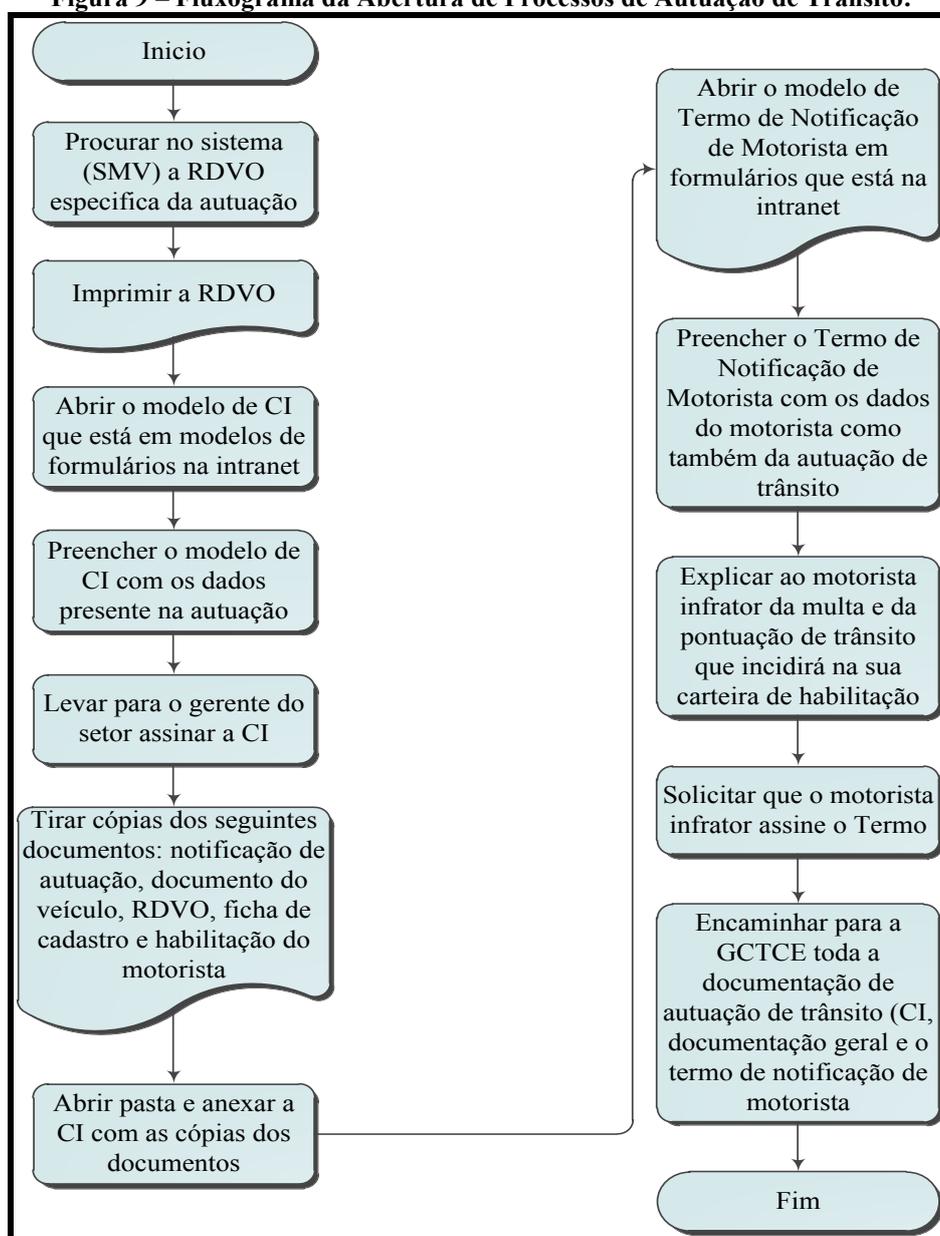
Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

2.2.3 Atividade C – Abertura de Processos de autuação de Trânsito

Outra atividade importante do setor consiste em abrir os processos de autuação de trânsito, isto é, multas e penalidades emitidas pelo órgãos competentes (DNIT e SEMOB). De posse das informações obtidas em relação ao tipo e local aonde ocorreu a infração, o setor identifica o condutor do veículo através do Registro Diário de Veículos e Ocorrência – RDVO. Neste documento constam as seguintes informações: placa do veículo, dia, hora e matrícula do condutor. Após a identificação do nome, matrícula e número da habilitação do infrator, será aberta uma Comunicação

Interna (CI) contendo todos os dados do veículo e da infração, em seguida leva ao gerente do setor para colher a assinatura do mesmo. A próxima etapa consiste em anexar as seguintes cópias: notificação da infração, documento do carro, RDVO, ficha individual do funcionário e a habilitação do motorista. A última etapa consiste na formulação de um termo de notificação, o qual será assinado pelo mesmo, dando ciência de que os valores cobrados serão descontados em seu salário, além da pontuação que incidirá sobre a sua carteira de habilitação. A figura 9 descreve o passo a passo desta atividade.

Figura 9 – Fluxograma da Abertura de Processos de Autuação de Trânsito.

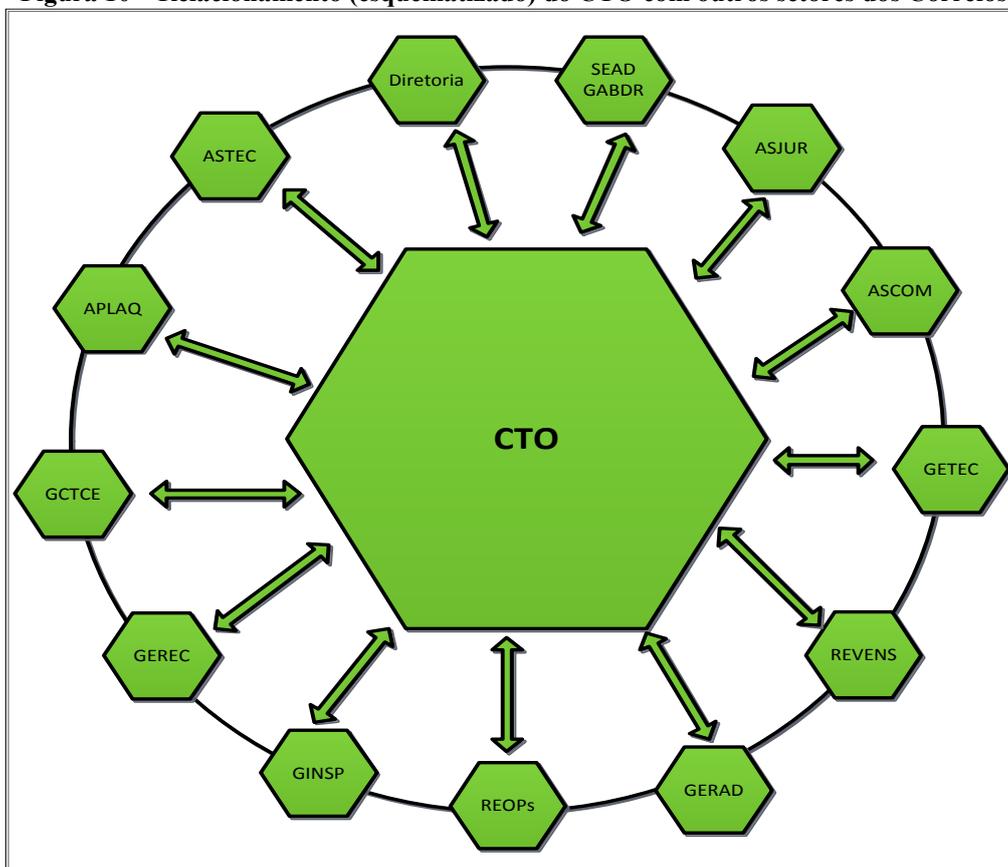


Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

2.3 Relacionamento da Área de Estágio com outras Áreas da Empresa

O Centro de Transporte e Operações – CTO interage com todos os demais setores da empresa, visto que é responsável por toda parte operacional dos Correios na Paraíba, como também com os prestadores de serviços e fornecedores. A troca de informações entre os setores é feita de forma ágil no repasse de informações para a tomada de decisão estratégica na empresa, sobretudo no que diz respeito à resolução de problemas. Na figura 10, podemos verificar como um fluxo de comunicação é contínuo e abrange todos os setores da empresa.

Figura 10 – Relacionamento (esquemático) do CTO com outros setores dos Correios



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Embora mantenha contato direto com todos os setores, o Centro de Transporte e Operações (CTO), é subordinado à Gerência do Centro de Tratamento de Cartas e Encomendas (GCTCE). Com a diretoria, a comunicação ocorre através do Serviço de Apoio Administrativo ao Gabinete do Diretor (SEAD GABDR), quando se trata de publicação de portarias, emissão e recebimento de memorandos. Já as assessorias dão suporte ao setor nas áreas: jurídica (ASJUR) com os processos de

infração e acidentes de trânsito, acompanhamento das licitações e quebras de contratos com os prestadores de serviço; na parte técnica (ASTECC) com o suporte técnico a TI, aos computadores e periféricos; já na (APLAQ) padronização dos processos e com o acompanhamento e implantação do programa 5s de qualidade e por fim a Assessoria de Comunicação (ASCOM) a qual, mantém contatos com informações e procedimentos relacionados ao setor, através das ferramentas de comunicação interna da empresa (intranet, e-mails e boletins internos).

A comunicação do CTO com as gerências: Recursos Humanos (GEREC), Infraestrutura e Patrimônio (GINSP), REOPs, Administração (GERAD), Região de Vendas (REVENS) e a Técnica (GETEC), dá-se por motivo de recebimento e envio de processos, requerimentos e informações diversas, necessários aos processos envolvendo questões pertinentes ao funcionamento do setor. Geralmente, as solicitações e requerimentos precisam de respostas rápidas para eficiência dos processos e devidas providências, além da publicação imediata em portaria quando necessário.

CAPÍTULO III

Levantamento Diagnóstico

3.1 Identificação de Problemas na Área de Estágio

Os problemas podem ser vistos em qualquer organização, que por sua vez, podem ser traduzidos como oportunidades de melhoria. Conforme Bessant *et al* (2001, *apud* ATTADIA; MARTINS, 2003) o processo de melhoria contínua é vital para a sobrevivência das organizações e, de fato, com o mercado em constante evolução se faz necessário que as organizações estejam atentas às mudanças e sejam flexíveis para que logo se adaptem a elas. Neste sentido, é válido enfatizar a importância de sempre verificar quais os gargalos existentes em seus processos e que comprometem o seu crescimento e a satisfação total dos seus clientes.

Nessa perspectiva, foram encontrados vários problemas durante o período de estágio, portanto, diante disso, foram selecionados três problemas de trabalhos, relacionados às atividades desenvolvidas no setor.

3.1.1 Problema I: Alto índice de ociosidade

O setor estudado apresenta um elevado fluxo de tarefas no início de cada mês, tendo em vista que é nesse período que são lançadas as horas extras, abastecimento da frota, arquivamento de materiais, pagamentos de contratos, entre outros. Todavia, a partir da segunda metade do mês, o volume de algumas tarefas diminui consideravelmente e o setor passa a apresentar um elevado índice de ociosidade, uma vez que a quantidade de servidores se torna maior em relação à demanda de atividades. Muitos deles não se dispõem a exercer outras tarefas que não sejam as suas, sob justificativa de que não é sua função desempenhá-las. Assim, servidores que desempenham tarefas que apresentam elevado volume durante todo o mês ficam sobrecarregados, enquanto que os demais que já “executaram” as suas ficam ociosos, atrasando, muitas vezes o trabalho do setor.

3.1.2 Problema II: Falta de Controle do Estoque da Oficina

Outro problema comum encontrado na empresa, especificamente no setor onde se deu o estágio, é a falta de um controle rigoroso e contínuo do estoque da oficina, sobretudo na execução dos registros de saídas dos produtos que são utilizados na manutenção corretiva e preventiva dos veículos. Isso ocorre devido ao lançamento

incorreto do código do produto no sistema de gerenciamento de estoque, o que ocasiona erros na quantidade e no tipo de produto. Esse acontecimento se dá pelo fato do funcionário na maioria das vezes trocar o código de um produto por outro de mesmo gênero, o que ocasiona o descontrole do estoque, principalmente no nível e no tipo de material do estoque, pois no sistema vai constar que existe tal produto, mas no estoque físico não vai constá-lo, podendo gerar retrabalho, pois o funcionário terá que fazer a contagem do estoque físico para poder adquirir informações da real situação do nível do estoque, como também só será possível efetuar a aquisição de novos produtos diante de informações corretas.

3.1.3 Problema III: Atraso na Entrega de Encomendas

Nos últimos anos é comum escutar em vários meios de comunicação reclamações de usuários que tiveram suas correspondências entregues com atraso ou extraviadas. Esta realidade tem gerado vários constrangimentos e prejuízos para muitos brasileiros. Muitas ações de indenizações, danos morais, restituição de valores, entre outras, foram impetradas na justiça ou em órgãos municipais e estaduais de defesa do consumidor.

Embora possua uma central de atendimento, reclamações e serviço de rastreamento de encomendas, estes problemas estão longe de serem resolvidos. Uma cena que se tornou corriqueira em várias cidades brasileiras são pessoas tendo que se dirigir aos centros de distribuição para pegarem suas encomendas, serviço que deveria ser prestado pela empresa. As “justificativas” levantadas pela organização são de que a demanda de encomendas aumentaram consideravelmente, sendo, portanto, impossível evitar o atraso. No atual contexto de globalização em que vivemos, o serviço de entrega dos Correios se tornou obsoleto, tendo em vista o aumento desenfreado de compras via internet são cada vez mais crescentes, como também compras com cartão de crédito, cujas faturas chegam via correios, entre outros, exige uma modernização técnica dos sistemas de triagem, de entrega e, sobretudo de roteirização.

3.2 Problema de Estudo

O problema que será trabalhado no presente estudo será o de roteirização, tendo em vista ser, na atualidade um dos vários problemas que contribui para os atrasos na entrega dos serviços de correspondência e encomenda da empresa.

3.3 Características do Problema de Estudo

A Empresa de Correios e Telégrafos são responsáveis por grande parte dos serviços de logística do Brasil. Seu desempenho operacional está diretamente ligado aos custos de transportes, seja eles de movimentações interestaduais, intermunicipais, ou até dentro da mesma cidade, no percurso diário de cada carteiro. A maioria dos seus centros de distribuição, sobretudo nas grandes cidades, está dividido em Centro de Distribuição Domiciliar (CDD) e Centro de Entrega de Encomendas (CEE), que possui quantidade e localização delimitada de acordo com a demanda da cidade.

Em João Pessoa a empresa possui os CDDs, que responde pelas entregas de cartas e correspondências, enquanto o CEE, com apenas um centro, o qual tem suas atividades direcionadas para a distribuição de encomendas.

Com uma frota de 31 veículos (carros) alocados em 29 distritos¹ e com aproximadamente 44 carteiros, o CEE - JPA, assim como os demais CEE do país, possui técnicas de roteirização antigas e ultrapassadas, o que acaba comprometendo a eficiência e a eficácia do sistema de entrega da empresa, além de aumento nos custos e sobrecarga na distribuição das encomendas, o que vem gerando grandes reclamações por parte dos clientes.

Apesar da empresa possuir um sistema específico para dimensionamento dos distritos (Sistema de Distritamento de Encomendas - SDE), a mesma não apresenta a opção de roteamento dos distritos e, sua execução é realizada por equipe de funcionários qualificados e devidamente treinados, normalmente com a participação do gerente e supervisores da unidade. Dessa forma, o roteamento dos distritos é feito de forma artesanal, onde a equipe do SDE, juntamente com o gerente e supervisores do CEE, usam da sua própria experiência e do conhecimento de área dos carteiros para designar as rotas. Assim, o roteamento se dá por tentativa e erro, que se mostra

¹ É um conjunto de trechos, com delimitações definidas, que demonstra a área de distribuição domiciliar sob a responsabilidade de um carteiro (CORREIOS, 2015).

impróprio e improdutivo, principalmente se for considerado que a globalização e a abertura do mercado trouxeram para o Brasil concorrentes de comprovada competência e força mundial, que se associaram a empresas locais e paulatinamente estão avançando sobre um mercado que até bem pouco tempo era restrito aos Correios.

