

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO EM LOGÍSTICA E PESQUISA OPERACIONAL**

**ANÁLISE DA CADEIA PRODUTIVA DOS ÓLEOS DE GORDURA RESIDUAIS
COM FOCO NOS AGENTES COLETADORES DE RESÍDUOS URBANOS:
ESTUDO DE CASO DE FORTALEZA.**

MOISÉS DOS SANTOS ROCHA

ORIENTADOR: Prof. PhD. João Bosco Furtado Arruda

FORTALEZA

2010

MOISÉS DOS SANTOS ROCHA

**ANÁLISE DA CADEIA PRODUTIVA DOS ÓLEOS DE GORDURA RESIDUAIS
COM FOCO NOS AGENTES COLETADORES DE RESÍDUOS URBANOS:
ESTUDO DE CASO DE FORTALEZA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências (M.Sc.) em Logística e Pesquisa Operacional.

Área de concentração: Gestão Logística

Orientador: Prof. PhD. João Bosco Furtado Arruda.

FORTALEZA

2010

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Umbelina Caldas Neta

R574a Rocha, Moisés dos Santos
Análise da cadeia produtiva dos óleos de gordura residuais com foco nos agentes coletadores de resíduos urbanos: estudo de caso de Fortaleza/ Moisés dos Santos Rocha, 2010.
167 f.; il.; enc.

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Furtado Arruda
Área de concentração: Gestão logística
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós -Graduação, Fortaleza, 2010.

1. Logística. 2. Pesquisa operacional. 3. Biodiesel. 4. Desenvolvimento sustentável. I. Arruda, João Bosco Furtado (orient.). II. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Logística e Pesquisa Operacional. III. Título.

CDD 658.78

**ANÁLISE DA CADEIA PRODUTIVA DOS ÓLEOS DE GORDURA RESIDUAIS
COM FOCO NOS AGENTES COLETADORES DE RESÍDUOS URBANOS:
ESTUDO DE CASO DE FORTALEZA.**

MOISÉS DOS SANTOS ROCHA

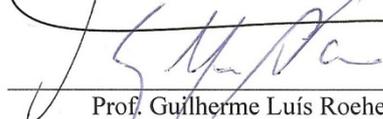
Dissertação submetida ao corpo docente do programa de mestrado em logística e pesquisa operacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Logística e Pesquisa Operacional.

Fortaleza, 02/08/2010

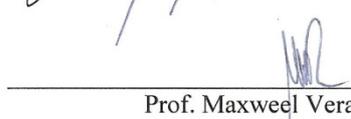
Aprovada por:



Prof. João Bosco Furtado Arruda, PhD.



Prof. Guilherme Luís Roehe Vaccaro, Dr.



Prof. Maxweel Veras Rodrigues, Dr.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente à UFC, que através do programa de mestrado interdisciplinar de Logística e Pesquisa Operacional (GESLOG) me proporcionou conhecimento e o título de Mestre.

Agradeço aos professores do GESLOG, principalmente ao meu orientador, o Professor João Bosco Furtado Arruda pelos conselhos acadêmicos e pelo convite para participar do seu grupo de pesquisa GLEN-UFC, o que me ajudou bastante no desempenho acadêmico.

Agradeço, ainda, à URCA (UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI), instituição aonde iniciei a minha jornada acadêmica, que além do conhecimento por mim obtido, graduei-me como Engenheiro de Produção Mecânica.

Agradeço a FUNCAP, que vem me apoiando financeiramente desde a graduação na URCA e agora durante o mestrado, sem tal apóio, a realização deste sonho seria extremamente difícil.

Agradeço aos Professores da Engenharia de Produção Mecânica da URCA, José de Araújo Filho e a Izidro de Ceita da Conceição Pires que sempre me incentivaram a fazer o mestrado acadêmico.

Agradeço ao Professor e colega Lucas Rebouças Guimarães pela parceria e companhia durante o período do mestrado.

Agradeço ao Professor Maxweel Veras Rodrigues pelos ensinamentos, parceria e amizade, bem como na participação na minha defesa.

Agradeço a todos que fazem ou fizeram parte do GLEN-UFC que me acompanharam durante a realização desse curso de pós-graduação.

Agradeço, ainda, a Senhora Ana Sobral e família pelo apoio inicial nos primeiros meses da jornada para a concretização desse objetivo, a obtenção do título de mestre.

Agradeço aos Engenheiros Vanilson Leite e Francisco Ivan de Oliveira pela amizade.

Agradeço aos meus pais Severino Saraiva Rocha e Maria do Socorro dos Santos Rocha, bem como ao meu falecido Avô Antônio Manoel dos Santos que sempre me incentivaram a estudar e a acreditar nos meus objetivos.

Agradecimento especial a minha esposa Janaína Amanda Sobral Macêdo pelo incentivo, companheirismo e carinho, sempre estando ao meu lado nos momentos felizes e de maior dificuldade desde a nossa união.

Agradeço ao professor Prof. Dr Guilherme Luís Roehe Vaccaro pela disponibilidade em participar da minha defesa.

DEDICATÓRIA

A conquista da realização deste estudo é dedicada, Antônio Manoel dos Santos, falecido avó, a Severino Saraiva Rocha e Maria do Socorro dos Santos Rocha, queridos pais, à Janaína Amanda Sobral Macêdo, esposa e companheira e à Beatriz Sobral Rocha, amada filha, com amor.

“Os sábios são os que mais buscam a sabedoria. Os tolos pensam tê-la encontrado.”

Napoleão Bonaparte

RESUMO

ROCHA, Moisés dos Santos. **Análise da cadeia produtiva dos óleos de gordura residuais com foco nos agentes coletadores de resíduos urbanos: Estudo de caso de Fortaleza.** 2010. 167. Dissertação de Mestrado. Fortaleza.

Os óleos de gordura residuais (OGR), derivados do descarte do óleo de cozinha usado na cocção de alimentos, podem vir a ampliar a cesta de insumos para a produção de biodiesel e reduzir os impactos negativos que causam, quando descartados de forma inadequada, ao meio ambiente e à rede de esgoto urbano, bem como podem também ser instrumentos de promoção de inclusão social e produtiva de segmentos urbanos ora vivendo em condições de vulnerabilidade econômica e sócio-ambiental.