Embora a Empresa de Correios e Telégrafos seja uma das maiores empresas de logística do Brasil, a mesma ainda não possui ferramentas eficientes capazes de dimensionar o efetivo, a quantidade e o tipo de veículos a serem utilizados de forma eficaz na distribuição de suas encomendas. Com base nisto, iremos propor um modelo, usando técnicas acadêmicas de roteirização, que otimize os roteiros de entrega e que solucione ou que pelo ao menos amenize a questão da sobrecarga no sistema de entrega da empresa.

Em pesquisa realizada encontraram-se artigos e dissertações que também tratam do mesmo assunto que será trabalhado nesta investigação. De modo geral, os artigos tratam de propostas de otimização da roteirização do sistema de entrega dos carteiros em outros Estados, como também, em outras empresas do ramo de logística.

Nos Correios da Paraíba, não foi encontrado nenhum documento ou trabalho já realizado na mesma linha de pesquisa. Dessa forma, o tema é um assunto novo e muito importante, para as empresas de transporte rodoviário de cargas, pois uma roteirização bem desenvolvida pode trazer grandes lucros, conseqüentemente diminuir os custos com transporte sem perder a qualidade dos serviços. Segundo Ballou (2006) a roteirização tem a finalidade de buscar os melhores trajetos que um veículo deve percorrer em um determinado caminho, com o intuito de diminuir o tempo ou a distância que o mesmo deve fazer.

CAPÍTULO IV

Proposta de Trabalho

A proposta do presente trabalho é analisar como se configura o atual processo de roteirização das linhas de transportes de entregas de encomendas dos Correios – PB? Como principais características do problema a serem tratados, foram elencados: o sistema de entrega obsoleto e com grandes atrasos, ausência de um roteiro ótimo de entrega e técnicas de roteirização baseada em experiências do dia a dia dos carteiros e supervisores do setor. Desta forma, o tema abordado em estudo está relacionado à área da Pesquisa Operacional, mais especificamente no campo de estudo Logístico, com abordagem focada em Roteirização de Cargas.

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo geral analisar as técnicas utilizadas atualmente na roteirização das linhas de transporte de entregas de encomendas dos Correios de João Pessoa – PB, e utilizar as técnicas da Pesquisa Operacional para otimizar os roteiros de entregas da empresa.

4.1.2 Objetivos específicos

- a) Identificar na literatura de Pesquisa Operacional técnicas atuais para roteirização;
- b) Descrever a atual técnica de roteamento das linhas de transportes do CEE - JP;
- c) Sugerir outras técnicas que determinem boas soluções para o problema de roteirização, através do Problema de Caixeiro Viajante;
- d) Simular resultados com a aplicação do método do Caixeiro Viajante.

4.2 Justificativa

Diante do contexto atual de economia globalizada pelo qual o mundo atual vem passando, se torna indispensável toda empresa, independente do ramo que atua desenvolver atributos aos produtos ou serviços, objetivando a garantia da satisfação de seus clientes, tendo em vista a acirrada concorrência do mercado. Assim, compreender o cliente como “peça chave” do negócio, se torna indispensável em um contexto de competição acirrada. Para tanto, uma logística eficiente de distribuição de mercadorias e/ou serviços garantirá uma redução nos custos com transportes, os quais podem chegar a representar um aumento significativo no preço final do produto ou serviço. De acordo com Lima (2006), no Brasil, os custos com transportes chega a representar quase 60% dos custos logísticos totais. De tal forma está pesquisa configura sua importância de abordagem prática do tema Roteirização, tema este de suma estima para a organização, no sentido de ter um papel fundamental quando se trata de maximizar o aproveitamento dos recursos: tempo, distância, qualidade e custos de entrega.

Partindo desse pressuposto, a referida pesquisa se torna de grande importância para a empresa em questão, visto que vai sugerir melhorias na gestão de transportes, viabilizando uma entrega mais rápida e eficiente, garantindo assim, uma melhor satisfação de seus clientes. Em relação à academia, ela se torna importante na medida em que a propagação da discussão sobre o tema, dentro de uma relação entre teoria e prática, servirá de ponto de partida para novas discussões e práticas.

Quanto ao Pesquisador, o desenvolvimento da pesquisa foi de grande importância, posto que possibilitou um aprofundamento das discussões sobre o tema, tornando-o capaz de desenvolver estratégias e mecanismos necessários para melhor gerenciamento e execução das atividades, na busca de um modelo de gestão eficiente e eficaz, contribuindo, portanto, para o seu desenvolvimento profissional e acadêmico.

Neste sentido, o presente estudo tem o intuito de responder à seguinte questão problema: **Como se configura o atual processo de roteirização das linhas de transporte de entregas de encomendas dos Correios – PB?**

CAPÍTULO V

Desenvolvimento da Proposta de Trabalho

5.1 Fundamentação

5.1.1 Administração da Produção ou Operações

A administração da produção tem como objetivo o gerenciamento dos recursos destinados à produção e disponibilização de bens e serviços. Sua função se torna de grande importância, uma vez que ela produz os bens e serviços que são a razão de sua existência. Todavia, não necessariamente seja a parte mais importante de uma empresa. Do ponto de vista operacional, este setor engloba os recursos transformadores, os quais funcionam como agentes catalisadores que abrem o processo à transformação e aos recursos a serem transformados por meio de processos, para no final sair os bens e/ou serviços que serão disponibilizados aos consumidores (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2009).

A função da produção está focada na transformação de certos tipos de insumos para que se atinjam alguns resultados desejados, conforme afirma Peinado e Graeml (2007). A figura 11, bastante conhecida na literatura que trata do assunto, representa um esquema bastante objetivo de como ocorre o processo de transformação de um produto ou serviço, desde sua entrada no sistema, até passar pelo processo produtivo e, conseqüentemente chegar ao resultado final.

Figura 11 – Processo de transformação de um produto ou serviço



Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston, 2009.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), as entradas do processo de transformação são aquelas que serão convertidas por meio de um processo de produção, cujos recursos transformados, tratados e convertidos de alguma forma, chegam a compor um produto ou serviço. No processo de saída deve constar tudo o que foi produzido, independente de que o produto seja tangível (palpável) ou intangível (não palpável). No que se refere à administração de operações o referido autor afirma que se

trata de um processo relevante para todas as funções dentro de uma empresa, visto que todos os gerentes de uma organização possuem alguma responsabilidade por gerenciar processos. Assim, a administração da produção deve ser entendida a partir de duas visões: uma cuja finalidade é produzir bens e serviços para os clientes externos e a outra como atividade de gerenciamento de processos dentro de qualquer departamento da empresa.

5.1.2 Gestão Logística

Segundo Ching (2001), as primeiras atividades de logística foram utilizadas durante a Segunda Guerra Mundial, pelas Forças Armadas norte-americanas, cujas atividades concentravam-se no processo de aquisição e fornecimento de matérias, bem como para atender as táticas de combate da época.

Para Ballou (2001), a logística seria uma área empresarial que estuda a melhor estratégia para promover um maior nível de rentabilidade nas tarefas de distribuição aos clientes e consumidores. Para tanto, se torna indispensável tomar como base o planejamento, a organização e o controle de todas as atividades de movimentação e armazenagem, viabilizando o fluxo de produtos. Assim, todas atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o escoamento de produtos desde as fases de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final devem ser desenvolvidas pela logística organizacional através de fluxos de informações, objetivando adequar os níveis de serviços aos consumidores a um custo razoável, como assegura Pozo (2010).

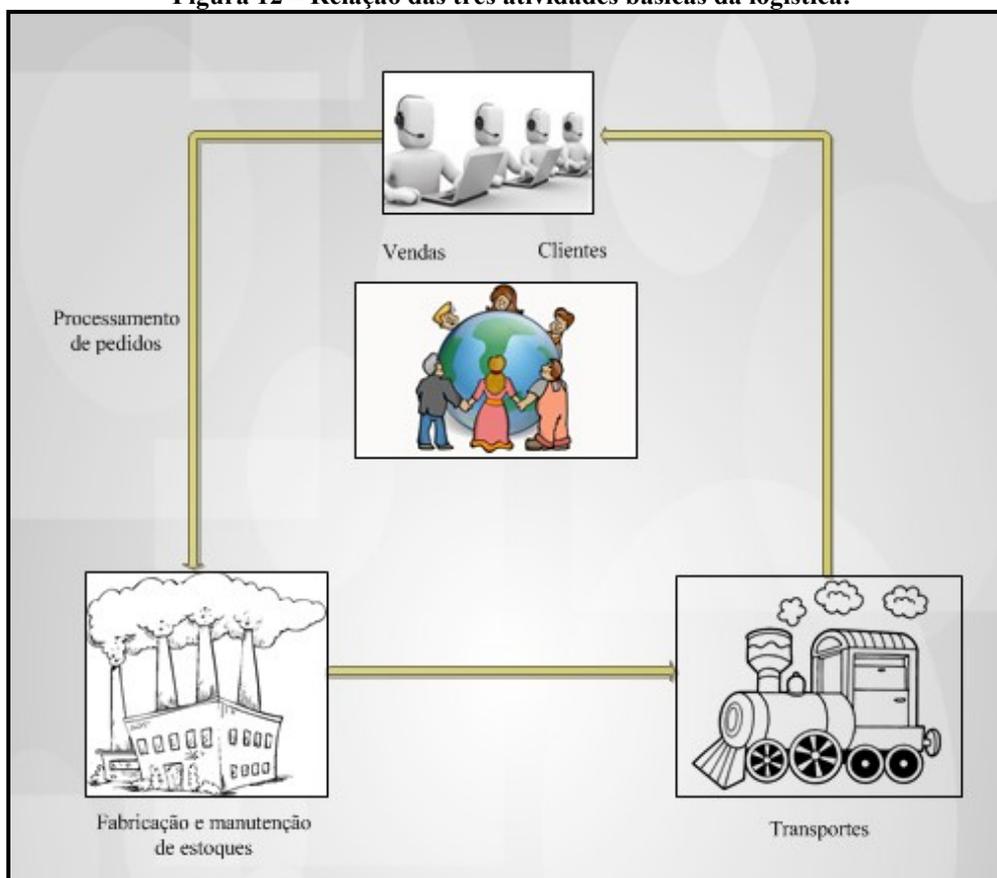
Partindo desse pressuposto e corroborando com as ideias de Christopher (2007), a logística seria o gerenciamento estratégico de compra, transporte e armazenamento de matérias-primas. Também é atividade da rede logística, a gestão de produtos acabados, bem como o fluxo de informações relacionadas ao processo por parte da organização e de seus canais de *marketing*, de modo que os custos com entrega de mercadorias sejam mínimos. Neste sentido, Bowersox e Closs (2001), aborda o objetivo da logística como sendo a disponibilização dos produtos e serviços, no momento desejado e quando são necessários.

Também compete ao sistema de logística os assuntos inerentes à roteirização e dimensionamento de frota de veículos, localização, dimensionamento e *layout* de armazéns, seleção de fornecedores, transportadores, entre outros. Outro ponto que merece destaque é a integração da logística empresarial, posto que torna mais fácil a

resolução de problemas e a busca de menores custos. A logística integrada permite o atendimento ao cliente por meio de sincronia entre as estratégias das diversas áreas de uma empresa, buscando atender as diferentes necessidades dos clientes (CHING, 2001).

Pozo (2010) destaca as atividades logísticas em duas vertentes que são denominadas de primária e de apoio. No primeiro caso, conforme se pode verificar na figura 12, são identificadas ações que são fundamentais para a obtenção dos objetivos logísticos de custo e nível de serviço que o mercado deseja. Fazem parte das atividades primárias o transporte, a manutenção de estoques e o processamento de pedidos. Todos estes elementos contribuem com a coordenação e o cumprimento das atividades logísticas.

Figura 12 – Relação das três atividades básicas da logística.



Fonte: Adaptado de Pozo, 2010.

A segunda vertente diz respeito às atividades de apoio, tais quais: armazenagem, manuseio de matérias, embalagem, suprimentos, planejamento e sistema de informação, os quais dão suporte ao desempenho das atividades primárias, são responsáveis em manter e criar clientes satisfeitos, além de se for bem executada, trará bons lucros a

empresa. Diante disto, Pozo (2010) defini cada uma das tarefas de apoio da seguinte forma:

- ✓ Transporte: é uma etapa da logística de maior valor, porque abrange aproximadamente de um a dois terços dos custos de uma empresa, além de ser responsável por toda movimentação física e de fluxo de produtos, elementos relacionados ao transporte, acompanhamento, expedição, entre outros. Outro assunto relacionado com o departamento de transporte envolve estudos destinados a diminuir os custos da atividade.
- ✓ Manutenção de estoques: consiste em controlar os níveis de estoques, para que não venha faltar nenhum produto ou material. Também é sua função manter e administrar os estoques físicos a fim de atender às necessidades de operações e conservação.
- ✓ Processamento de pedidos: é atividade logística que dá partida ao processo de movimentação de matérias e produtos, bem como a entrega desses serviços. Sua principal dificuldade é o tempo de distribuição física desde o momento quando o cliente decide fazer o pedido até o momento que o mesmo seja realmente entregue.
- ✓ Armazenagem: consiste em uma área que envolve a gestão dos espaços necessários para manter os materiais estocados. É função da armazenagem o gerenciamento dos recursos financeiros e humanos, dimensionamento e localização das áreas, arranjo físico, equipamentos de movimentação, entre outros.
- ✓ Manuseio de materiais: diz respeito à movimentação interna dos produtos acabados ou matéria-prima no local de estocagem. Este processo torna-se importante, na medida em que sua gestão eficiente poderá ser o diferencial para a redução do custo total da movimentação e estocagem da mercadoria.
- ✓ Embalagens: têm grande significado no âmbito logístico, visto que é necessário que os produtos estejam bem protegidos, para que não seja danificado no processo de manuseio e transporte.
- ✓ Suprimentos: na função da logística tende a diminuir os custos à organização. As atividades básicas que podem trazer economia para a empresa são: seleção de fornecedores e negociações de compras vantajosas, controle da qualidade, garantia de entregas no tempo certo, controle da produção e finanças, entre outros.

- ✓ Planejamento: está associado às quantidades que devem ser produzidas, devendo atender a previsão da demanda. Ele servirá como fonte de informação para a linha de produção dentro de uma fábrica.
- ✓ Sistema de informação: ajudará a logística a operar suas atividades com maior eficiência, rapidez e controle, além de servir como base de apoio a uma administração eficiente e eficaz de todo o sistema logístico.

A gestão logística busca contribuir para a qualidade no processo de gerenciamento e estratégia organizacional, visando colaborar para a redução dos custos e melhoria dos serviços prestados pelas empresas. Para tanto é necessário que as duas atividades, tanto a de apoio quanto a primária, caminhem juntas, pois o bom desempenho de ambas é responsável pela excelência logística de qualquer organização.

5.1.3 Roteirização

Na ótica da logística, a roteirização tem a finalidade de ser um diferencial estratégico na operacionalidade das entregas, sendo também, um importante aliado com os principais objetivos corporativos (POZO, 2010).

Para Rago (2002) a roteirização está ligada ao planejamento e distribuição de cargas em rotas de entrega, com base em informações, como: volume, peso, capacidade dos veículos e locais de entrega, a fim de colher os melhores resultados. Após diagnóstico das informações supracitadas, a roteirização apontará o melhor percurso de entrega.