O presente trabalho tem como objetivo principal elaborar e aplicar, no caso da cidade de Fortaleza, uma metodologia de análise da cadeia reversa de óleos de cozinha buscando contribuir para a estruturação da rede logística no setor de produção destes resíduos, a partir da rede de catadores de resíduos recicláveis da cidade e considerando os geradores residenciais e empresariais urbanos, com vistas a fortalecer a produção de insumos para o setor do biodiesel. O estudo trata do estado da arte na produção de óleos de gorduras residuais no Brasil e no mundo para fins de produção de biocombustíveis e define a problemática logística envolvida com a cadeia produtiva do OGR em áreas urbanas para fins de utilização como insumo no setor de energia. Descreve a elaboração e aplicação de metodologia de análise da cadeia produtiva do OGR com vistas à sua estruturação no intuito de fornecer insumos ao setor de biocombustíveis. Propõe e aplica a técnica de Preferência Declarada junto aos geradores de OGR para subsidiar políticas de incentivo à transação deste resíduo para utilização no setor de produção do biodiesel. Também, propõe e aplica o modelo do Problema de Localização de Facilidades Capacitado – PLFC para localizar, de forma otimizada, cinco estações de tratamento primário de OGR adquiridas para compor a rede de catadores de materiais recicláveis da cidade em um Programa de inclusão social e produtiva de famílias cadastradas no CadÚnico, financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome em parceria com a Secretaria do Trabalho e Desenvolvimento Social do Governo do Estado do Ceará. Os principais resultados obtidos no estudo consubstanciam propostas de políticas e ações que podem consolidar a estruturação da cadeia de produção do OGR na cidade em estudo e fortalecer o segmento de catadores de material reciclável de Fortaleza, na perspectiva da sua sustentabilidade socioeconômica.

Palavras-chave: Logística Reversa, Óleos de Gordura Residuais, Insumos para Produção de Biodiesel, PLFC e Preferência Declarada.

ABSTRACT

ROCHA, Moisés dos Santos. **Analysis of residual fat oil productive chain focusing urban waste material collecting system: A case study in Brazil.** 2010. 167. Ms Dissertation. Fortaleza.

Residual fat oils (RFO), derived from oil used in housing or industrial cookery, may be an expressive component of the inputs basket in biodiesel production sector. Those oils have negative impacts on environment mainly when they are thrown out in the soil polluting the groundwater or other water resources on surface. If they are thrown out in the sewerage system there is an increase in the waste treatment costs and obstruction to sewer flows may happen in the waste pipeline. On the other hand, viewed as an input to biodiesel production, RFO generated in urban areas may also be an excellent business opportunity and policy instrument to promote social and economic improvements to deprived segments of urban population. This work reports a study which developed a methodology to analyze the reverse productive chain of cookery oil applying it to the case of Fortaleza city, in the northeastern Brazil. It focused on the structuring of RFO productive chain in that city using both the Stated Preference technique to elicit information to guide incentive policies to RFO appropriate destination as well as the Capacitated Warehouse Location Problem (CWLP) model to choose the location of 5 RFO primary processing mills in face of 12 available locations in the city aiming to reach minimum logistics costs in that chain. After gathering RFO volumes generated in every Fortaleza district, from both residences and industrial cookery urban segments, it was considered recycling co-operatives in a case to allocate the RFO primary processing mills to be bought with public resources. It was used the Capacitated Warehouse Location Problem (CWLP) to solve the case, resulting in defining those co-operatives chosen to process their own RFO volumes and the amounts coming from other co-operatives. Several scenarios were also built to aid decision making in structuring the RFO chain in Fortaleza, considering future availability of new public resources. The study shows the Stated Preference Technique and the CWLP model are very useful in helping to solve the case study problem.

Keywords: Reverse Logistics, Residual Fat Oils, Biodiesel Production Inputs, CWLP and Stated Preference.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1	Destinação final do OGR usado pelas empresas.....	43
Figura 2.2	Destinação final do óleo de fritura usado nas residências.....	43
Figura 2.3	Nível de escolaridade dos entrevistados que responderam positivamente aos questionamentos.....	45
Figura 2.4	Fórmula da amostra para determinar o número de questionários a serem aplicados.....	47
Figura 2.5	Pontos geradores de OGR em Natal (RN) e seu centro de gravidade.....	48
Figura 3.1	Fluxograma da Cadeia Produtiva Genérica do Biodiesel.....	57
Figura 3.2	Cadeia Logística do Biodiesel de OGR.....	59
Figura 3.3	Distribuição dos locais.....	66
Figura 3.4	Rede de transporte do exemplo abordado.....	67
Figura 3.5	Custos Totais do Exemplo.....	69
Figura 3.6	Fórmula para o cálculo do número de clientes dispostos a deslocar-se de i até o local j	70
Figura 4.1	Problemas referentes à modelagem com dados de PR.....	77
Figura 4.2	Visão geral do processo de escolha do consumidor.....	79
Figura 6.1	Comparação entre custos totais e de instalação de estações dos cenários com e sem a restrição do número máximo de estações....	120
Figura 6.2	Localização das associações de catadores de materiais recicláveis considerados na análise.....	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Óleo diesel consumido ano-a-ano no período de 2000 a 2008.....	35
Tabela 2.2	Comparação das especificações do óleo diesel e do biodiesel de óleo de frituras.....	38
Tabela 2.3	Resultados das Roteirizações no Estudo do Sistema de Coleta de OGR no Espírito Santo.....	41
Tabela 2.4	Variáveis quantitativas.....	47
Tabela 3.1	Custos/quantidades.....	66
Tabela 3.2	Custos fixos e variáveis.....	68
Tabela 3.3	Distribuição de probabilidades do problema do exemplo de localização das lojas.....	71
Tabela 3.4	Dados referentes aos clientes das lojas.....	71
Tabela 3.5	Área das lojas.....	72
Tabela 3.6	Fatores e pesos na localização.....	74
Tabela 6.1	Colunas do plano mestre utilizadas e os respectivos atributos.....	97
Tabela 6.2	Coeficientes estimados dos atributos na função utilidade.....	101
Tabela 6.3	<i>Trade-off</i> entre as variáveis de decisão no setor de geração de OGR em Fortaleza (setor domiciliar).....	102
Tabela 6.4	Hierarquia entre os conjuntos de escolha na amostra do caso de estudo.....	104
Tabela 6.5	Quantidade de estações de tratamento com capacidade de processamento de 90.000 litros/mês necessárias para tratar o OGR gerado em Fortaleza.....	111
Tabela 6.6	Associações de Catadores de Materiais Reciclados Catalogadas para Localizar as ETPO's.....	115
Tabela 6.7	Associações escolhidas no cenário com 4 ETPO's.....	116
Tabela 6.8	Associações escolhidas no cenário com 5 ETPO's.....	116
Tabela 6.9	Associações escolhidas no cenário com 6 ETPO's.....	117
Tabela 6.10	Associações escolhidas no cenário com 7.....	117
Tabela 6.11	Associações escolhidas no cenário com 8 ETPO's.....	117
Tabela 6.12	Associações escolhidas no cenário com 9 ETPO's.....	118
Tabela 6.13	Associações escolhidas no cenário com 10 ETPO.....	118
Tabela 6.14	Associações escolhidas no cenário com 11 ETPO's.....	118
Tabela 6.15	Comparação dos custos do sistema com e sem a restrição do número de ETPO's a serem instaladas.....	119
Tabela 6.16	Frequência de escolha das associações de catadores.....	121
Tabela 6.17	Variação de valores da oferta e número de estações necessárias para o cenário pessimista.....	123
Tabela 6.18	Variação de valores da oferta e número de estações necessárias para o cenário médio.....	124

Tabela 6.19	Variação de valores da oferta e número de estações necessárias para o cenário otimista.....	125
Tabela 6.20	Possíveis impactos na geração de renda e na mitigação da contaminação de água do subsolo, resultante da coleta do OGR para o cenário pessimista.....	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1	Localização das lojas.....	72
Quadro 6.1	Conjuntos de escolha utilizados na montagem dos cartões.....	98
Quadro 6.2	Conjuntos de escolha em forma de variáveis <i>dummy</i>	99
Quadro 6.3	Índices de descarte de óleos utilizados na cocção de alimentos.....	108
Quadro 6.4	Volume Total Mensal e Média Mensal de OGR por Bairro na Cidade de Fortaleza.....	109
Quadro 6.5	Distância entre as associações de catadores de materiais recicláveis de Fortaleza considerados no estudo.....	116

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

ETPO	Estacoes de Tratamento Primário
OGR	leos de Gorduras Residuais
VTG	Volume Total Gerado
PLFC	Problema de Localização de Facilidades Capacitado
MCG	Método do Centro de Massa
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social
STDS	Secretaria do Trabalho e Desenvolvimento Social
EUA	Estados Unidos da América
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
MI	Ministério da Integração Nacional
ANP	Agência Nacional de Petróleo
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
Ubrabio	União Brasileira de Biodiesel
CV	Cavalo Vapor
PFF	Planos Fatoriais Fracionados
PD	Preferência Declarada
PR	Preferência Revelada
PFC	Projeto Fatorial Completo
PM	Plano Mestre
CEA	Constante Específica da Alternativa
TMS	Taxa Marginal de Substituição
CAGECE	Companhia de água e Esgoto do Ceará
GLEN	Grupo de Estudo e Pesquisa em Infraestruturas de Transporte e Logística da Energia

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Justificativa do estudo.....	19
1.2 Definição do problema.....	28
1.3 Objetivos.....	30
1.3.1 Objetivo geral.....	30
1.3.2 Objetivos específicos.....	30
1.4 Estrutura da dissertação.....	31
CAPÍTULO 2 – ÓLEO DE GORDURAS RESIDUAIS (OGR): ASPECTOS RELEVANTES.....	32
2.1 Introdução: questões relacionadas	32
2.2 O OGR e a saúde humana.....	32
2.3 O OGR como problema ambiental.....	33
2.4 O OGR como solução para o setor energético.....	34
2.4.1 O OGR como Insumo para a Produção de Biodiesel.....	36
2.4.2 Problemática da Coleta do OGR para a Produção de Biodiesel.....	39
2.5 Capacidade de oferta e experiências de coleta seletiva de OGR no Brasil e no mundo.....	48
2.6 Considerações finais.....	54
CAPÍTULO 3 – A CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL E A METODOLOGIA PROPOSTA PARA FORTALECIMENTO DA GERAÇÃO DE INSUMOS.....	56
3.1 As cadeias produtivas do biodiesel.....	56
3.2 A cadeia logística do biodiesel a partir do OGR.....	58
3.3 Decisões sobre localização de facilidades.....	62
3.4 Métodos para localizar facilidades.....	65
3.4.1 Métodos Quantitativos.....	65
3.4.1.1 Método do Centro de Gravidade.....	65
3.4.1.2 Método dos Momentos.....	67
3.4.1.3 Método do Ponto de Equilíbrio.....	68
3.4.1.4 Método Gravitacional.....	70
3.4.1.5 O Problema de Localização de Facilidades Capacitado (PLFC).....	72
3.4.1.5.1 Modelo matemático.....	73
3.4.2 Método Qualitativo.....	74
3.5 Considerações finais.....	75
CAPÍTULO 4 – PROPOSIÇÃO DE POLÍTICAS DE INCENTIVO À TRANSAÇÃO DO OGR.....	76
4.1 Introdução.....	76
4.2 A decisão e o comportamento de escolha.....	78
4.3 Etapas de elaboração de modelos PD.....	82
4.3.1 Definição do ambiente de escolha.....	82
4.3.2 Definição dos atributos.....	82
4.3.3 Definição dos Níveis dos Atributos.....	83
4.3.4 Montagem dos cartões no experimento PD.....	83

CAPÍTULO 5 – METODOLOGIA.....	88
5.1 Introdução.....	88
5.2 A oferta de OGR em Fortaleza.....	88
5.2.1 Seleção dos Atributos.....	89
5.2.2 Definição do Projeto Experimental.....	89
5.2.3 Montagem dos questionários PD.....	90
5.2.4 Análise dos Dados.....	91
5.2.5 Proposição de Políticas.....	92
5.3 Indicação de localização de ETPO's em Fortaleza.....	93
5.3.1 Indicação de Instalação de ETPO's Através do Método de Centro de Gravidade.....	93
5.3.2 Indicação de instalação de ETPO's através do problema de localização de facilidades capacitado (PLFC).....	94
CAPÍTULO 6 - CASO DE ESTUDO.....	95
6.1 Aplicação da técnica da preferência declarada ao caso dos geradores domiciliares do OGR na cidade de fortaleza.....	95
6.1.1 Seleção dos Atributos.....	95
6.1.2 Definição do Projeto Experimental.....	97
6.1.3 Montagem dos questionários PD.....	98
6.1.4 Análise dos Resultados.....	101
6.1.5 Proposições de Políticas de Incentivo à Transação do OGR.....	105
6.1.6 Considerações Finais.....	105
6.2 Localização de estações de tratamento primário de OGR em Fortaleza.....	106
6.2.1 Introdução.....	106
6.2.2 A Oferta de OGR em Fortaleza.....	108
6.3 Localização de estações de tratamento primário de óleo em Fortaleza.....	110
6.3.1 Localização das estações de tratamento de primário de OGR considerando o volume relativo gerado nos bairros.....	110
6.3.2 Localização das estações de tratamento de primário de OGR considerando as associações de catadores de materiais reciclados registradas no cadastro único da prefeitura de Fortaleza.....	112
6.3.2.1 Modelagem do problema da localização das estações de tratamento primário de óleos residuais na cidade de Fortaleza como um problema de programação linear.....	113
6.3.2.2 Resolução do problema de localização de ETPO's.....	114
6.4 Capacidade de coleta, volume ocioso e oportunidade de inclusão social.....	123
6.5 Considerações finais.....	127
CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES.....	129
7.1 Principais conclusões do estudo.....	129
7.2 Limitações do estudo.....	133
7.3 Sugestões de trabalhos futuros.....	133
7.4 Considerações finais.....	134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136
ANEXOS.....	143
ANEXO A - Modelo de questionário de PD.....	144
ANEXO B - Tabelas de volumes e percentuais de geração de OGR por bairro e por cenário relativo ao volume total potencial de Fortaleza.....	145
ANEXO C - Cenários para instalação de usinas de pré-tratamento de óleos de	

gorduras residuais modelados como problemas de programação linear e as respectivas respostas impressas pelo software lindo 6.1 versão acadêmica.....	161
--	-----

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Com o aquecimento global causado pela queima de combustíveis fósseis, as instabilidades sócio-políticas de grande parte das regiões produtoras de petróleo causando desconfiança aos seus principais consumidores (países ricos e países em desenvolvimento), além da necessidade de melhorar a distribuição da renda mundial para aumentar a sustentabilidade da economia.