De acordo com Pozo (2010), a roteirização tem como função a criação de uma programação de viagens que atenda todos os clientes, maximizando a utilização dos recursos e otimizando seus custos. Segundo Wu (2007), a roteirização consiste em determinar um conjunto de rotas de menor custo que atenda todas as necessidades de entrega. Todavia, se faz necessário respeitar as restrições operacionais, tais como: capacidade dos veículos, duração das rotas, janelas de tempo, duração da jornada de trabalho, entre outros. Assim, a roteirização viabiliza e define as estratégias para execução das rotas, identificando antecipadamente às restrições, para que o planejamento seja feito de forma preventiva, levando em consideração todas as variáveis, evitando, assim, ocorrências indesejáveis, que impossibilitem a tomada de decisões.

Os problemas de roteirização, segundo Novaes (2004), ocorrem com bastante frequência na distribuição de produtos e serviços, tais como:

- ✓ Entrega, em domicílio, de produtos comprados nas lojas de varejo ou pela internet;
- ✓ Distribuição de bebidas em bares e restaurantes;
- ✓ Distribuição de dinheiro para caixas eletrônicos de bancos;
- ✓ Distribuição de combustíveis para postos de gasolina;
- ✓ Coleta de lixo urbano;
- ✓ Entrega domiciliar de correspondência;
- ✓ Distribuição de produtos dos Centros de Distribuição (CD) de atacadistas para lojas do varejo.

A importância da roteirização não se restringe apenas em atuar sobre o transporte, ela também atua sobre a extensão do tempo em que o produto está em trânsito, uma vez que isto vai influenciar de forma direta no total de estoque da cadeia, bem como no número de embarques que o veículo pode realizar em um determinado período de tempo. Uma boa escolha das rotas pode melhorar o nível do serviço prestado ao cliente como afirma Ballou (2006). Partindo desse pressuposto, percebe-se o quanto a roteirização é relevante para a redução de custos e melhoria do nível de serviço na operação logística, posto que quando se desenvolve um planejamento eficaz, evitam-se desperdícios, reduzem-se os custos, aperfeiçoa-se o desempenho operacional e, conseqüentemente, melhora-se o nível de serviço.

5.1.4 A Pesquisa Operacional

A pesquisa operacional (PO) teve suas primeiras atividades formais iniciadas na Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial, depois que alguns cientistas tomaram algumas decisões sobre a melhor utilização de material da guerra. Na prática, os pesquisadores traçaram uma estratégia para aperfeiçoar os recursos, ou seja, fazer mais com menos. Foi usada principalmente para resolver problemas de alocação de tanques, definição de quantidades de ração humana, quantidade de pólvora, etc. (TAHA, 2008). Segundo Hillier e Lieberman (2013), os comandantes britânicos e norte-americanos, solicitaram a presença de diversos cientistas para lidar com problemas da escassez dos recursos e outros problemas táticos e estratégicos. Essas equipes de cientistas utilizaram métodos eficientes que contribuíram para a vitória da batalha aérea na Grã-Bretanha. A

ajuda dessas pesquisas também foi decisiva para o sucesso da batalha do Atlântico Norte. Logo ao término dos confrontos, as ideias que foram utilizadas nas operações militares passaram por adaptações e melhorias, que por sua vez trouxeram eficiência e produtividade para as empresas.

Desta forma, com o sucesso da PO nos empreendimentos bélicos, despertou-se sua aplicação fora do ambiente militar. Na medida em que a industrialização estava se fundindo e com a complexidade dos problemas gerados nas organizações, os pesquisadores que trabalharam nas equipes de PO ou em parcerias com eles durante a guerra, começaram a prestar serviços de consultoria às empresas, porém agora em um contexto diferente. Outro fator que deu grande importância ao crescimento desse campo foi à revolução computacional, uma vez que exigia vasta quantidade de processamento de cálculos para o tratamento eficiente da complexidade dos problemas considerados da PO. Neste sentido, o desenvolvimento dos computadores disseminou a capacidade da máquina realizar grandes cálculos matemáticos e em uma velocidade muito maior que o ser humano, contribuindo assim, para o crescimento da área (HILLIER E LIEBERMAN, 2013).

Atualmente, a PO tem a finalidade de resolver problemas de mix de produção, designação de tarefas e máquinas, alocação de recursos humanos, otimização de investimentos, minimização de custos de produção, entre outros. Além de identificar a função matemática que otimiza o uso de recursos disponíveis para maximizar receitas, lucros e minimizar custos, através da identificação de restrições a que esta função está submetida. Assim, ela também é aplicada em problemas que compreendem a condução e a coordenação das operações em uma empresa. Sua aplicação se dá em diversas áreas tais como manufatura, construção, telecomunicações, transportes, planejamento financeiro, assistência médica, militar, serviços públicos, entre outros.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional – SOBRAPO (2010), ela é uma ciência, visto que o seu objeto de estudo busca se dedicar para a resolução de problemas reais. O ponto alto dessa ciência consiste na tomada de decisões, aplicando conceitos e métodos de várias áreas científicas. Para tanto, ela é utilizada para avaliar linhas de ações alternativas, bem como encontrar possíveis soluções para determinados problemas específicos, embora em alguns casos sejam necessárias várias soluções.

5.1.4.1 Métodos ou Modelo de Pesquisa Operacional

Embora existam alguns modelos predeterminados, os estudos em Pesquisa Operacional não seguem um modelo fixo para a resolução de todos os problemas que podem surgir na prática. Na verdade, o que vai definir qual o meio matemático mais viável para a resolução do problema é o que torna esse estudo mais complexo. Segundo Hillier e Lieberman (2010, p. 17) por sua própria natureza, a PO requer considerável dose de engenhosidade e de inovação, sendo, portanto, impossível colocar no papel qualquer “procedimento-padrão” a ser seguido pelas equipes de PO. Apesar de não possuir, a rigor, uma sequência de passo a passo, ou método padrão a serem seguidos no estudo da PO, os procedimentos de modelagem matemática devem constar a ideia mostrada na figura 13.

Figura 13 – Fases de um estudo de pesquisa operacional.



Fonte: Adaptado de Andrade (2009, p.10).

Contudo, estas etapas dependem da problemática da questão, visto que a abordagem proposta no problema influencia completamente a forma e direção de como o estudo será conduzido. Conforme Taha (2008), as fases de implementação da PO na

prática podem se apresentar da seguinte forma:

- ✓ Definição do problema: trata-se do escopo do problema a ser investigado, sendo, portanto, necessário estudar profundamente o sistema relevante e com isso desenvolver um enunciado claro do problema. É importante que se determine os seguintes objetivos necessários para a decisão: descrição das alternativas, restrições sobre o que pode ser feito, relação entre a área a ser estudada e outras áreas da organização, possíveis caminhos alternativos, limites de tempo para tomada de decisão, entre outros. Desta forma, é indispensável que o problema esteja bem definido, visto que ele afeta a relevância das conclusões do estudo.
- ✓ Construção do modelo: significa tentar resolver o problema em cima de métodos matemáticos padrão, para assim chegar a uma solução, utilizando programação ou algoritmos. Porém, se os cálculos forem de muita complexidade, a equipe de PO pode optar por simplificar a situação e usar uma abordagem de simulação. O modelo matemático de um problema de negócio é a essência da matéria, uma vez que nele está descrito a investigação da situação, o que pode tornar mais compreensível a estrutura do problema, mostrando os relacionamentos de causa-efeito.
- ✓ Solução do modelo: é uma etapa que se baseia na utilização de algoritmos de otimização que deriva soluções para o problema. Um ponto muito importante nesta fase é a análise da sensibilidade, que colhe informações adicionais do comportamento da solução ótima, tendo em vista que ela não trabalha com precisão, mas em cima de valores aproximados ou prováveis. Assim, a solução ótima é aquela que permanece particularmente boa para diversas combinações de valores prováveis dos parâmetros sensíveis.
- ✓ Validação do modelo: é a fase onde o modelo é testado para tentar encontrar e corrigir erros. Ou seja, é a fase em que se verifica se o modelo é válido e se apresenta falhas nos seus resultados. A validação de modelos é algo difícil de ser descrito, posto que o processo depende da natureza do problema em questão e do modelo utilizado. Desta forma, o teste de retrospectiva pode se tornar uma ferramenta essencial para fazer a avaliação do modelo, sobretudo quando se utiliza dados históricos para reconstruir o passado, objetivando o confronto com o resultado atual.

- ✓ Implementação da solução: processo onde as soluções do modelo são apresentadas em procedimentos operacionais, como também o sistema se relaciona com a realidade operacional. Esta atividade é feita inicialmente pela a equipe de PO, os quais terão a responsabilidade de colocar o sistema em operação e avalia-lo periodicamente, para mais adiante treinar a equipe envolvida, para que a mesma assuma a operação.

A Pesquisa Operacional estrutura processos de tomadas de decisão no ambiente empresarial e propõe um conjunto de alternativas e ações, fazendo previsões e a comparação de valores, de eficiência e de custos. Com o auxílio de modelos e métodos a P.O. dá condições para solucionar diversos problemas, tais como: Otimização de recursos; alocações de pessoas; roteirização; localização; carteiras de investimento; previsão de planejamento; determinação de mix de produtos; escalonamento e planejamento da produção; etc.

A modelagem de um problema de P.O. facilita o processo de tomada de decisão, pois com a modelagem os objetivos do problema ficam mais explícitos, facilitando os tomadores a chegar em uma solução ótima. O modelo também foca na identificação e armazenamento de diversas decisões que influenciam no atingimento dos objetivos e identifica as suas limitações, determina as variáveis a serem consideradas e sua quantificação no problema e por fim permite o trabalho em grupo.

5.1.5 Problemas de Transporte

O transporte trata do envio de uma mercadoria da sua origem para o seu destino final. O principal objetivo é planejar uma rota que minimize os custos totais de expedição e, ao mesmo tempo satisfaça os limites de fornecimento e demanda. Outras aplicações de problema de transporte, também podem ser vistos em outras áreas de operações como no controle de estoque; programação de empregos; designação de pessoal e transporte de pedras de centros de mineração para depósitos ao longo de uma rodovia em construção (TAHA, 2008). Hillier e Lieberman (2010, p. 294) corroboram na definição do problema de transporte na seguinte perspectiva:

Em particular o problema de transporte genérico se refere (em sentido literal ou figurado) a distribuir qualquer *commodity* de qualquer grupo de centros de fornecimento, chamado origens, a qualquer grupo de centros de recepção, denominados destinos, de modo a minimizar o custo total de distribuição.

O método de transporte começou a ser utilizado bem antes da era da microcomputação, ou seja, nos primórdios da pesquisa operacional para aperfeiçoar cálculos feitos à mão. Com o advento dos computadores, cada vez mais rápidos e com maior capacidade de processamento, diversos sistemas automatizados de resolução de problemas de programação linear têm sido lançados. Estes tornam dispensável a aplicação do Método de Transporte em sua forma original. Entretanto, a equação do problema permanece a mesma.

As informações necessárias para a construção de um modelo de problema de transporte são: as origens, demandas e custos unitários. Conforme mostra a tabela de parâmetro 1.

Tabela 1: Parâmetros para o problema de transporte

		Custo por unidade distribuída				Oferta
		Destino				
		1	2	...	N	
Origem	1	C_{11}	C_{12}	...	C_{1n}	S_1
	2	C_{21}	C_{22}	...	C_{2n}	S_2
	⋮				⋮
	m	C_{m1}	C_{m2}	...	C_{mn}	S_m
Demanda		d_1	d_2	...	d_n	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do livro de Hillier e Lieberman (2010)

De acordo com Hillier e Lieberman (2010) um problema de transporte pode ser resolvido apenas preenchendo uma tabela de parâmetro, ou então desenhando sua representatividade em forma de rede, não sendo, portanto, necessário escrever em um modelo matemático formal. Os dados conhecidos do problema podem ser: o custo de transporte de cada item; as quantidades dos itens disponíveis em cada centro e as demandas de cada consumidor. Desta forma, o transporte deve ser efetuado de modo que as limitações de oferta em cada centro seja respeitada e a demanda de cada mercado atendida, objetivando um custo total mínimo de transporte.

5.1.6 Modelos de Otimização de Redes

5.1.6.1 Problema de Fluxo Mínimo

Os caminhos mais curtos são fundamentais e frequentes quando se estuda problemas em redes de transportes ou de comunicações. Segundo Taha (2008) o problema de caminho mínimo tem o objetivo de traçar o trajeto mais curto entre um destino e uma origem dentro de um circuito de transporte. Na perspectiva de Lachtermacher (2007 p. 142) quando desejamos traçar a rota que une estes pontos com distância mínima entre as possíveis, teremos um problema do tipo menor caminho.

Na formulação de problemas de menor caminho sempre terá dois tipos de nós, os quais são chamados de origem e destino, entre estes dois, na maioria das vezes, existirá os intermediários, que podem ser considerados cidades que conectam rodovias, subestações se a temática do problema for sobre distribuição de energia, entre outros (LACHTERMACHER, 2007).

As aplicações do método de caminho mais curto podem ser aplicadas como substituição de equipamentos, projetos de catalogação ou inventariação, encaminhamento de mensagens em sistemas de comunicação, entre outros.

Para resoluções de problemas de caminho mais curto a literatura apresenta a ferramenta algoritmo, o qual tem a função de distribuir na rede os caminhos encontrados. Partindo do pressuposto de encontrar a rota mais curta para cada um dos nós da rede, desde o ponto de origem até as soluções do problema quando o nó de destino é atingido (HILLIER e LIEBERMAN 2013). “Um algoritmo será dito admissível se ele encontra a solução ótima em um número finito de passos”, como coloca Loesch e Hein (2009 p. 185).

O método de algoritmo para o problema do caminho mais curto pode apresentar as seguintes possibilidades: a) objetivo da n-ésima iteração – encontrar o nó mais próximo da origem; b) entrada para a n-ésima iteração – desvendar os nós mais que mais se aproxima da origem, como também sua distância da origem e o caminho mais curto; c) candidatos ao n-ésimo nó mais próximo: neste procedimento, todo o nó resolvido que é diretamente conectado por uma ligação, seja um ou mais nós não resolvidos fornece um candidato. Se os nós derem empates, será fornecido um candidato; d) cálculo do n-ésimo nó mais próximo – cada nó solucionado e seu candidato é acrescentado a distância entre eles e a distância do caminho mais curto da

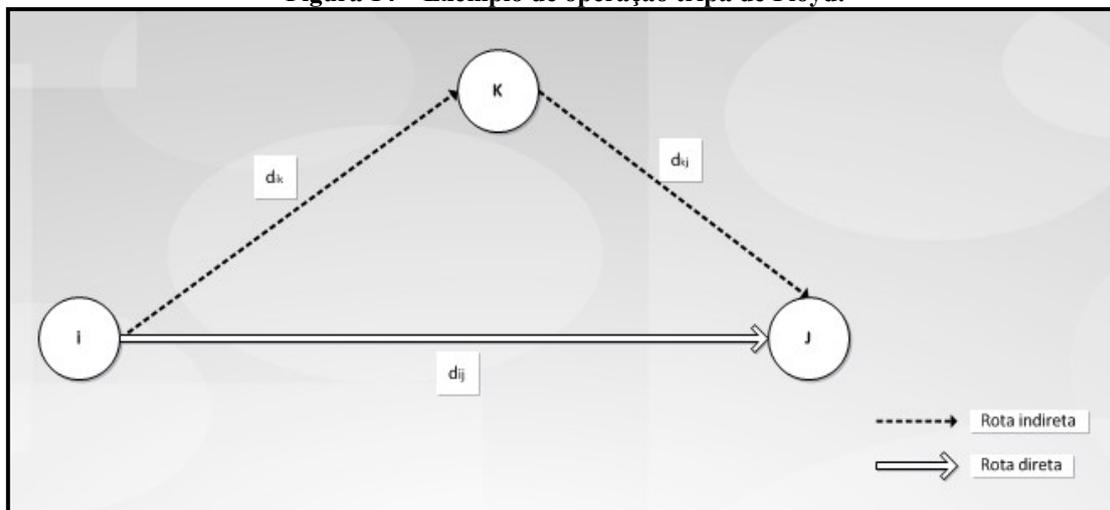
origem até esse nó solucionado. Os empates fornecem nós resolvidos adicionais, nesse método o candidato que tiver a menor distância total é o n -ésimo nó mais próximo. (HILLIER E LIEBERMAN, 2013).