Desta forma, faz-se necessário desenvolver, aprimorar e difundir o uso de combustíveis menos poluentes. Energéticos que sejam passíveis de serem produzidos em diversas partes do planeta, através de processos de produtivos potencialmente geradores de emprego e renda e cujas matérias-primas sejam renováveis. Assim, os biocombustíveis são alternativas excelentes, pois cumprem todos estes requisitos.

Dentre os biocombustíveis, o etanol substitui a gasolina em motores de ignição provocada. Para Arredondo (2009), o mesmo pode ser produzido a partir de uma série de matérias-primas como: cana-de-açúcar, beterraba, banana, milho, trigo, cevada, batata, mandioca e resíduos vegetais ou florestais. Atualmente, a produção de etanol está consolidada em torno da cana-de-açúcar (Brasil) e do milho (EUA). De acordo com Goldemberg, Coelho e Guardabassi (2008 apud Arredondo, 2009), em 2007 o somatório das produções brasileiras e norte-americanas representou 72% da produção mundial, equivalente a 35.400.000 m³.

Por outro lado, o biodiesel equivale ao óleo diesel em motores de ignição a compressão. O biodiesel, como o etanol, deriva de fontes renováveis, podendo ser produzido através do processamento de uma série de oleaginosas, como: a mamona, o

dendê, o girassol, o algodão e a soja. A produção do biodiesel também pode ser efetivada através de gordura animal (sebo) e óleos de gordura residuais (“óleo de cozinha”) (PETROBRAS).

Diante do exposto, pode-se afirmar que a utilização dos biocombustíveis se traduz em vantagens socioeconômicas para toda a sociedade. Isto não se deve apenas por suas características físico-químicas que lhes conferem baixo potencial poluidor, mas também pelas características dos seus processos de produção que possuem grande capacidade de geração de emprego e renda.

A produção de etanol no Brasil se constitui em processo produtivo concentrador de renda, devido a várias razões, como: ser um empreendimento que requer considerável imobilização de capital, tanto com relação ao custo do maquinário para a transformação, quanto o volume de terras necessário para a produção de quantidades de insumos que tornem viável o empreendimento; e por, historicamente, serem operações empreendidas por grandes grupos econômicos na transformação e grandes proprietários rurais no fornecimento dos insumos agrícolas.

A produção de biodiesel no país possui grande probabilidade de se tornar grande gerador de emprego e renda, através da implementação de programas governamentais de inclusão social em regiões pobres do Brasil (como programas voltados à agricultura familiar). Estes programas unem as várias esferas do poder público, como a União, os Estados e os municípios. Tais programas se constituem da produção e fornecimento de oleaginosas por pequenos produtores das regiões semi-áridas do país. Contam ainda com a participação da Petrobras, que compra a produção desses agricultores e processa tais insumos para fabricar biodiesel. Esta ação se apresenta como uma grande oportunidade para o Governo brasileiro de reduzir ainda mais as disparidades socioeconômicas da população, apesar de ter conseguido avançar nesse sentido.

Assim, a substituição dos derivados de petróleo pelos biocombustíveis se faz necessária devido ao menor potencial poluidor dos últimos com relação aos primeiros e, também, por esses serem produzidos a partir de fontes renováveis, além de possuírem

maior capacidade de geração de emprego e distribuição de renda. Aliado a estas três características referentes aos biocombustíveis, o Brasil conta com condições propícias para sua produção. O país possui clima favorável, terras agricultáveis disponíveis para a produção de suas matérias-primas, além de grandes centros urbanos produtores de elevados volumes de óleos de gordura residual (OGR).

Com relação ao biodiesel, um dos mais importantes biocombustíveis, Ambiente Brasil (2009) aponta uma série de vantagens referentes a sua utilização:

- Agrícolas (produção de alimentos, por culturas de subsistência de ciclo curto e produção paralela de proteínas, energia calorífica e insumos para diversos fins);
- Técnicas: não requer modificações nos sistemas que o utilizam (tanques, bombas e motores), nem capacitação técnica especial; consome energia própria e produz excedentes para outras aplicações; proporciona aos motores autonomia e durabilidade, bem maiores do que outros combustíveis; permite a geração de energia elétrica, a baixo custo, para diversos fins, inclusive para irrigação em regiões distantes das redes de alta tensão; permite substituir, diretamente, óleos combustíveis de origem fóssil em motores de grande porte, caldeiras, fornos, etc.(para navios, máquinas pesadas, indústrias e geração termoelétrica);
- Econômicas: baixo custo de produção (um terço do preço médio do óleo diesel europeu); poderá ser produzido e comercializado em moeda nacional, desvinculado da moeda americana, ao contrário do petróleo nacional e gás natural (nome estranho para um gás fóssil como o petróleo); baixo custo de investimento para produção de óleo; baixo custo de transporte e distribuição;
- Sociais: fixação do homem no campo em condições dignas, reduzindo a necessidade de novos investimentos em infra-estrutura nas cidades, conseqüente da migração intensiva de trabalhadores rurais desempregados; geração de novos empregos - diretos e indiretos - tendo como resultado a redução da violência urbana entre outras, com a possível reversão das migrações; ocupação de grandes áreas, ameaçadas por interesses internacionais, com um programa de grande alcance social e estratégico; distribuição de renda mais equitativa;

- Ecológicas: distribuição de renda mais equitativa; não é nocivo e nem tóxico; não provoca danos ecológicos por vazamentos em oleodutos, navios, tanques, etc.; é biodegradável e permite a preservação ambiental; não contribui para a chuva ácida, pois não contém enxofre em sua composição;
- Nacionais: proporciona a melhor forma de tornar o país auto-suficiente e exportador de combustíveis líquidos indefinidamente; propicia economia de divisas, pela redução gradativa das importações de petróleo e derivados; permite menores custos, pela possibilidade de produção local; permite dispensar investimentos em grandes usinas, ou linhas de transmissão para atendimento local de energia em regiões com pequena demanda; assegura uma política energética flexível; aumenta o prestígio internacional do país, com a implantação de um programa ecologicamente equilibrado (selo verde).

O biodiesel contribui para redução das emissões de gases do efeito estufa, de enxofre e de material particulado (fumaça preta). Ao mesmo tempo, melhora a lubrificação e a potência dos motores dos veículos por apresentar elevado índice de cetano. A produção deste combustível em escala industrial representa economia de petróleo, além de apressar o fim das importações de diesel e possibilitar ao país poupar divisas.