Taha (2008) apresenta dois algoritmos para a resolução de redes em ciclos ou laços e para redes acíclicas, que são os algoritmos de:

✓ Dijkstra: é um algoritmo que ainda pode ser classificado em rótulos de nós temporários e permanentes. No primeiro caso é temporário porque ele pode ser modificado se for possível encontrar uma rota mais curta até um nó. Já no segundo estudo ele é permanente por ser impossível de ocorrer mudanças de rotas. Seu principal objetivo é determinar em sequência o menor caminho entre o nó de origem e qualquer outro nó da rede.

✓ Floyd: ele permite resolver o caminho mais curto entre quaisquer dois nós da rede, por esse motivo ele é mais abrangente. Sua função é calcular apenas o caminho mínimo entre cada par de vértices de um grafo, sem seguir a sequência das arestas, demonstrado na figura 14.

Figura 14 – Exemplo de operação tripa de Floyd.



Fonte: Adaptado de Taha, (2008).

A ideia básica deste algoritmo é verificar a cada iteração se a inclusão de um nó k intermediário no caminho de i para j pode reduzir o tamanho de um caminho já determinado.

5.1.6.2 Problema de Fluxo Máximo

Aplicações de fluxo máximo em problemas de transporte referem-se às situações em que se deseja avaliar a quantidade máxima de fluxo que pode ser enviada de um nó de origem a um nó de destino na rede, como afirma Taha (2008). Assim, o emprego do fluxo máximo determina a solução admissível, o qual envie a máxima quantidade de fluxo de uma origem para o destino, tendo em vista as restrições de capacidade dos arcos da rede.

Segundo Hillier e Lieberman (2013) os problemas de fluxo máximo são demonstrados da seguinte forma: a) todo caminho de uma rede direcionada e conectada, nasce de um nó de origem e termina em outro nó, denominado escoadouro; b) todos os nós restantes do problema são chamados de transbordo; c) o caminho na rede é permitido apenas no sentido que a seta está indicando seu fluxo, obedecendo a capacidade daquele arco; d) o principal objetivo é maximizar a quantidade total de fluxo da origem para o escoadouro.

Hillier e Lieberman (2013) citam algumas áreas que o problema de fluxo máximo é usado: para determinar o fluxo constante máximo de produtos petrolíferos numa rede de oleodutos, de carros numa rede de estradas, de mensagens numa rede de telecomunicações e de eletricidade numa rede elétrica na distribuição de uma empresa. Pode também ser aplicado partindo de fábricas para chegar a seus clientes ou no suprimento de uma empresa, partindo de seus fornecedores para chegar até as fábricas.

O problema de fluxo máximo apresenta algoritmos que por sua vez são fundamentados em encontrar rotas de passagem não negativas, entre o nó de origem e escoadouro, comprometendo parte ou toda a capacidade de seus arcos ao fluxo na rede (TAHA, 2008).

Deste modo, Hillier e Lieberman (2013) apresentam o algoritmo em duas vertentes: a residual e a de caminho aumentado. No primeiro caso, ele ocorre intuitivamente em uma rede e um fluxo. Neste caso, os arcos que ainda admitem uma quantidade de fluxo são os que não foram saturados. O segundo representa a quantidade de fluxo que poderá ser adicionada de maneira viável ao caminho todo. Desta forma, cada caminho aumentado fornece uma oportunidade de se aumentar ainda mais o fluxo pela rede original.

5.1.6.3 Problema de Caixeiro Viajante

Segundo Taha (2008) o problema de caixeiro tem a finalidade de encontrar um circuito fechado e mais curto entre cidades. Vale a pena salientar que cada cidade é visitada apenas uma vez. Ou seja, se um representante comercial está em determinada cidade e tem que visitar outros locais, onde possui clientes, ele atende todos os seus clientes sem passar duas vezes nos mesmos locais. Este tipo de problema é um clássico exemplo de problema de otimização combinatória. Para resolver tais problemas, primeiramente: acham-se todas as rotas possíveis, depois se calcula o comprimento de cada uma delas, para então ver qual a menor. Deste modo, pode-se dizer que se está reduzindo o problema de otimização a um problema de enumeração. Em seguida, se faz o raciocínio combinatório simples, o qual será encontrado o número de rotas para o caso.

Selong e Kripka (2009) *apud* Caixeiro (2009) cita o seguinte exemplo para confirmar a ideia: no caso de cinco cidades ($n=5$), a primeira e a última posição são fixas; na segunda posição podemos colocar qualquer uma das quatro cidades restantes; na terceira posição podemos colocar qualquer uma das três cidades restantes e na quarta posição podemos colocar as duas cidades restantes, teremos apenas uma cidade para colocar na quinta posição. Consequentemente, o número de rotas seria: $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$. Portanto, se quisermos encontrar um melhor caminho para n cidades, como a primeira é fixa, fica mais fácil de descobrir que o número total de escolhas que se pode fazer é $(n - 1) \times (n - 2) \times \dots \times 1$, ou seja, $(n-1)!$ rotas possíveis. Após o cálculo, pode-se determinar cada caminho e o seu comprimento, vendo, portanto, qual deles é o mais viável.

Taha (2008) afirma que o problema de caixeiro viajante é um modelo de designação que exclui subcircuitos, isto é, o viajante não poderá passar no mesmo local duas vezes. A formulação do problema de caixeiro viajante (PCV) de n cidades é definido a seguir:

Minimizar Z :

$$\sum_{i=j}^n \sum_{j=i}^n d_{ij} dx_{ij}, d_{ij} = \infty \text{ para todo } i = j$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$x_{ij} = (0,1) \quad (3)$$

$$\text{A solução forma um circuito de } n \text{ cidades} \quad (4)$$

Onde:

d_{ij} : É a distância da cidade i à cidade j ;

n : Número de nós na rede

(1) Significa que todo fluxo que chega no nó deve ser igual a 1; j ;

(2) Significa que todo fluxo que sai do nó deve ser igual a 1; i ;

(3) $x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se a cidade } j \text{ é alcançada a partir da cidade } i. \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$,

(4) Deve-se ser levada em conta para evitar subcircuitos.

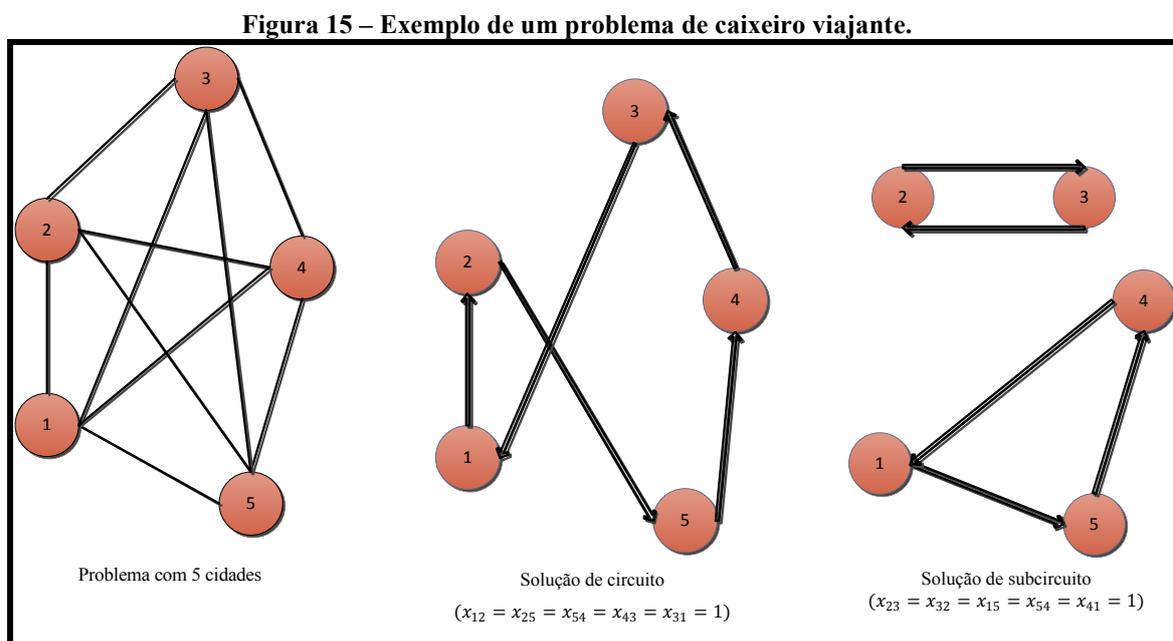
O objetivo do modelo é minimizar a distância total percorrida pelos veículos, de forma que a demanda de todos os clientes seja atendida e as demais restrições do problema sejam respeitadas. É importante destacar que o problema de caixeiro viajante tem grande aplicação prática, uma ampla relação com outros modelos de aplicação da pesquisa operacional e dificuldades de chegar a uma solução exata de um problema, devido à sua complexidade. Por isso, são utilizados heurísticos para chegar a uma solução boa.

5.1.6.3.1 Algoritmos Heurísticos

Taha (2008) apresenta dois algoritmos heurísticos, o do vizinho mais próximo, onde é possível encontrar uma solução boa, começando de qualquer cidade nó e depois

fazendo a conexão da mesma com a cidade mais próxima. Esse processo continua até se formar um circuito. O segundo caso é o heurístico do subcircuito inverso, sobre o qual o percurso no grafo começa no circuito viável e tenta melhorá-lo invertendo todos os demais subcircuitos, continuando até chegar ao subcircuitos de tamanho $n - 1$. O autor ainda afirma que a combinação dos dois algoritmos heurísticos leva a uma solução superior do que se qualquer uma das heurísticas fossem utilizada separadas.

A figura 15 demonstra um exemplo de um problema de caixeiro viajante com cinco cidades e uma de subcircuitos do modelo de designação associado.



Fonte: Adaptado de Taha (2008).

5.1.6.3.2 Resolução do Problema de Caixeiro Viajante (PCV) através de Softwares

A modernização da computação e, conseqüentemente da Pesquisa Operacional, grandes benefícios foram obtidos, sobretudo em relação à facilidade de utilização de ferramentas antes aplicadas apenas por computadores específicos e praticamente inacessíveis. Atualmente, as planilhas eletrônicas dão suporte aos gestores de várias áreas a lidarem com questões típicas, tais como: organização, planejamento e controle.

As questões de PCV são formuladas como um modelo de designação normal², portanto, pode ser resolvido por meio dos softwares Excel Solver e AMPL. Onde é possível a obtenção de resultados eficazes (TAHA, 2008).

O Excel Solver é uma ferramenta que viabiliza o acesso à solução. É um instrumento utilizado para otimização e simulação de diversos tipos de modelos matemáticos (MACDONALD, 1995). A ferramenta AMPL (A Mathematical Programming Language) tem como principal recurso dá suporte ao Excel, permitindo ainda importar e/ou exportar intervalos de células de arquivos, como também resolver problemas da Pesquisa Operacional. Portanto, o PCV e o AMPL são ideais para a implementação do algoritmo heurístico de vizinho mais próximo e de subcircuito inverso.

5.2 Metodologia

O processo metodológico proposto nesta pesquisa toma como pressuposto as ideias de Gil (1999, p. 42), o qual define como sendo um processo formal e sistemático de um método científico, cujo objetivo é a descoberta de possíveis respostas para determinados problemas, tomando como base procedimentos científicos. Desta forma, a referida pesquisa busca identificar os principais problemas e as possíveis melhorias em relação aos atrasos nas entregas de encomendas dos Correios, focando suas análises nas técnicas de roteirização praticada pela instituição, vivenciadas durante o período de estágio supervisionado, onde o pesquisador atua no setor de transportes e operações, auxiliando nas atividades operacionais da área. Assim, a coleta de dados foi por meio da observação participante, visto que é na observação que o pesquisador está atento às situações, para delas adquirir um conhecimento mais preciso como coloca Cervo e Bervian (2002).

O tipo de pesquisa que será utilizado no trabalho é o exploratório que, segundo o referido autor, objetiva esclarecer uma visão geral sobre o assunto. Esse tipo de estudo envolve levantamento de referências bibliográficas, estudo de caso, entrevistas, entre outros procedimentos que facilitarão a descoberta da natureza do

² É um tipo de problema de programação linear em que os designados estão sendo indicados para a realização de tarefas, eles podem ser pessoas, máquinas, veículos ou fábricas Hillier e Lieberman (2013)

problema, além de gerar mais informações para a realização de futuras pesquisas. Assim, para que se chegue às possíveis respostas para o problema levantado, será necessário conduzir todo um processo investigativo para diagnosticar situações, explorar alternativas e descobrir novas ideias, como afirma Zikmund (2000). Quanto à natureza da pesquisa, ela classifica-se em quanti-qualitativa, por fazer uso de uma abordagem voltada tanto para os aspectos quantitativos (positivistas), como para a abordagem qualitativa (interpretativa).

Esta pesquisa, de acordo com Roesch (2009) é um estudo de caso, uma vez que utiliza estratégias de investigação dos diversos aspectos relacionados às técnicas de roteirização. Para a coleta e análise de dados foram utilizados documentos cedidos pela empresa. Para Roesch (2007) a investigação documental é um meio utilizado para colher informações em fontes primárias para que se possa obter determinados aspectos da realidade, permitindo assim, interpretar os processos, levantando-se o dimensionamento e a necessidade.

O principal instrumento da pesquisa foi um roteiro de observação, apresentado em apêndice A, nesse sentido, Roesch (2009) fala que é na observação que o pesquisador procura compreender o objeto observado, anotando suas percepções em um “diário de campo”. Além disto, a observação poderá ser direta, sistemática ou assistemática, ou ainda, poderá ser participante, quando o pesquisador vivencia o ambiente pesquisado.

A amostra deste trabalho delimitou-se às linhas de transportes do Centro de Entrega de Encomendas de João Pessoa (CEE-JP), especificamente na rota que faz o atendimento dos grandes clientes (empresas). Sendo, portanto, desconsideradas da amostra as outras linhas de transporte da empresa, tendo em vista o curto tempo para desenvolver a pesquisa.

As ferramentas utilizadas para o desenvolvimento dos resultados foram softwares de apoio como Microsoft Excel® (para elaboração de planilhas eletrônicas, quadros, tabelas e tabulações dos dados); Microsoft Visio® (para diagramação de processos).

5.3 Análise de Dados e Interpretação de Resultados

Conforme o objetivo geral desta pesquisa, o qual se detém a analisar as técnicas utilizadas atualmente na roteirização das linhas de transporte de entregas de encomendas dos Correios de João Pessoa – PB, e utilizar as técnicas da Pesquisa Operacional para otimizar os roteiros de entregas da empresa.

5.3.1 Levantamento de Dados para Otimização do Roteamento de Frotas

O levantamento de dados foi realizado na Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos da Paraíba (ECT-PB), mediante consulta documental e ao Sistema de Distritamento de Encomendas (SDE) para busca de informações necessárias para a formulação da pesquisa. Os documentos que serviram de base para o estudo foram: a ficha técnica e o registro diário de viagens e ocorrências das linhas de transportes urbanos de grandes usuários (empresas); além de informações contidas no SDE (rotas, quantidade de distritos, de funcionários e veículos utilizados nas entregas).

Este trabalho objetivou realizar uma análise nos roteiros de entregas de encomendas na ECT-PB, especificamente no setor de entregas da empresa (Centro de Entregas e Encomendas de João Pessoa – CEE-JP) e por fim, propor um modelo matemático que otimize o percurso das entregas realizadas pelos carteiros. Uma vez traçado o objetivo geral desta pesquisa, foram definidos os seguintes objetivos específicos: a) Identificar na literatura de Pesquisa Operacional técnicas atuais para roteirização; b) Descrever o atual processo de roteamento das linhas de transportes do CEE - JP; c) Sugerir outras técnicas que determinem boas soluções para o problema de roteirização, através do Problema do Caixeiro Viajante; d) Simular resultados com a aplicação do método melhorado.

É importante destacar que diante do quantitativo de rotas de entregas e do curto tempo de colher e processar os dados, esta pesquisa delimitou-se a abranger uma das duas Linhas de Tronco Urbanas – LTU's de grandes clientes (empresas), podendo futuramente ser abrangido para as demais linhas de entregas da organização.

5.3.2 A Estrutura de Operações

Os Correios são atualmente a maior empresa pública, cujo quadro de funcionários é composto por cerca de 120 mil colaboradores, dos quais 61.000 são carteiros. A empresa foi escolhida por vários anos como a instituição de maior confiabilidade da sociedade brasileira (CORREIOS, 2015). Na Paraíba, a instituição atua nos 223 municípios, oferecendo aos seus clientes diversos serviços de entrega: cartas, telegrama, correspondências e encomendas, além da prestação de serviços bancários (banco postal). Seu efetivo é de aproximadamente 1.600 funcionários, que ocupam diversos cargos, sendo a maioria atuando nas entregas de correspondências e encomendas. Deste modo, pode-se dizer que a maior parcela de contribuição para o desenvolvimento da empresa é oriunda da força de trabalho dos carteiros. Neste sentido, otimizar o trabalho dos mesmos é desenvolver com qualidade os serviços de entrega da ECT. O quadro 4 demonstra a importância que esta categoria representa para a empresa, visto que a mesma chega a 51,04%.

Quadro 4 – Quadro de pessoal dos Correios por cargo

Cargo	Quantidade	Percentual (%)
Atendente Comercial	26.739	22,39%
Carteiro	60.951	51,04%
Operador de Triagem e Transbordo	14.065	11,78%
Outros cargos	17.656	14,79%
Total	119.411	100,00%

Fonte: Adaptado de www.correios.com.br.

A Diretoria Regional da Paraíba possui 2 Centros de Entrega e Encomendas (CEE's) que são responsáveis por fazer a triagem, distribuição e entregas de encomendas (PAC e SEDEX), 9 Centros de Distribuição Domiciliar (CDD's) e 2 Unidades de Distribuição (UD's), os quais tem a função de triar e entregar as correspondências (cartas, telegramas e correspondências agrupadas). Na região

metropolitana da capital da Paraíba (João Pessoa, Cabedelo, Santa Rita e Bayeux), os Correios possui 1 CEE e 5 CDD's, que juntos são responsáveis por toda a distribuição domiciliar da região.

O CEE – JP é composto por 29 distritos, 8 Linhas de Transporte Urbanos (LTU's), sendo 2 para o atendimento de grande clientes (empresas) e as outras 6, atente os CDD's e UD's espalhados pela grande João Pessoa. Seu efetivo é composto de 73 colaboradores, dentre eles, 44 são carteiros, 15 operadores de triagem e transbordo e 14 funcionários que atuam nas atividades internas. A sua principal função é centrada na distribuição de encomendas e na entrega e coleta de malotes.

5.3.3 As Linhas de Transportes

As atividades dos Correios são focadas na entrega de correspondências e encomendas. O cliente faz a postagem do objeto na agência, após o recebimento é encaminhado para o Centro de Tratamento de Cartas e Encomendas (CTCE), através de Linha Tronco Urbana (LTU), quando a agência está localizada na mesma cidade do Centro de Tratamento (CT). O CTCE também recebe objetos vindos de unidades do interior, através da Linha Tronco Regional (LTR) ou Linha Auxiliar (LA), e de outros estados, podendo ser transportados via terrestre através da Linha Tronco Regional (LTN) ou via aérea, pela Rede Postal Noturna (RPN).

Após a triagem, o objeto é despachado pela (LTU) para a unidade de distribuição competente, que poder ser: Unidade de Distribuição (UD), localizada nas cidades onde não existe o Centro de Distribuição Domiciliária (CDD). Por este motivo a agência acumula a função decaptação e distribuição dos objetos. O CDD, presente nos grandes centros urbanos, realiza a distribuição e a captação dos objetos postais. Já o Centro de Entrega de Encomendas (CEE) é o setor especializado na entrega de encomendas (SEDEX e PAC) e malotes. A triagem dos objetos é realizada conforme a área do distrito a que pertence, para em seguida, os objetos chegarem ao seu destino final através do carteiro, seja ele pedestre ou motorizado.

O quadro 5 demonstra um panorama de como estão distribuídas as linhas de transportes, facilitando o entendimento do leitor em relação à finalidade de cada uma delas.

Quadro 5 – Linhas de transporte utilizadas pelos Correios.

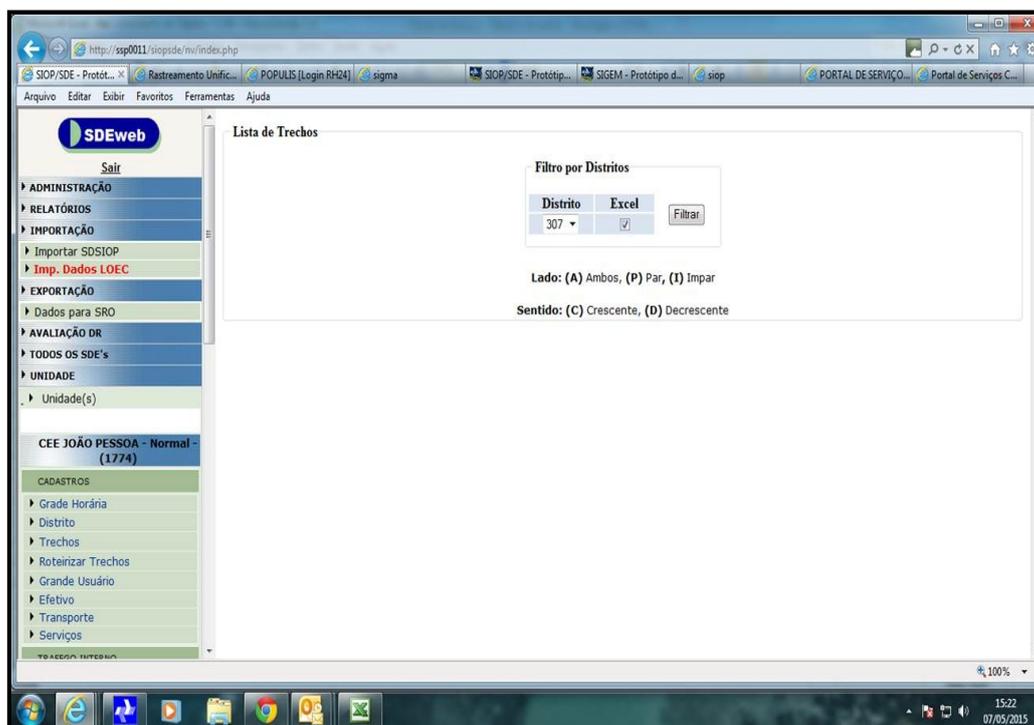
LINHA	DEFINIÇÃO
RPN – Rede Postal Noturna	Linhas aéreas que transportam cargas urgentes e interligam as capitais do país.
LTN – Linhas Tronco Nacional	Transportam, via superfície, cargas urgentes e não urgentes para as Regionais de outros Estados.
LTR – Linhas Tronco Regional	Transportam cargas urgentes e não urgentes dentro do próprio Estado.
LCE – Linhas de Coleta e Entrega	Linhas urbanas que interligam as unidades operacionais da mesma cidade e, em alguns casos, são responsáveis também, pela entrega de objetos a clientes.
LA – Linhas Auxiliares	Utilização de linhas de ônibus para transportar cargas em localidades em que não se justifica a implantação de uma linha especial.

Fonte: Disponibilizado pela empresa, 2015.

5.3.4 O Atual Processo de Roteamento

Atualmente, a empresa realiza o roteamento das suas linhas de transporte através do Sistema de Distritamento de Encomendas (SDE), tal qual está sendo demonstrado na figura 16.

Figura 16 – Sistema de distritamento de encomendas Correios



Fonte: Disponibilizado pela empresa, 2015.

O efetivo interno e externo da unidade, dos veículos e dos os trechos percorridos pelos distritos é cadastrado no SDE. Após o cadastramento, se faz necessário o levantamento do tráfego postal da unidade através de contagem da carga de objetos entregues pela unidade, em um período de 15 dias úteis, desconsiderando sábados, domingos, segundas, feriados, como também o dia seguinte ao feriado.

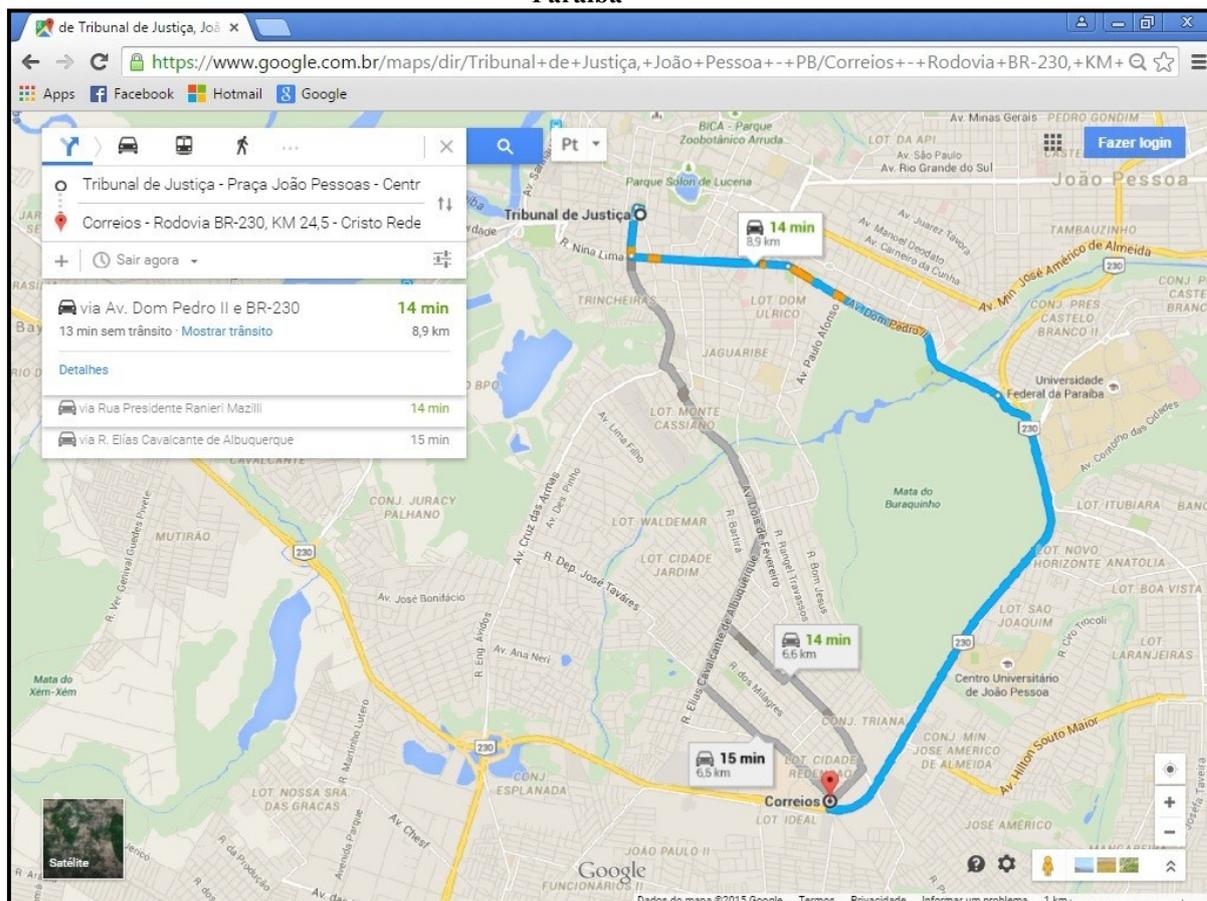
A montagem dos distritos é feita quase de forma artesanal, onde o distritamento, apesar de utilizar os dados resultantes dos cálculos dos sistemas é feito com base no conhecimento de área dos carteiros e dos operadores do sistema. Seu processo de montagem ocorre da seguinte forma: o SDE, após a conclusão do cadastro e o lançamento do tráfego, calcula-se o tempo para realização das atividades em cada trecho e a quantidade de veículos necessários. Concluída esta etapa, os operadores, com o apoio dos carteiros, passam a montar os distritos de acordo com o conhecimento de área de cada um. Conforme os trechos são deslocados de um distrito para outro, o sistema recalcula o tempo total de atividade de cada distrito, apontando a necessidade de se retirar ou acrescentar algum trecho. Isto é, a montagem dos distritos, embora haja o SDE o órgão responsável em calcular o tempo das atividades, ocorre dentro da metodologia da tentativa e erro.

O percurso diário dentro do distrito, após a montagem do mesmo, é feito exclusivamente com base na experiência e conhecimento do carteiro, de acordo com a quantidade de objetos e o endereço o mesmo naquele dia específico. O de João Pessoa recebe os objetos de todas as regiões do Brasil, bem como os oriundos de fora o país. A separação por distrito também é realizada de forma manual, pois a ECT-PB não possui máquina de separação de encomenda. Em seguida, cada carteiro faz o ordenamento do seu distrito, conforme a sequência de distribuição que considera melhor.

5.3.5 Etapas para montagem do modelo de roteamento de frotas

A montagem do modelo de roteamento de frotas é baseado no Problema de Caixeiro Viajante (PCV) da Pesquisa Operacional. Para montar o modelo, primeiramente pega-se as distâncias mínimas entre todos os pontos de entrega pertencentes à rota de transporte. O recurso Google Maps (2015) pode ser utilizado como base, conforme mostra a figura 17, disponível, gratuitamente no site do Google e acessível também na versão em Português.

Figura 17 – Exemplo de obtenção da distância mínima entre Correios e Tribunal de Justiça da Paraíba



Fonte: Google Maps (2015).

Para obter a distância dos pontos de entrega, basta que se entre no site do Google, clicando na opção Mapas e em seguida na opção “Como chegar”. Feito isto, digita-se no primeiro espaço a cidade de saída e no segundo a cidade destino. Após a visualização é só escolher o meio de transporte que será utilizado para fazer o percurso e clicar no ícone lupa. O programa irá fornecer a distância mínima, o tempo gasto e o percurso a ser seguido. Como o problema é simétrico basta que se utilize o recurso descrito anteriormente para encontrar os caminhos inversos.

O segundo passo é a elaboração de uma matriz no software Excel, contendo todos os pontos de entrega, sendo que, cada um pode ser um ponto de saída ou de chegada, ou seja, de todos os pontos pode-se chegar a todos os pontos, através do caminho mínimo indicado.

A terceira etapa consiste na elaboração do problema de programação linear, utilizando um modelo PCV (Problema de Caixeiro Viajante), utilizando, em seguida, a função Excel Solver para a otimização do modelo e com isso chegar à rota mais curta.

5.3.6 Elaboração e Resolução do Problema de Caixeiro Viajante (PCV)

A logística de transporte dos Correios apresenta diversas linhas, conforme foi mostrado no quadro 5. Nesta pesquisa, especificamente, utilizou-se apenas uma rota da Linha de Tronco Urbanas (LTU) dos grandes clientes. Esta linha faz exclusivamente entregas e coletas de objetos de pessoas jurídicas.

A rota LTU-PB-01 faz o seguinte percurso, rota: CCE-JP; Tribunal de Justiça; Caixa Econômica – Trincheiras; Procuradoria Geral da Justiça; Assembleia Legislativa; Palácio da Redenção; Caixa Econômica – Cabo Branco; Procon Estadual; Defensoria Pública; Centro de Diagnostico de Câncer; Secretária de Saúde do Estado; Tribunal de Contas do Estado; IFPB – Primeiro de Maio; IFPB – Reitoria; Caixa Econômica – Cruz das Armas; Motorola; Fórum Civil; Fórum Criminal; TRT – Shopping Tambiá; Tribunal Regional Eleitoral; Procon Municipal; Coren; Nokia; Claro; Tim e CEE-JP, respectivamente nesta ordem. Conforme pode ser visto na quadro 6.