Apesar de existir um inventário extenso de vantagens do uso dos biocombustíveis, principalmente do biodiesel, BODIESELBR (2009) aponta algumas desvantagens elencadas abaixo:

- Os grandes volumes de glicerina previstos (subproduto) só poderão ter mercado a preços muito inferiores aos atuais; todo o mercado de óleos-químico poderá ser afetado. Não há uma visão clara sobre os possíveis impactos potenciais desta oferta de glicerina;
- No Brasil e na Ásia, lavouras de soja e dendê, cujos óleos são fontes potencialmente importantes de biodiesel, estão invadindo florestas tropicais, importantes bolsões de biodiversidade. Embora, aqui no Brasil, essas lavouras não tenham os objetivos de serem usadas para biodiesel, essa preocupação deve ser considerada.

O Governo Federal, juntamente com as outras esferas da administração pública brasileira (Estados e municípios), através de suas políticas de inclusão social, vem tentando reduzir as disparidades sociais dentro do território brasileiro. Várias ações estão sendo implementadas para, cada vez mais, reduzir a pobreza no país. Os programas que relacionam a produção de bicompostíveis, reciclagem de materiais e distribuição de renda podem ser incluídos dentro dessas ações.

Nesse sentido, existe o programa de agricultura familiar, no qual pequenos agricultores do semi-árido brasileiro são incentivados a produzir oleaginosas como insumo para a produção de biodiesel. Tal programa recebe apoio do Governo Federal, aliado à PETROBRAS (Petróleo Brasileiro S/A), ao INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA) e as Secretarias de Desenvolvimento Agrário de cada Estado, como é o caso do Ceará, que possui 86,8% do seu território dentro da região do semi-árido segundo o Ministério da Integração Nacional (MI). O Estado do Ceará adota a estratégia de protagonismo da agricultura familiar na perspectiva da agroecologia e da socioeconomia solidária, com as seguintes diretrizes (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2009):

- Construir um processo de desenvolvimento agrário que aponte para a uma sociedade rural composta majoritariamente de unidades de vida e trabalho, de caráter familiar, multifamiliar, comunitário, ou coletivo, livremente associadas no processo de produção, beneficiamento, processamento, comercialização e consumo, tendo por base a agroecologia, a convivência criativa com o semi-árido e a sócio-economia solidária.
- Promover o Grande Salto no setor agrícola pelo aumento da produção e da produtividade agrícolas, baseado na redução da vulnerabilidade às secas e na introdução de inovações tecnológicas, por meio do desenvolvimento científico e tecnológico, o que promoverá um aumento na qualidade de vida das populações rurais pela geração de emprego e renda, com responsabilidade social e sustentabilidade ambiental.

Essa estratégia está apoiada por uma série de políticas, tais como: selo combustível social, fornecimento de calcário e boro, fornecimento de sementes, incentivo para o plantio, assistência técnica e extensão rural, compra da produção contratada, subsídio complementar ao preço de mercado e de agregação de valor.

Por outro lado, o Governo Federal, através da PETROBRAS, instalou usinas de produção de biodiesel no semi-árido. A produção de biodiesel a partir dessas unidades produtivas tem como prioridade o consumo de oleaginosas que possam ser produzidas nessas regiões, onde há grandes bolsões de pobreza, e cultivadas por micro-agricultores atendidos pelo programa de agricultura familiar.

Dessa forma, o Governo brasileiro, em todas as suas esferas, visa atingir os seguintes objetivos: i) fazer inclusão social; ii) gerar empregos formais; iii) de produzir energéticos menos poluentes do que o seu similar à base de petróleo. Tal movimento pode levar ao uso mais efetivo dos recursos de produção e trazer mais virtuosidade às economias: local, estadual, nacional e, conseqüentemente, mundial, visto que hoje impera a globalização.

No caso da reciclagem e utilização de cadeias reversas, a Presidência da República (através do DECRETO Nº 5.940, de 25 de outubro de 2006) institui que os resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta são destinados às associações e às cooperativas de catadores de materiais recicláveis que atenderem aos seguintes requisitos: (i) estejam formal e exclusivamente constituídas por catadores de materiais recicláveis que tenham a catação como única fonte de renda; (ii) não possuam fins lucrativos; (iii) possuam infraestrutura para realizar a triagem e a classificação dos resíduos recicláveis descartados; e (iv) apresentem o sistema de rateio entre os associados e cooperados.

Por outro lado, o Governo Federal, através da CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF), desenvolve um programa de distribuição de renda o Bolsa Família. Que foi criado para apoiar as famílias mais pobres do país e garantir-lhes o direito à alimentação e o acesso à educação e à saúde. Este programa visa à inclusão social desta faixa da população brasileira, por meio da transferência de renda e da garantia de acesso a serviços essenciais. Em todo o Brasil, hoje mais de 18 milhões de famílias são atendidas pelo programa Bolsa Família, segundo a CAIXA (2009).

A diversificação da matriz energética faz-se necessária para reduzir a participação dos derivados de petróleo, a fim de mitigar os níveis de poluentes na atmosfera, como também minimizar o consumo deste mineral de alto valor para a sociedade. Do petróleo deriva uma série de substâncias que compõem grande diversidade de produtos usados como matérias-primas de uma larga variedade de bens de consumo. A queima dos derivados do petróleo, ao longo dos anos, está relacionada à poluição atmosférica que causa o efeito estufa e responde pela emissão de centenas de poluentes na atmosfera, fato este apontado por estudiosos do meio ambiente e largamente alardeado pela mídia.

Dentro deste contexto, os óleos de gorduras residuais (OGR) surgem como uma opção de matéria-prima para a produção de biodiesel. Este deriva de óleos comestíveis (óleo de cozinha), de gordura hidrogenada ou vísceras de peixe usados no cotidiano da sociedade para o preparo de alimentos. Parte considerável do OGR produzido é simplesmente descartado através da rede de esgoto ou lançado diretamente no solo, apenas uma pequena parte do total gerado é comercializada entre alguns geradores de grande escala e produtores de sabão, de massa para vidraceiro, bem como ocorre seu uso como ração para animais e outros fins. O descarte na rede de esgoto provoca entupimento das tubulações, elevando em 45% os custos de tratamento deste, segundo Fernandes (2008).

O impacto ambiental provocado pelo OGR é enorme, visto que 1 litro desse composto pode contaminar cerca de 20 mil de litros de água quando lançado no aquífero (SABESP). Este consumo de água equivale ao consumo de uma pessoa no período de 14 anos, segundo FERNANDES (2008). Outra questão relacionada ao impacto ambiental ocorre quando o OGR, lançado no esgoto, chega ao oceano reage com a água do mar produzindo metano, um dos gases causadores do efeito estufa (AMBIENTE EM FOCO, 2007).

Assim, faz-se necessária a criação de uma estrutura de logística reversa que tenha a capacidade de coletar o máximo possível do volume considerável de OGR gerado pela sociedade, a fim de tornar viável a implantação de usinas de processamento

de tal composto para a posterior produção de biodiesel ou outras aplicações. Essa estrutura logística deve envolver toda a sociedade local, como também estar atrelada a programas de inclusão social das instâncias do Governo Federal em parceria com empresas/entidades, como a PETROBRAS.