Quadro 6 – Roteiro de entregas e coletas da linha LTU-PB-01.

Linha de Transporte Urbana – LTU-PB-01	
Atendimento Programado – Itinerário/Ponto de Parada	
0	CEE/JP – Br 230, km 24,5
1	Tribunal de Justiça do Estado da Paraíba
2	Caixa Econômica Federal – Trincheiras
3	Procuradoria Geral da Justiça
4	Assembleia Legislativa de João Pessoa
5	Palácio da Redenção
6	Caixa Econômica Federal – Cabo Branco
7	Procon Estadual da Paraíba
8	Defensoria Pública do Estado da Paraíba
9	CDC – Centro de Diagnostico do Câncer – João Machado
10	Secretária de Saúde do Estado da Paraíba
11	Tribunal de Contas do Estado da Paraíba
12	IFPB – Rua: Primeiro de Maio – Protocolo
13	IFPB – Rua: João da Mata – Reitoria
14	Caixa Econômica Federal – Cruz das Armas
15	Assistência Técnica da Motorola
16	Fórum Cível

17	Fórum Criminal
18	Varas do Tribunal Regional do Trabalho – Shopping Tambiá
19	Tribunal Regional Eleitoral do Estado da Paraíba
20	Procon Municipal de João Pessoa
21	Coren – Avenida Maximiano Figueiredo
22	Assistência Técnica da Nokia – Avenida Eptácio Pessoa
23	Loja Claro – Avenida Eptácio Pessoa
24	Loja Tim – Avenida Eptácio Pessoa
0	CEE/JP – Br 230, km 24,5

Fonte: Disponibilizado pela empresa, 2015.

Para obter as distâncias mínimas entre cada ponto de entrega, utilizou-se o Google Maps (2015), conforme passo a passo mostrado na figura 17. Após a obtenção desses dados, traçou-se uma matriz contendo os 25 pontos de coleta e entrega, cujas distâncias mínimas podem ser visualizadas na figura 18.

Figura 18 – Distâncias mínimas entre os pontos de entrega e coleta da linha LTU-PB-01.

-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	0,00	9,60	8,70	8,80	9,00	8,90	8,70	8,30	8,60	7,90	6,70	9,60	8,30	7,80	5,20	6,10	8,60	9,60	11,60	9,10	8,30	7,80	11,00	9,30	8,70
1	9,60	0,00	1,30	1,40	1,50	1,60	0,75	1,60	1,30	2,00	2,90	3,40	4,20	2,60	3,90	2,30	2,00	1,90	0,90	5,50	1,60	1,80	2,70	2,80	4,80
2	8,70	1,30	0,00	0,78	0,90	1,00	1,40	1,70	1,10	1,80	1,90	1,30	2,60	1,00	1,90	1,30	0,90	1,40	2,40	1,80	2,10	3,00	3,60	3,70	5,00
3	8,80	1,40	0,78	0,00	0,80	0,85	1,50	1,30	1,00	1,50	2,00	2,50	2,80	1,20	2,00	0,70	1,00	0,95	2,10	2,00	2,20	2,90	3,50	4,20	5,60
4	9,00	1,50	0,90	0,80	0,00	0,35	0,85	1,20	1,20	1,70	2,40	2,70	2,90	1,40	2,20	1,60	1,10	1,00	1,60	1,70	1,80	2,70	3,60	4,20	6,50
5	8,90	1,60	1,00	0,85	0,35	0,00	1,50	1,10	0,85	1,50	2,30	2,60	2,80	1,30	2,10	1,50	1,00	0,95	1,90	2,40	1,90	2,60	3,70	4,80	6,40
6	8,70	0,75	1,40	1,50	0,85	1,50	0,00	0,95	0,65	1,20	1,90	2,20	2,70	2,10	3,00	1,30	1,10	1,10	1,50	1,00	1,70	2,50	3,00	3,40	4,90
7	8,30	1,60	1,70	1,30	1,20	1,10	0,95	0,00	1,00	0,55	1,60	1,40	3,00	2,10	3,00	0,85	1,10	1,10	1,10	1,40	0,80	1,50	2,50	2,30	4,20
8	8,60	1,30	1,10	1,00	1,20	0,85	0,65	1,00	0,00	0,85	1,90	2,20	3,30	2,40	3,30	1,10	1,40	1,40	1,40	1,70	1,10	1,80	2,80	2,70	4,50
9	7,90	2,00	1,80	1,50	1,70	1,50	1,20	0,55	0,85	0,00	1,20	1,90	2,50	2,80	3,60	1,70	2,00	1,80	1,60	1,90	1,30	1,70	2,00	2,50	4,30
10	6,70	2,90	1,90	2,00	2,40	2,30	1,90	1,60	1,90	1,20	0,00	0,95	2,00	2,30	3,20	2,10	2,50	2,10	2,60	2,70	2,10	2,20	2,80	2,60	4,10
11	9,60	3,40	1,30	2,50	2,70	2,60	2,20	1,40	2,20	1,90	0,95	0,00	1,30	1,60	2,60	2,00	2,20	1,90	2,90	3,40	2,40	3,00	2,90	2,90	4,40
12	8,30	4,20	2,60	2,80	2,90	2,80	2,70	3,00	3,30	2,50	2,00	1,30	0,00	1,90	1,80	2,00	2,50	2,10	3,30	3,80	2,90	3,10	3,90	3,40	5,40
13	5,20	2,60	1,00	1,20	1,40	1,30	2,10	2,10	2,40	2,80	2,30	1,60	1,90	0,00	1,00	1,40	2,00	1,50	3,70	3,20	2,20	3,00	3,60	3,40	5,40
14	6,10	3,90	1,90	2,00	2,20	2,10	3,00	3,00	3,30	3,60	3,20	2,60	1,80	1,00	0,00	3,30	3,70	3,30	4,40	3,70	4,10	4,90	5,40	5,30	7,30
15	7,80	2,30	1,30	0,70	1,60	1,50	1,30	0,85	1,10	1,70	2,10	2,00	2,00	1,40	3,30	0,00	0,55	0,48	2,10	1,70	1,60	2,50	3,10	3,00	5,00
16	9,60	2,00	0,90	1,00	1,10	1,00	1,10	1,10	1,40	2,00	2,50	2,20	2,50	2,00	3,70	0,55	0,00	0,65	1,60	1,90	1,30	2,20	2,80	2,60	4,60
17	11,60	1,90	1,40	0,95	1,00	0,95	1,10	1,10	1,40	1,80	2,10	1,90	2,10	1,50	3,30	0,48	0,65	0,00	2,00	1,60	2,00	3,00	3,90	3,40	5,40
18	0,00	0,90	2,40	2,10	1,60	1,90	1,50	1,10	1,40	1,60	2,60	2,90	3,30	3,70	4,40	2,10	1,60	2,00	0,00	0,45	1,00	1,60	2,60	2,60	4,70
19	9,10	5,50	1,80	2,00	1,70	2,40	1,00	1,40	1,70	1,90	2,70	3,40	3,80	3,20	3,70	1,70	1,90	1,60	0,45	0,00	0,75	1,30	2,30	2,50	4,40
20	8,30	1,60	2,10	2,20	1,80	1,90	1,70	0,80	1,10	1,30	2,10	2,40	2,90	2,20	4,10	1,60	1,30	2,00	1,00	0,75	0,00	2,30	2,10	2,50	4,10
21	7,80	1,80	3,00	2,90	2,70	2,60	2,50	1,50	1,80	1,70	2,20	3,00	3,10	3,00	4,90	2,50	2,20	3,00	1,60	1,30	2,30	0,00	2,30	2,20	4,10
22	11,00	2,70	3,60	3,50	3,60	3,70	3,00	2,50	2,80	2,00	2,80	2,90	3,90	3,60	5,40	3,10	2,80	3,90	2,60	2,30	2,10	2,30	0,00	2,00	4,00
23	9,30	2,80	3,70	4,20	4,20	4,80	3,40	2,30	2,70	2,50	2,60	2,90	3,40	3,40	5,30	3,00	2,60	3,40	2,60	2,50	2,50	2,20	2,00	0,00	2,00
24	8,70	4,80	5,00	4,60	6,50	6,40	4,90	4,20	4,50	4,30	4,10	4,40	5,40	7,30	5,00	4,60	5,40	4,70	4,40	4,10	4,10	4,00	2,00	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

As distâncias presente na matriz foi elaborado pelo o autor da pesquisa através do Google Maps (2015), conforme pode o passo a passo visto na figura 17 apresentado anteriormente. Desta forma, os pontos de entrega estão representados pelos números de 0 a 24 e com suas respectivas distâncias. Portanto, o roteiro possui a seguinte nomenclatura: 0 = CEE-JP; 1 = Tribunal de Justiça; 2 = Caixa Econômica – Trincheiras; 3 = Procuradoria Geral da Justiça; 4 = Assembleia Legislativa; 5 = Palácio

da Redenção; 6 = Caixa Econômica – Cabo Branco; 7 = Procon Paraíba; 8 = Defensoria Pública; 9 = Centro de Diagnostico de Câncer; 10 = Secretária de Saúde do Estado; 11 = Tribunal de Contas do Estado; 12 = IFPB – Primeiro de Maio; 13 = IFPB – Reitoria; 14 = Caixa Econômica – Cruz das Armas; 15 = Motorola; 16 = Fórum Civil; 17 = Fórum Criminal; 18 = TRT – Shopping Tambiá; 19 = Tribunal Regional Eleitoral; 20 = Procon Municipal; 21 = Coren; 22 = Nokia; 23 = Claro; 24 = Tim.

Com o auxílio do Excel e seu suplemento Solver foi montada a tabela que auxilia na resolução do problema do caixeiro viajante e, conseqüentemente, na solução otimizada do modelo. Para sua montagem, primeiramente os dados foram dispostos nas células, conforme pode ser visto na figura 19. Em seguida, adicionou-se os pontos do percurso que o motorista executa na atualidade. Este percurso foi idealizado a partir de 24 pontos, onde o zero representa o CCE-JP (local de depósito).

Figura 19 – Pontos de entregas e coletas da linha LTU-PB-01

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		
1	0																											
2	1	0,00	1,30	1,40	1,50	1,60	0,75	1,60	1,30	2,00	2,90	3,40	4,20	2,60	3,90	2,30	2,00	1,90	0,90	5,50	1,60	1,80	2,70	2,80	4,80			
3	2	1,30	0,00	0,78	0,90	1,00	1,40	1,70	1,10	1,80	1,90	1,30	2,60	1,00	1,90	1,30	0,90	1,40	2,40	1,80	2,10	3,00	3,60	3,70	5,00			
4	3	1,40	0,78	0,00	0,80	0,85	1,50	1,30	1,00	1,50	2,00	2,50	2,80	1,20	2,00	0,70	1,00	0,95	2,10	2,00	2,20	2,90	3,50	4,20	5,60			
5	4	1,50	0,90	0,80	0,00	0,35	0,85	1,20	1,20	1,70	2,40	2,70	2,90	1,40	2,20	1,60	1,10	1,00	1,60	1,70	1,80	2,70	3,60	4,20	6,50			
6	5	1,60	1,00	0,85	0,35	0,00	1,50	1,10	0,85	1,50	2,30	2,60	2,80	1,30	2,10	1,50	1,00	0,95	1,90	2,40	1,90	2,60	3,70	4,80	6,40			
7	6	0,75	1,40	1,50	0,85	1,50	0,00	0,95	0,65	1,20	1,90	2,20	2,70	2,10	3,00	1,30	1,10	1,10	1,50	1,00	1,70	2,50	3,00	3,40	4,90			
8	7	1,60	1,70	1,30	1,20	1,10	0,95	0,00	1,00	0,55	1,60	1,40	3,00	2,10	3,00	0,85	1,10	1,10	1,10	1,40	0,80	1,50	2,50	2,30	4,20			
9	8	1,30	1,10	1,00	1,20	0,85	0,65	1,00	0,00	0,85	1,90	2,20	3,00	2,40	3,30	1,10	1,40	1,40	1,70	1,10	1,80	2,80	2,70	4,50				
10	9	2,00	1,80	1,50	1,70	1,50	1,20	0,55	0,85	0,00	1,20	1,90	2,50	2,80	3,60	1,70	2,00	1,80	1,60	1,90	1,30	1,70	2,00	2,50	4,30			
11	10	2,90	1,90	2,00	2,40	2,30	1,90	1,60	1,90	1,20	0,00	0,95	2,00	2,30	3,20	2,10	2,50	2,10	2,60	2,70	2,10	2,20	2,80	2,60	4,10			
12	11	3,40	1,30	2,50	2,70	2,60	2,20	1,40	2,20	1,90	0,95	0,00	1,30	1,60	2,60	2,00	2,20	1,90	2,90	3,40	2,40	3,00	2,90	2,90	4,40			
13	12	4,20	2,60	2,80	2,90	2,80	2,70	3,00	3,30	2,50	2,00	1,30	0,00	1,90	1,80	2,00	2,50	2,10	3,30	3,80	2,90	3,10	3,90	3,40	5,40			
14	13	2,60	1,00	1,20	1,40	1,30	2,10	2,10	2,40	2,80	2,30	1,60	1,90	0,00	1,00	1,40	2,00	1,50	3,70	3,20	2,20	3,00	3,60	3,40	5,40			
15	14	3,90	1,90	2,00	2,20	2,10	3,00	3,00	3,30	3,60	3,20	2,60	1,80	1,00	0,00	3,30	3,70	3,30	4,40	3,70	4,10	4,90	5,40	5,30	7,30			
16	15	2,30	1,30	0,70	1,60	1,50	1,30	0,85	1,10	1,70	2,10	2,00	2,00	1,40	3,30	0,00	0,55	0,48	2,10	1,70	1,60	2,50	3,10	3,00	5,00			
17	16	2,00	0,90	1,00	1,10	1,00	1,10	1,10	1,40	2,00	2,50	2,00	2,50	2,00	3,70	0,55	0,00	0,65	1,60	1,90	1,30	2,20	2,80	2,60	4,60			
18	17	1,90	1,40	0,95	1,00	0,95	1,10	1,10	1,40	1,80	2,10	1,90	2,10	1,50	3,30	0,48	0,65	0,00	2,00	1,60	2,00	3,00	3,90	3,40	5,40			
19	18	0,90	2,40	2,10	1,60	1,90	1,50	1,10	1,40	1,60	2,60	2,90	3,30	3,70	4,40	2,10	1,60	2,00	0,00	0,45	1,00	1,60	2,60	2,60	4,70			
20	19	5,50	1,80	2,00	1,70	2,40	1,00	1,40	1,70	1,90	2,70	3,40	3,80	3,20	3,70	1,70	1,90	1,60	0,45	0,00	0,75	1,30	2,30	2,50	4,40			
21	20	1,60	2,10	2,20	1,80	1,90	1,70	0,80	1,10	1,30	2,10	2,40	2,90	2,20	4,10	1,60	1,30	2,00	1,00	0,75	0,00	2,30	2,10	2,50	4,10			
22	21	1,80	3,00	2,90	2,70	2,60	2,50	1,50	1,80	1,70	2,20	3,00	3,10	3,00	4,90	2,50	2,20	3,00	1,60	1,30	2,30	0,00	2,30	2,20	4,10			
23	22	2,70	3,60	3,50	3,60	3,70	3,00	2,50	2,80	2,00	2,80	2,90	3,90	3,60	5,40	3,10	2,80	3,90	2,60	2,30	2,10	2,30	0,00	2,00	4,00			
24	23	2,80	3,70	4,20	4,20	4,80	3,40	2,30	2,70	2,50	2,60	2,90	3,40	3,40	5,30	3,00	2,60	3,40	2,60	2,50	2,50	2,20	2,00	0,00	2,00			
25	24	4,80	5,00	5,60	6,30	6,40	4,90	4,20	4,50	4,30	4,10	4,40	5,40	5,40	7,30	5,00	4,60	5,40	4,70	4,40	4,10	4,10	4,00	2,00	0,00			
26																												
27		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			0
28																												

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

De acordo com os dados expostos na planilha Excel, o próximo passo foi ativar a função índice, de acordo com o quadro 7.

Quadro 7 – Fórmulas utilizadas no Excel para formatação do problema de P.O.

Referência	Fórmula Índice
Matriz	\$B\$2:\$Y\$25
Número de linhas	B27;C27
Ativar a fórmula índice	=ÍNDICE(\$B\$2:\$Y\$25;B27;C27)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Determinada as células, com suas respectivas fórmulas e relações, a função índice foi calculada para todos os pontos de entrega, conforme a figura 20.

Figura 20 – Aplicação da função índice.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a matrix of values. The formula bar at the top displays the formula: `=ÍNDICE(B2:Y25;B27;C27)`. The spreadsheet contains a grid of values, with the first row (row 2) starting with 0,00 and the last row (row 25) ending with 0,00. A tooltip is visible over the formula bar, showing the syntax for the INDEX function: `ÍNDICE(matriz; núm_linha; [núm_coluna])` and `ÍNDICE(ref; núm_linha; [núm_coluna]; [núm_área])`. The spreadsheet also shows a total value of 30,18 in cell X28.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

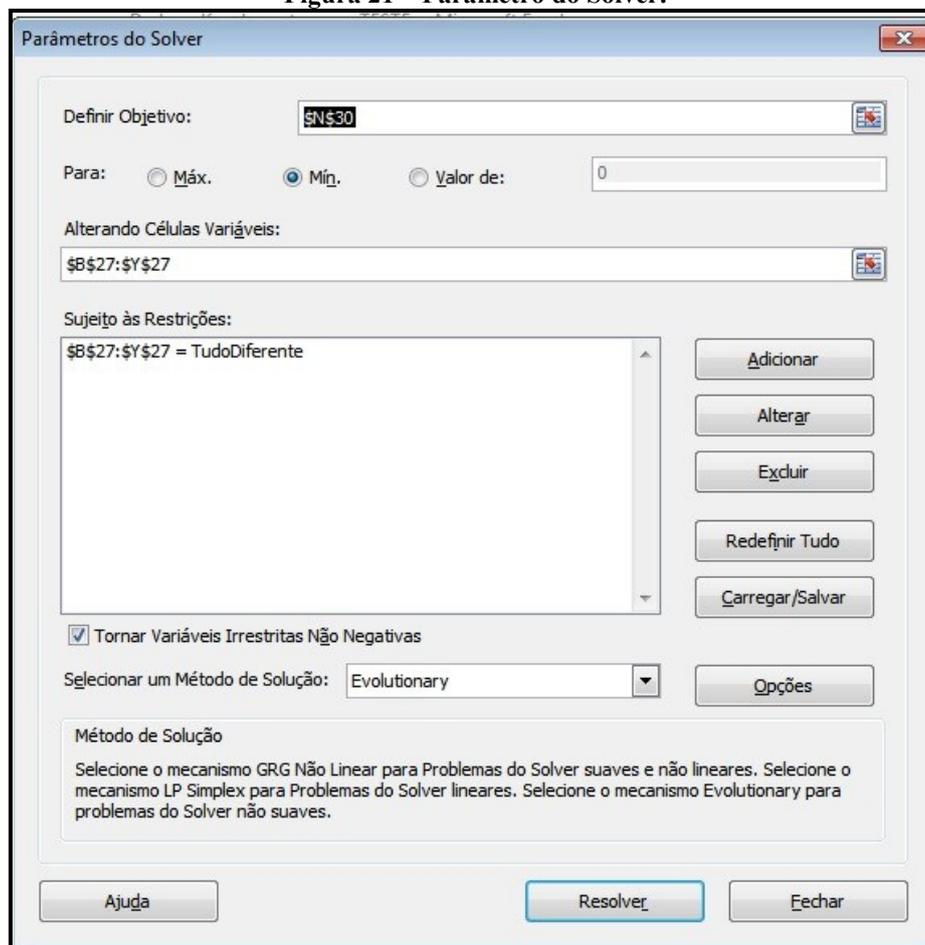
Nota-se que a fórmula índice deu todas as distâncias mínimas entre os pontos. Do ponto seis para o ponto sete, por exemplo, a distância mínima é de 0,95 quilômetros. Para verificar a veracidade destes resultados, é só compara-lo ao valor existente na matriz de distância, como mostra na célula (linha 7 coluna H), onde a

distância dos pontos, seis e sete é igual a 0,95 km. Somando-se todos os pontos do caminho, obteve-se um total de 30,18 km, presente na célula N31.

É importante observar que neste primeiro momento retirou-se a distância do ponto de saída e a de retorno que representa o CEE-JP. Estas duas distâncias foram retiradas da planilha, somente, para que não influenciasse diretamente no comando do Excel Solver. Todavia, os mesmos serão somados no resultado final, uma vez que eles são partes inerentes ao percurso. Assim, o carteiro percorre atualmente 48,5 Km, visto que a distância do ponto 0 para o ponto 1 é de 9,6 Km e do ponto 24 para o ponto 0 é de 8,7 Km, conforme comprova a figura acima.

Definidas as células com suas respectivas fórmulas e relações, o suplemento solver foi utilizado, na aba Dados → Solver, como mostra a Figura 21:

Figura 21 – Parâmetro do Solver.



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Na caixa de parâmetros do solver os itens são preenchidos de acordo com o quadro 8:

Quadro 8 – Preenchimento dos parâmetros do Solver.

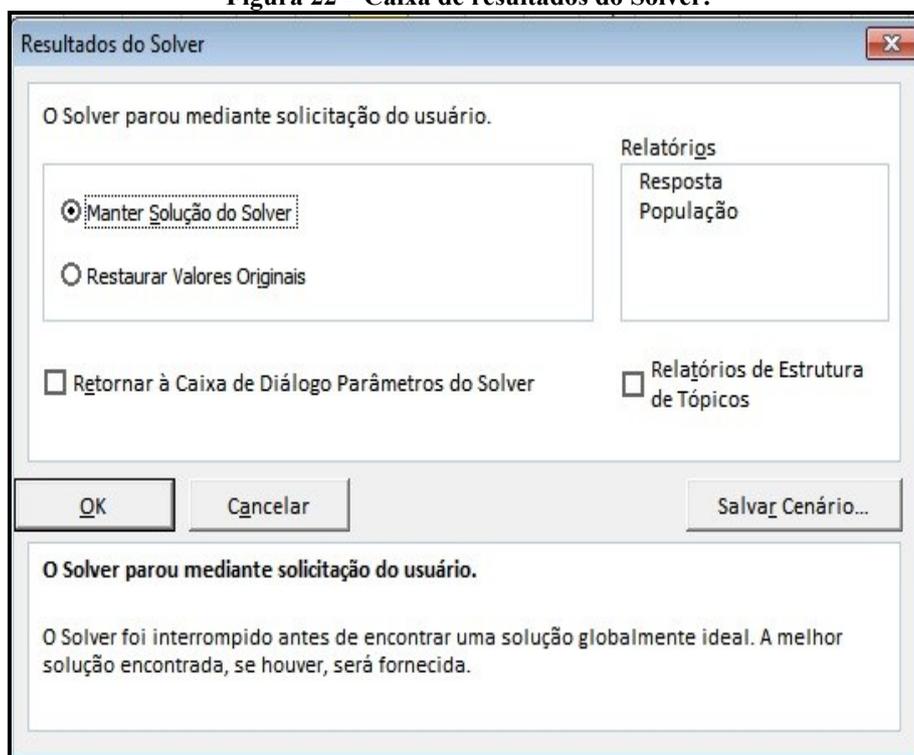
Item	Descrição	Células
Definir Objetivo	Resultado da Minimização ou Maximização de Z	\$N\$31
Para:	Maximização, Minimização ou Valor a ser atingido.	\$B\$27:\$Y\$27
Sujeito às restrições	Restrições do problema (LHS \geq RHS)	\$B\$27:\$Y\$27=Tudo Diferente

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Antes de resolver o problema é marcada a opção “Tornar variáveis irrestritas não negativas”, escolhe-se o método de solução, que é o *Evolutionary* e, em seguida, vai em opções – Todos os Métodos e coloca o tempo máximo (segundos), que o solver deve rodar para achar a solução do problema. É importante ressaltar que neste trabalho foi utilizado o tempo de rotação de 60 segundos.

A resolução pelo solver pode ou não ser obtida, dependendo das respostas para as condições. Na situação deste trabalho o problema tem todas as restrições e condições de adequação satisfeitas (Figuras 22 e 23).

Figura 22 – Caixa de resultados do Solver.



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Figura 23 – Resultado da utilização do solver na resolução do problema de caixeiro viajante.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
2	1	0,00	1,30	1,40	1,50	1,60	0,75	1,60	1,30	2,00	2,90	3,40	4,20	2,60	3,90	2,30	2,00	1,90	0,90	5,50	1,60	1,80	2,70	2,80	4,80		
3	2	1,30	0,00	0,78	0,90	1,00	1,40	1,70	1,10	1,80	1,90	1,30	2,60	1,00	1,90	1,30	0,90	1,40	2,40	1,80	2,10	3,00	3,60	3,70	5,00		
4	3	1,40	0,78	0,00	0,80	0,85	1,50	1,30	1,00	1,50	2,00	2,50	2,80	1,20	2,00	0,70	1,00	0,95	2,10	2,00	2,20	2,90	3,50	4,20	5,60		
5	4	1,50	0,90	0,80	0,00	0,35	0,85	1,20	1,20	1,70	2,40	2,70	2,90	1,40	2,20	1,60	1,10	1,00	1,60	1,70	1,80	2,70	3,60	4,20	6,50		
6	5	1,60	1,00	0,85	0,35	0,00	1,50	1,10	0,85	1,50	2,30	2,60	2,80	1,30	2,10	1,50	1,00	0,95	1,90	2,40	1,90	2,60	3,70	4,80	6,40		
7	6	0,75	1,40	1,50	0,85	1,50	0,00	0,95	0,65	1,20	1,90	2,20	2,70	2,10	3,00	1,30	1,10	1,10	1,50	1,00	1,70	2,50	3,00	3,40	4,90		
8	7	1,60	1,70	1,30	1,20	1,10	0,95	0,00	1,00	0,55	1,60	1,40	3,00	2,10	3,00	0,85	1,10	1,10	1,10	1,40	0,80	1,50	2,50	2,30	4,20		
9	8	1,30	1,10	1,00	1,20	0,85	0,65	1,00	0,00	0,85	1,90	2,20	3,30	2,40	3,30	1,10	1,40	1,40	1,40	1,70	1,10	1,80	2,80	2,70	4,50		
10	9	2,00	1,80	1,50	1,70	1,50	1,20	0,55	0,85	0,00	1,20	1,90	2,50	2,80	3,60	1,70	2,00	1,80	1,60	1,90	1,30	1,70	2,00	2,50	4,30		
11	10	2,90	1,90	2,00	2,40	2,30	1,90	1,60	1,90	1,20	0,00	0,95	2,00	2,30	3,20	2,10	2,50	2,10	2,60	2,70	2,10	2,20	2,80	2,60	4,10		
12	11	3,40	1,30	2,50	2,70	2,60	2,20	1,40	2,20	1,90	0,95	0,00	1,30	1,60	2,60	2,00	2,20	1,90	2,90	3,40	2,40	3,00	2,90	2,90	4,40		
13	12	4,20	2,60	2,80	2,90	2,80	2,70	3,00	3,30	2,50	2,00	1,30	0,00	1,90	1,80	2,00	2,50	2,10	3,30	3,80	2,90	3,10	3,90	3,40	5,40		
14	13	2,60	1,00	1,20	1,40	1,30	2,10	2,10	2,40	2,80	2,30	1,60	1,90	0,00	1,00	1,40	2,00	1,50	3,70	3,20	2,20	3,00	3,60	3,40	5,40		
15	14	3,90	1,90	2,00	2,20	2,10	3,00	3,00	3,30	3,60	3,20	2,60	1,80	1,00	0,00	3,30	3,70	3,30	4,40	3,70	4,10	4,90	5,40	5,30	7,30		
16	15	2,30	1,30	0,70	1,60	1,50	1,30	0,85	1,10	1,70	2,10	2,00	2,00	1,40	3,30	0,00	0,55	0,48	2,10	1,70	1,60	2,50	3,10	3,00	5,00		
17	16	2,00	0,90	1,00	1,10	1,00	1,10	1,10	1,40	2,00	2,50	2,20	2,50	2,00	3,70	0,55	0,00	0,65	1,60	1,90	1,30	2,20	2,80	2,60	4,60		
18	17	1,90	1,40	0,95	1,00	0,95	1,10	1,10	1,40	1,80	2,10	1,90	2,10	1,50	3,30	0,48	0,65	0,00	2,00	1,60	2,00	3,00	3,90	3,40	5,40		
19	18	0,90	2,40	2,10	1,60	1,90	1,50	1,10	1,40	1,60	2,60	2,90	3,30	3,70	4,40	2,10	1,60	2,00	0,00	0,45	1,00	1,60	2,60	2,60	4,70		
20	19	5,50	1,80	2,00	1,70	2,40	1,00	1,40	1,70	1,90	2,70	3,40	3,80	3,20	3,70	1,70	1,90	1,60	0,45	0,00	0,75	1,30	2,30	2,50	4,40		
21	20	1,60	2,10	2,20	1,80	1,90	1,70	0,80	1,10	1,30	2,10	2,40	2,90	2,20	4,10	1,60	1,30	2,00	1,00	0,75	0,00	2,30	2,10	2,50	4,10		
22	21	1,80	3,00	2,90	2,70	2,60	2,50	1,50	1,80	1,70	2,20	3,00	3,10	3,00	4,90	2,50	2,20	3,00	1,60	1,30	2,30	0,00	2,30	2,20	4,10		
23	22	2,70	3,60	3,50	3,60	3,70	3,00	2,50	2,80	2,00	2,80	2,90	3,90	3,60	5,40	3,10	2,80	3,90	2,60	2,30	2,10	2,30	0,00	2,00	4,00		
24	23	2,80	3,70	4,20	4,20	4,80	3,40	2,30	2,70	2,50	2,60	2,90	3,40	3,40	5,30	3,00	2,60	3,40	2,60	2,50	2,50	2,20	2,00	0,00	2,00		
25	24	4,80	5,00	5,60	6,50	6,40	4,90	4,20	4,50	4,30	4,10	4,40	5,40	5,40	7,30	5,00	4,60	5,40	4,70	4,40	4,10	4,10	4,00	2,00	0,00		
26																											
41			21	19	18	1	6	8	5	4	3	15	17	16	2	13	14	12	11	10	9	7	20	22	23	24	0
42			1,3	0,45	0,9	0,75	0,65	0,85	0,35	0,8	0,7	0,48	0,65	0,9	1	1	1,8	1,3	1	1,2	0,55	0,8	2,1	2	2	0	
43																											
44																											23,5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Após a rota LTU-PB-01 ser otimizada, o Problema de Caixeiro Viajante (PCV) teve como resultado 23,5 km. Antes da resolução, o problema marcava 30,18 km, sem o ponto de saída e retorno. Porém, este resultado deve ser somado com as distâncias de saída e retorno do depósito (CEE-JP), ou seja, deve-se acrescentar ao resultado a distância que vai do ponto 0 ao ponto 21, que corresponde a 7,8 Km, como também o percurso do ponto 24 ao 0, o qual equivale a 8,7 Km. Após essa relação, foi possível perceber que o caminho mais curto da LTU-PB-01 pode ser realizado em 40 quilômetros, conforme está sendo demonstrado na figura 24.