A cidade de Fortaleza (RMF), importante pólo sócio-econômico do país, possui sérios problemas de desigualdade social devido à macrocefalia econômica que exerce no âmbito do Estado do Ceará, refletindo em uma grande concentração de renda. Muitas pessoas desta região ainda se encontram abaixo da linha de pobreza, o que requer, por parte do governo, ações de inclusão para integrar essas pessoas à sociedade.

Esta região, ainda, é um importante pólo turístico nacional e internacional, além de possuir segmentos industriais e comerciais em acelerado ritmo de desenvolvimento. Possui uma extensa rede de bares (incluindo barracas de praia), restaurantes, hotéis, pousadas, vendedores de comida ambulantes e um sem número de unidades uni e multi domiciliares. Todos estes são produtores de OGR e potenciais fornecedores para qualquer projeto que vise utilizá-lo, seja de cunho social ou empresarial (por exemplo, produção de sabão).

O Ministério do Desenvolvimento Social (MDS), juntamente com a PETROBRAS, e a Secretaria do Trabalho e Desenvolvimento Social - STDS do Estado de Ceará iniciam o desenvolvimento de um projeto de inclusão social que visa à coleta e processamento de OGR para a produção de biodiesel. Tal projeto objetiva criar uma rede de coleta que inclua toda a sociedade, onde os fornecedores de OGR destinem este resíduo para cooperativas de coleta na região de entorno e estas repassem o resíduo às usinas que serão instaladas na RMF (inclusas no projeto). As cooperativas devem ser constituídas por pessoas de baixa renda da Região Metropolitana de Fortaleza, principalmente as cadastradas no Cadastro Único (CADUNICO) do programa Bolsa-Família.

A implantação de estações de tratamento primário de OGR (ETPO's), neste contexto, necessita de estudos que apontem a viabilidade logística e econômica que garantam a racionalidade e a adequação dos investimentos a serem realizados no setor.

Assim, necessita-se de instrumentais que permitam uma análise de viabilidade logística e econômica para a instalação das futuras estações de processamento de OGR na capital cearense. Para tal, deve-se considerar a criação de cenários a partir de constatação da localização de fontes, do número e volume de produção de OGR, de possíveis demandantes do óleo de gordura residual e suas características, para que se possa estruturar uma rede logística que suporte a sustentabilidade econômica do sistema local produtor deste resíduo.

Um projeto como esse deve envolver toda a sociedade local, pois a mesma constitui-se na fonte geradora do resíduo e como beneficiária indireta. Os benefícios serão advindos da redução dos gastos com a manutenção da rede de esgoto e tratamento de água para a companhia de água e esgoto local visto que o hábito de lançar o OGR nas pias e sanitários eleva os custos dessa operação. Assim, parte da economia proveniente da mudança de hábitos da população, que implicará em lançar um volume menor de OGR na rede de esgoto, poderá ser repassada ao consumidor final.

Deve-se observar que, a sustentabilidade de um programa de inclusão social, como o citado anteriormente, beneficiará a sociedade local no médio e longo prazos, pois o mesmo possibilitará a redução de tensões sociais devido ao seu papel de gerador de renda, o que pode culminar com a redução da violência urbana tão presente no cotidiano das cidades brasileiras, incluindo Fortaleza e sua região metropolitana.

Assim, faz-se necessário conhecer os aspectos de viabilidade logística e econômica da instalação de usinas de processamento e das redes de fornecedores do OGR, para que os recursos públicos sejam utilizados de forma eficiente e eficaz possibilitando sustentabilidade dos benefícios oriundos de projetos de inclusão social, como os abordados neste estudo.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Em 2008, a Petrobras, em conjunto com o Governo Federal, seu maior acionista, colocou em operação três usinas para produção de biodiesel no semi-árido brasileiro. Esses empreendimentos têm uma dupla missão de produzir combustíveis menos poluentes e promover inclusão social. A inclusão social se faz através do fornecimento de oleaginosas como a mamona, o algodão ecológico e o girassol, produzidas por pequenos agricultores da região do semi-árido, organizados em estruturas familiares.

As usinas de biodiesel foram instaladas em três localidades: Candeias na (Bahia), Montes Claros (norte de Minas Gerais) e Quixadá (sertão central do Ceará). As três usinas com capacidade individual de produção de 170 milhões de litros por ano (PETROBRAS, 2009). No seu aniversário de um ano, a usina de biodiesel de Quixadá tinha, ainda, como uma das mais representativas matérias-primas a soja, produto agrícola proveniente do agronegócio, que representava 70% da sua produção de biodiesel e 30% de algodão comprado em grande parte de esmagadoras do Estado do Ceará. Isso estava ocorrendo devido a uma série de motivos: baixa produtividade das oleaginosas, irregularidade dos volumes produzidos e a dispersão das fontes de fornecimento de oleaginosas (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2009).

Pode-se justificar o problema relacionado ao fornecimento de oleaginosas à pequena adesão dos agricultores, visto que esta produção concorre com outras culturas agrícolas; dispersão dos agricultores; credibilidade do programa, visto que o mesmo encontra-se em fase inicial; pouco conhecimento por parte de vários agricultores de como calcular seus custos e sobre a viabilidade de plantar oleaginosas na região. Esses obstáculos estão sendo ultrapassados por ações governamentais, mas para vencê-los completamente leva tempo.

Dessa forma, o consumo de soja para produção de biodiesel constitui-se de um meio de tornar viáveis as operações da usina de biodiesel de Quixadá até o momento em que a produção de oleaginosas e de outras matérias-primas fornecidas por pessoas de

baixa renda, como é o caso do OGR, tenham níveis de produção apropriados ao fornecimento da usina de Quixadá.

Em função do exposto, constata-se que não existem pessoas pobres apenas nas regiões rurais do país e que também, necessitam de ser integradas à sociedade em todos os aspectos. O Governo Federal, através do Ministério da Integração Nacional (MI), e o Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria do Trabalho e Desenvolvimento Social (STDS), empreendem um projeto de inclusão social que inclui a implantação de 4 usinas de processamento de OGR na RMF, além de outras 3 no interior do Estado.

Assim, o Governo pode criar uma nova fonte de fornecimento de insumo para as usinas de biodiesel, cumprir e ampliar seu papel de agente de inclusão social, agora em ambientes urbanos. Isto fará com que, cada vez mais, a utilização da soja, produto alimentício, seja feita em menor quantidade para a produção de biodiesel. Fato que não impede de a soja ser usada no processo para manutenção dos custos operacionais da usina, quando houver excedente de produção da mesma e quando insumos como as oleaginosas do semi-árido e o OGR das áreas urbanas apresentarem-se em menor quantidade em determinados períodos.

Desta forma, a questão que define o presente problema de pesquisa é: como promover a sustentabilidade dos benefícios socioeconômicos oriundos da produção de biodiesel, ou outros produtos, a partir do uso do OGR como insumo?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Elaborar e aplicar, em um caso de estudo, uma metodologia de análise da cadeia reversa de óleos de cozinha (produção de OGR) buscando contribuir para a estruturação da rede logística no setor de produção destes resíduos, considerando os geradores residenciais e empresariais urbanos, e visando fortalecer a produção de insumos para o setor do biodiesel.

1.3.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos do presente trabalho, podem ser ressaltados:

- i) Estabelecer o estado da arte da produção de OGR no Brasil para fins de produção de biocombustíveis;
- ii) Definir a problemática logística envolvida com a distribuição de OGR em áreas urbanas para fins de utilização como insumo no setor de energia;
- iii) Indicar onde deverão ser instaladas as estações de pré-tratamento de OGR, na cidade de Fortaleza; e
- iv) Propor políticas de incentivo à transação do OGR pelos geradores potenciais.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho está dividido em oito capítulos, incluído este de Introdução.

No segundo capítulo é abordada a problemática dos óleos de gorduras residuais.

O terceiro capítulo trata da cadeia produtiva do biodiesel e de métodos de localização de facilidades, com ênfase para os métodos do Centro de Gravidade e o Problema de Localização de Facilidades Capacitado (PLFC).

No quarto capítulo encontram-se os conceitos referentes à técnica de Preferência Declarada.

O quinto capítulo apresenta metodologia a ser aplicada ao caso da rede logística do OGR na cidade de Fortaleza.

O sexto capítulo apresenta a aplicação da metodologia ao caso da cadeia do OGR em Fortaleza.

No sétimo e último capítulo são apresentadas as conclusões do Estudo.

CAPÍTULO 2

ÓLEO DE GORDURAS RESIDUAIS (OGR): ASPECTOS RELEVANTES

2.1 INTRODUÇÃO

Uma solução para reduzir os danos causados pelo descarte do OGR de forma inadequada é coletar este resíduo para utilizá-lo como insumo na produção de biodiesel. Esta solução deve incluir ações sociais com vistas a mitigar a pobreza nas cidades brasileiras utilizando a participação de pessoas de baixa renda no processo de coleta e tratamento dos resíduos.

2.2 O OGR E A SAÚDE HUMANA

O óleo vegetal usado no processo de fritura de alimentos sofre a ação de três agentes que mudam sua estrutura. Esses agentes são:

- A água, proveniente do próprio alimento, provoca alterações hidrolíticas;
- O oxigênio, que entra em contato com o óleo e provoca oxidações; e
- A temperatura, que provoca alterações térmicas.

Desta forma, o OGR se constitui em gorduras residuais alteradas pelos agentes do processo de fritura supracitados, assim como decorre da mistura desta substância com resíduos do próprio alimento que está sendo processado. Segundo Moretto e Fett (1998), a quantidade de vezes que o óleo vegetal é processado, a temperatura (alta ou baixa) à qual é submetido a aquecimento e os tipos de alimentos processados conferem características próprias em cada caso.

Costa Neto *et al.* (1999) afirmam que o OGR que se origina da fritura de alimentos, por meio da imersão em óleos ou gorduras vegetais, tem grande importância para a produção de alimentos. Este OGR pode apresentar alguma variação nas características físico-químicas, de acordo com o tipo de óleo ou gordura vegetal utilizado, como também pelo tipo de alimento utilizado, fazendo com que cada operação de fritura, individualmente, produza substâncias particulares. Estes autores também ressaltam que ocorrem mudanças nas características físico-químicas dos óleos vegetais, quando estes são utilizados por diversas vezes para fritura de alimentos, como: escurecimento, aumento da viscosidade, elevação da acidez e produção de odor desagradável.

Cella *et al* (2002) apontam que estudos com óleos aquecidos durante longos períodos, sob temperaturas extremamente elevadas, demonstraram que os produtos resultantes contiveram mais de 50% de compostos polares. Billek (1985 apud Cella *et al*, 2002) afirma que óleos com altos níveis de compostos polares provocaram, em testes com animais de laboratório, vários problemas à saúde destes, como: irritações gastrointestinais, diarreia, redução no crescimento e, em alguns casos, levou à morte de cobaias. Desta forma, pode-se concluir que o óleo usado para a fritura de alimentos deve ser utilizado o mínimo de vezes, para que não cause danos à saúde dos consumidores de alimentos preparados através do processo de cocção.

2.3 O OGR COMO PROBLEMA AMBIENTAL

Pelo exposto, compreende-se que os óleos vegetais utilizados para a fritura de alimentos não podem ser usados repetidas vezes e quem prepara alimentos deve ter o cuidado de assim não o fazer. Desta forma, os níveis de óleos de gorduras residuais tendem a se elevar e o seu descarte de forma incorreta tem uma série de implicações de ordem ambiental e de custos para as companhias que lidam com o tratamento de esgoto.

Atualmente, o descarte de OGR, de forma inadequada, traz uma série de problemas, como os apontados por Azevedo (2009):

- Quando lançado diretamente em aterros sanitários causa impermeabilização do solo, fato que impede a penetração da água das chuvas que, naturalmente seguiriam para o lençol freático impedindo a sua renovação;
- Sofre decomposição por microorganismos, resultando na emissão de metano na atmosfera, composto causador do efeito estufa, com o agravante de ter potencial de reter vinte vezes mais energia que o dióxido de carbono;
- Causa o entupimento da rede de esgoto quando nela lançado diretamente, além do mau cheiro exalado pelo seu acúmulo; para sua remoção são utilizados produtos químicos que comprometem a qualidade da água;
- Compromete a base da cadeia alimentar aquática quando em contato com mananciais, pois, por ser o OGR mais leve que a água, ele fica na superfície impedindo a entrada de luz solar e a oxigenação do manancial.

Desta forma, faz-se necessário que os resíduos de óleos de gorduras residuais tenham destino diferente daquele que é lançado nas tubulações de esgotos das cidades. Existem alternativas para este problema, como a utilização do OGR como insumo para a produção de massa para vidraceiro, produção de ração para animais, produção de sabão, além do uso na produção de biodiesel. Neste trabalho será abordada a problemática logística envolvida com o uso do óleo de gordura residual (OGR) na confecção de biodiesel, devido a este ser o foco do presente estudo.

2.4 O OGR COMO SOLUÇÃO PARA O SETOR ENERGÉTICO

A Tabela 2.1 apresenta dados sobre o consumo em bilhões de litros de óleo diesel no Brasil referente aos anos de 2000 a 2008, ainda, mostra informações relacionadas ao % de crescimento ano-a-ano, % de crescimento do consumo relativo ao ano de 2000 e os respectivos volumes de consumo em bilhões de litros.