Figura 24 – Resultado completo da utilização do solver na resolução do problema de caixeiro viajante.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
2	1,00	1,30	1,40	1,50	1,60	0,75	1,60	1,30	2,00	2,90	3,40	4,20	2,60	3,90	2,30	2,00	1,90	0,90	5,50	1,60	1,80	2,70	2,80	4,80		
3	2,10	0,00	0,78	0,90	1,00	1,40	1,70	1,10	1,80	1,90	1,30	2,60	1,00	1,90	1,30	0,90	1,40	2,40	1,80	2,10	3,00	3,60	3,70	5,00		
4	3,10	1,40	0,78	0,00	0,85	1,50	1,30	1,00	1,50	2,00	2,50	2,80	1,20	2,00	0,70	1,00	0,95	2,10	2,00	2,20	2,90	3,50	4,20	5,60		
5	4,10	1,50	0,90	0,80	0,00	0,35	0,85	1,20	1,20	1,70	2,40	2,70	2,90	1,40	2,20	1,60	1,10	1,00	1,60	1,70	1,80	2,70	3,60	4,20	6,50	
6	5,10	1,60	1,00	0,85	0,35	0,00	1,50	1,10	0,85	1,50	2,30	2,60	2,80	1,30	2,10	1,50	1,00	0,95	1,90	2,40	1,90	2,60	3,70	4,80	6,40	
7	6,10	0,75	1,40	1,50	0,85	1,50	0,00	0,95	0,65	1,20	1,90	2,20	2,70	2,10	3,00	1,30	1,10	1,10	1,50	1,00	1,70	2,50	3,00	3,40	4,90	
8	7,10	1,60	1,70	1,30	1,20	1,10	0,95	0,00	1,00	0,55	1,60	1,40	3,00	2,10	3,00	0,85	1,10	1,10	1,10	1,40	0,80	1,50	2,50	2,30	4,20	
9	8,10	1,30	1,10	1,00	1,20	0,85	0,65	1,00	0,00	0,85	1,90	2,20	3,30	2,40	3,30	1,10	1,40	1,40	1,40	1,70	1,10	1,80	2,80	2,70	4,50	
10	9,10	2,00	1,80	1,50	1,70	1,50	1,20	0,55	0,85	0,00	1,20	1,90	2,50	2,80	3,60	1,70	2,00	1,80	1,60	1,90	1,30	1,70	2,00	2,50	4,30	
11	10,10	2,90	1,90	2,00	2,40	2,30	1,90	1,60	1,90	1,20	0,00	0,95	2,00	2,30	3,20	2,10	2,50	2,10	2,60	2,70	2,10	2,20	2,80	2,60	4,10	
12	11,10	3,40	1,30	2,50	2,70	2,60	2,20	1,40	2,20	1,90	0,95	0,00	1,30	1,60	2,60	2,00	2,20	1,90	2,90	3,40	2,40	3,00	2,90	2,90	4,40	
13	12,10	4,20	2,60	2,80	2,90	2,80	2,70	3,00	3,30	2,50	2,00	1,30	0,00	1,90	1,80	2,00	2,50	2,10	3,30	3,80	2,90	3,10	3,90	3,40	5,40	
14	13,10	2,60	1,00	1,20	1,40	1,30	2,10	2,10	2,40	2,80	2,30	1,60	1,90	0,00	1,00	1,40	2,00	1,50	3,70	3,20	2,20	3,00	3,60	3,40	5,40	
15	14,10	3,90	1,90	2,00	2,20	2,10	3,00	3,00	3,30	3,60	3,20	2,60	1,80	1,00	0,00	3,30	3,70	3,30	4,40	3,70	4,10	4,90	5,40	5,30	7,30	
16	15,10	2,30	1,30	0,70	1,60	1,50	1,30	0,85	1,10	1,70	2,10	2,00	2,00	1,40	3,30	0,00	0,55	0,48	2,10	1,70	1,60	2,50	3,10	3,00	5,00	
17	16,10	2,00	0,90	1,00	1,10	1,00	1,10	1,10	1,40	2,00	2,50	2,20	2,50	2,00	3,70	0,55	0,00	0,65	1,60	1,90	1,30	2,20	2,80	2,60	4,60	
18	17,10	1,90	1,40	0,95	1,00	0,95	1,10	1,10	1,40	1,80	2,10	1,90	2,10	1,50	3,30	0,48	0,65	0,00	2,00	1,60	2,00	3,00	3,90	3,40	5,40	
19	18,10	0,90	2,40	2,10	1,60	1,90	1,50	1,10	1,40	1,60	2,60	2,90	3,30	3,70	4,40	2,10	1,60	2,00	0,00	0,45	1,00	1,60	2,60	2,60	4,70	
20	19,10	5,50	1,80	2,00	1,70	2,40	1,00	1,40	1,70	1,90	2,70	3,40	3,80	3,20	3,70	1,70	1,90	1,60	0,45	0,00	0,75	1,30	2,30	2,50	4,40	
21	20,10	1,60	2,10	2,20	1,80	1,90	1,70	0,80	1,10	1,30	2,10	2,40	2,90	2,20	4,10	1,60	1,30	2,00	1,00	0,75	0,00	2,30	2,10	2,50	4,10	
22	21,10	1,80	3,00	2,90	2,70	2,60	2,50	1,50	1,80	1,70	2,20	3,00	3,10	3,00	4,90	2,50	2,20	3,00	1,60	1,30	2,30	0,00	2,30	2,20	4,10	
23	22,10	2,70	3,60	3,50	3,60	3,70	3,00	2,50	2,80	2,00	2,80	2,90	3,90	3,60	5,40	3,10	2,80	3,90	2,60	2,30	2,10	2,30	0,00	2,00	4,00	
24	23,10	2,80	3,70	4,20	4,20	4,80	3,40	2,30	2,70	2,50	2,60	2,90	3,40	3,40	5,30	3,00	2,60	3,40	2,60	2,50	2,50	2,20	2,00	0,00	2,00	
25	24,10	4,80	5,00	5,60	6,50	6,40	4,90	4,20	4,50	4,30	4,10	4,40	5,40	5,40	7,30	5,00	4,60	5,40	4,70	4,40	4,10	4,10	4,00	2,00	0,00	
26																										
41	0	21	19	18	1	6	8	5	4	3	15	17	16	2	13	14	12	11	10	9	7	20	22	23	24	0
42	7,8	1,3	0,45	0,9	0,75	0,65	0,85	0,35	0,8	0,7	0,48	0,65	0,9	1	1	1,8	1,3	1	1,2	0,55	0,8	2,1	2	2	8,7	
43																										
44																										

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Como resultado de otimização da rota, o caminho a ser percorrido deve ser o seguinte: 0 = CEE-JP; 21 = Coren; 19 = Tribunal Regional Eleitoral; 18 = TRT – Shopping Tambiá; 1 = Tribunal de Justiça; 6 = Caixa Econômica – Cabo Branco; 8 = Defensoria Pública; 5 = Palácio da Redenção; 4 = Assembleia Legislativa; 3 = Procuradoria Geral da Justiça; 15 = Motorola; 17 = Fórum Criminal; 16 = Fórum Civil; 2 = Caixa Econômica – Trincheiras; 13 = IFPB – Reitoria; 14 = Caixa Econômica – Cruz das Armas; 12 = IFPB – Treze de Maio; 11 = Tribunal de Contas do Estado; 10 = Secretária de Saúde do Estado; 9 = Centro de Diagnostico de Câncer; 7 = Procon Paraíba; 20 = Procon Municipal; 22 = Nokia; 23 = Loja Claro; 24 = Loja Tim e 0 = CEE-JP.

É notório que o caminho obtido pelo Solver do Excel é bem menor daquele feito pelo motorista, tendo em vista que houve uma redução de 17,5% do caminho feito por ele. Portanto, a referida redução no percurso pode representar uma considerável diminuição nos gastos com combustíveis, manutenção do veículo, entre outros, como também um considerável aumento da produtividade e maior rapidez na entrega.

5.4 Aspectos Conclusivos

As transformações do mundo moderno exigem uma constante busca por novos aparatos tecnológicos, novos métodos e novos conhecimentos para acompanhar essas mudanças. As análises feitas com base na literatura pesquisada sobre roteirização, dão conta de que para que se tenha uma redução nos gastos com transportes se faz necessário desenvolver mecanismos que facilitem as rotas no sentido de diminuir as distâncias otimizando, não somente os gastos, mas também o tempo. Para tanto, existem várias técnicas de resoluções utilizadas em aplicações reais que ao serem aplicadas vão assegurar essas reduções. Neste trabalho, devido às características do problema pesquisado, foram utilizadas a modelagem matemática e otimização, como também as técnicas de resolução do problema de caixeiro viajante (PCV). Com o desenvolvimento da pesquisa, confirmou-se que as técnicas propostas promoveram a menor distância em relação às rotas de entrega em um circuito, uma vez que houve uma redução considerável entre as distancias.

Ao resolver o problema proposto foi possível perceber que as ferramentas computacionais disponíveis, são essenciais na resolução de problemas reais para a obtenção do roteiro ótimo, tornando o processo de otimização mais rápido e fácil. Nesse sentido, cabe ressaltar que caso a procura da solução otimizada fosse realizada manualmente seria muito difícil e demorada, sendo em alguns casos até impossível, quando observada a complexidade de resolução do Problema do Caixeiro Viajante.

Também é importante salientar que a linha (LTU-PB-01) obteve uma redução de aproximadamente 17,5 % na distância total a ser percorrida, em relação ao roteiro que é utilizado atualmente. Deste modo, pode-se constatar que a resolução do problema utilizando a modelagem matemática e as técnicas do caixeiro viajante, foi muito útil e chegou a um caminho melhor do que é realizado hoje pela empresa.

Um fato muito importante é que com a otimização do percurso, a empresa tende a se beneficiar, visto que pode reduzir os gastos com combustível, pneus, manutenção dos veículos, entre outros. Outro benefício consiste na redução do tempo de viagem para a entrega das encomendas aos clientes, o que tende a aumentar o nível de satisfação dos mesmos.

Para o desenvolvimento de pesquisas futuras sugerimos aplicar o método do caixeiro viajante a outras linhas de transporte da empresa. Outra sugestão é desenvolver

um método matemático utilizando a pesquisa operacional que minimize o tempo de entrega das encomendas.

Por fim, concluiu-se que os resultados alcançados com as técnicas propostas foram satisfatórios, tendo em vista que não dependeram da experiência dos profissionais que atuam no Centro de Entrega de Encomendas (CEE). Estes resultados dependeram somente do refinamento, baseado nas técnicas de Pesquisa Operacional, de como elaborar o melhor percurso em função dos pontos de parada.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, Karl. **Serviços Internos**. 3. ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2004.

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à Pesquisa Operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

ARAÚJO, Luis César G. de. **Organização, Sistemas e Métodos: E as tecnologias de Gestão Organizacional**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

_____. ATTADIA, Lesley Carina do Lago; MARTINS, Roberto Antônio. **Medição de Desempenho como Base para Evolução da Melhoria Contínua**. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/prod/v13n2/v13n2a04.pdf>>. Acesso em: 10 de junho de 2015.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre, Bookman, 2006.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001.

Bowersox, D. J.; Closs, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

_____. BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988_05.10.1988/CON1988.pdf>. Acesso em: 10 de Maio de 2015.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de Pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CHING, Hong Yuh. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada – Supply Chain**. 2. ed. São Paulo: Atlas. 2001.

Christopher, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Criando rede que agregam valor**. 2. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

COBRA, Marcos. **Administração de marketing no Brasil**. 3. ed. RIO DE JANEIRO: Elsevier, 2009.

CORREIOS, Empresa Brasileira de Correios e Telégrafo – ECT. Disponível em <www.correios.com.br>. Acesso em: 10/04/2015.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GITMAN, Lourence J. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo : Ed. Pearson, 2005.

GONÇALVES, Sergio Paulo. **Administração de Materiais**. Rev. atual. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

Hillier, Frederick S. & Lieberman, Gerald J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

Hillier, Frederick S. & Lieberman, Gerald J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de Marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

LACHTERMACHER, Gerson. **Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões: modelagem em Excel**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

LAS CASAS, Alexandre Luzzi. **Qualidade Total em Serviços**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de Informações Gerenciais**. 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

LOESCH, Claudio ; HEIN, Nelson. **Pesquisa Operacional – Fundamentos e Modelos**. São Paulo: Saraiva, 2009.

Macdonald, Z. **Teaching linear programming using Microsoft Excel Solver**. University of Leicester, 1995.

MAPS, Google. Disponível em <<https://maps.google.com.br>>. Acesso em: 20 junho 2015.

MARTINS, Petrônio Garcia; ALT, Paulo Renato Campos. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier - Editora Campus, 2004.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas de Informações Gerenciais: estratégicas, táticas, operacionais**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PADOVEZE, C.L. **Controladoria Estratégica e Operacional**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.

_____. PINTO, Elen Sallaberry. **O Reflexo da Comunicação Interna na Imagem Empresarial: comunicação organizacional**, 2009. Disponível em: <<http://comunicacaoorganizada.files.wordpress.com/2009/07o-reflexo-da-comunicacao-interna-na-imagem-empresarial1.pdf>>. Acesso em: 10 junho de 2015.

POZO, Hamilton. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais: uma abordagem logística**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

RAGO, S.F.T. **Logística, Movimentação e Armazenagem de Materiais**. Revista Guia do Visitante da MOVIMAT. Ano XXIII Encontro Nacional de Engenharia da Produção. Minas Gerais, n.143, p.10-11, setembro, 2002.

ROESCH, S. M. A.; **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração: Guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. Colaboração de Grace Vieira Becker e Maria Ivone de Mello. 3 ed. 4. Reimpre. São Paulo: Atlas, 2009.

SANTOS, Gerson dos. **Administração Patrimonial**. Florianópolis: Papa- Livro, 1997.

Selong, Lisiane Milan; Kripka, Rosana Maria Luvezute. **OTIMIZAÇÃO DE ROTEIROS: ESTUDO DE CASO DE UMA DISTRIBUIDORA DE FERRO DE PASSO FUNDO/RS PARA A REGIÃO**. Revista CIATEC – UPF, vol.1 (1), p.p.14-31, 2009.

_____. SOBRAPO. **Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional**. Apresenta texto com definições de Pesquisa Operacional. Disponível em: <http://www.sobrapo.org.br/o_que_e_po.php>. Acesso em: 10 de junho de 2015.

TAHA, Hamdy A. **Pesquisa Operacional: uma visão geral**, 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

TURBAN, E.; RAINER JR. R. L.; POTTER, R. E. **Administração de Tecnologia da Informação – Teoria e Prática**. Tradução da 2ª ed. Americana. São Paulo: Campus, 2005.

TURBAN, E.; RAINER, J. R.; POTTER, R. **Administração de Tecnologia da Informação: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

WU, Luciele. **O Problema de Roteirização Periódica de Veículos**. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo. 2007, p. 5-7.

Apêndice A: Roteiro de Pesquisa

Etapa	Ação	Descrição
1	Levantar dados iniciais	Levantamento de informações sobre os Correios - PB, o Centro de Transporte e Operações, a Gerência do Centro de Tratamento de Cartas e Encomendas e itens relacionados à administração da DR-PB.
2	Levantar dados específicos do CTO-JP e CEE-JP	Levantamento de dados especificamente do Centro de Transporte e Operações e do Centro de Entrega de Encomendas.
3	Analisar os dados disponíveis sobre o CTO-JP e CEE-JP	Análise dos dados obtidos no CTO e no CEE, tais como RDVO's, linhas de rotas de entrega, SDE, etc.
4	Sondar opiniões de gestores	Sondagem de opiniões de gestores dos Correios – PB, em especial o gestor do CEE e do CTO.
5	Pesquisar bibliografia necessária para o tema definido para o trabalho	Levantar informações de livros dos autores de Pesquisa Operacional e Administração da Produção, Logística e Roteirização, tais como Taha; Hiller e Lieberman; Slack, Pozo etc.
6	Desenvolver resultados	Desenvolver os resultados pertinentes ao tema proposto.
7	Levantar os instrumentos necessários ao desenvolvimento da pesquisa.	Levantamento dos softwares necessários para a geração de informações.
8	Apresentar resultados e conclusões	Apresentação dos resultados e conclusões da pesquisa.
Período de pesquisa		Janeiro a Julho de 2015.
Rota de transporte analisada		Linha de transporte urbana dos grandes clientes (empresas) – LTU-PB-01.