Tabela 2.1- Óleo diesel consumido ano-a-ano no período de 2000 a 2008

Ano	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Bilhões de litros	35,2	37,0	37,7	36,9	39,2	39,2	39,0	41,6	44,8
% de crescimento (ano-a-ano)		5,33	1,74	-2,16	6,44	-0,15	-0,41	6,54	7,71
% de crescimento em relação a 2000		5,33	7,16	4,84	11,59	11,42	10,97	18,23	27,35
Diferença em bilhões de litros consumidos ano-a-ano		1,9	0,6	-0,8	2,4	-0,1	-0,2	2,5	3,2
Diferença em bilhões litros de óleo diesel consumidos no Brasil relativo ao ano 2000		1,9	2,5	1,7	4,1	4,0	3,9	6,4	9,6

Fonte: Adaptado da ANP/2009

O consumo de óleo diesel no Brasil cresceu, em média, 3% ao ano no período entre 2000 e 2008. No ano 2000 o consumo deste combustível, no país, foi de cerca de 35,2 bilhões de litros, com aumento anual médio de 1,2 bilhões de litros, culminando no ano de 2008, em 44,8 bilhões de litros (ANP, 2009). Uma parcela substancial do óleo diesel provém de fontes externas, segundo o Ministério das Minas e Energia a auto-suficiência brasileira em petróleo e derivados não deverá ser alcançada no curto prazo, para suprir toda a demanda por este derivado de petróleo, será necessário importar 4 bilhões de litros anualmente (BIODIESELBR, 2009).

No Brasil, o consumo anual de diesel é de 40 bilhões de litros e cerca de 2,0 bilhões de litros são importados para suprir o consumo nacional; por outro lado, o país desenvolve o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel - PNPB, lançado em 2005 e cuja meta inicial era misturar ao diesel derivado de petróleo 5% de biodiesel até 2013. No entanto, esta meta será antecipada para 2010, com o B5 metropolitano, tipo de biodiesel utilizado em grandes centros no Brasil, segundo *TABILE et al.* (2009), passando dos atuais 4% de biodiesel adicionados ao diesel comum para 20% em 2018.

Esta antecipação deve-se aos gastos elevados com saúde devido a males provocados pela poluição atmosférica nas regiões metropolitanas como constatado por pesquisa realizada pelo laboratório de Poluição da USP, a União Brasileira de Biodiesel (Ubrabio) elaborou proposta denominada B20 Metropolitano, a qual foi apresentada pelo Deputado Federal por São Paulo Antônio Carlos de Mendes Thame em forma de projeto lei nº. 5587/09. Esta proposta prevê o aumento da adição de biodiesel dos atuais 4% para 8% em 2011, a partir daí seriam acrescidos 2% a cada ano, sendo que até 2018 o nível de biodiesel “puro” adicionado à mistura chegaria a 20%, formando o B20. (Rocha e Freitas, 2009) (BIODIESEL BR).

Assim, o aumento da mistura de biodiesel ao diesel comum eliminará a necessidade de importação de diesel, contribuindo positivamente na balança comercial brasileira. Observe-se que, só para o B5, serão necessários, aproximadamente, 2,1 bilhões de litros de biodiesel por ano, se for feita a média de consumo entre anos de 2004 a 2008. Desta forma, o OGR constitui um insumo para a produção de biodiesel de alta relevância para o equilíbrio da balança comercial do Brasil, além de contribuir para implementação de políticas públicas referentes a adição de biodiesel ao diesel comum. Por outro lado, seu descarte de forma adequada traz uma série de benefícios à sociedade e ao meio ambiente, uma vez que tem potencial de redução de custos na manutenção de sistemas de saneamento básico, minimiza os efeitos relacionados à poluição e propicia inclusão social na formação da rede de coleta do OGR.

2.4.1 O OGR como Insumo para a Produção de Biodiesel

Alguns estudos apontaram que o OGR serve de insumo para a produção de biodiesel, como em Nye *et al.* (1983 apud Costa Neto *et al.* 1999) onde foram realizadas reações de transesterificação de OGR com diversos alcoóis em meios ácidos e básicos. Os alcoóis testados neste estudo foram: metanol, etanol, n-propanol, iso-propanol, nbutanol e 2-etoxietanol. No caso do biodiesel produzido com o metanol em meio básico alcançou-se maior rendimento e foram feitos testes com alguns ésteres de menor viscosidade onde não foram detectados problemas relativos ao desempenho e à ignição dos motores, além de terem apresentado pouca ou nenhuma fumaça na exaustão.

Mittelbach e Tritthart (1988 apud Costa Neto *et al.* 1999) realizaram estudos em bancada dinamométrica e em automóveis de carga média com motor turbinado a diesel com biodiesel feito a partir de OGR. Foram obtidos bons resultados, tendo como único ponto negativo os altos percentuais de liberação de gases nitrogenados, principalmente quando comparados ao uso exclusivo do diesel mineral.

Ainda com relação aos resultados referentes ao trabalho de Mittelbach e Tritthart (1988), verificou-se que o biodiesel proveniente de ésteres do OGR não atendia a uma especificação definida como padrão para o biodiesel, mas que possuía características semelhantes aos dos ésteres de óleos vegetais pré-fritura. Com relação ao diesel mineral, o biodiesel de OGR, apesar de ser uma substância que apresenta uma relativa oxidação, possui características próximas às daquele.

A Tabela 2.2 compara as especificações do biodiesel de óleo de frituras com óleo diesel do tipo US-2D. As características apresentadas mostram semelhança na densidade a 15°C; mostram, ainda, que os pontos de destilação, em °C, de cada energético em análise, se tornam cada vez mais semelhantes no decorrer do processo; também mostram similaridade para as variáveis, ponto final de destilação, % de carbono, hidrogênio, índice e número de cetanos e valor calórico. Quanto às variáveis % de Oxigênio e % de Enxofre, observa-se uma grande dissimilaridade.

Desta forma, devido às características do biodiesel de OGR serem semelhantes ao do similar mineral, o seu uso vem ocorrendo tanto no Brasil como nos EUA e Europa. Testes com relação ao uso deste tipo de biodiesel no Brasil vêm sendo realizados, mas a Agência Nacional de Petróleo (ANP), órgão responsável por regular o setor nacional de combustíveis, apenas em 1998 emitiu a Resolução nº 180 que trata da necessidade de testes pré-aprovados para homologação de combustíveis não especificados (ROSA *et al.*; 2003).

Tabela 2.2 - Comparação das especificações do óleo diesel e do biodiesel de óleo de frituras.

Características	Óleo diesel	Biodiesel
Densidade 15°C (kg/m ³)	0,849	0,888
Ponto inicial de destilação (°C)	189	307
10%	220	319
20%	234	328
50%	263	333
70%	286	335
80%	299	337
90%	317	340
Ponto final de destilação (°C)	349	342
Aromáticos (% v/v)	31,5	nd
Carbono (%)	86,0	77,4
Hidrogênio (%)	13,4	12,0
Oxigênio (%)	0,0	11,2
Enxofre (%)	0,3	0,03
Índice de cetano	46,1	44,6
Número de cetano	46,2	50,8
Valor calórico (MJ/kg)	42,30	37,5

Fonte: Adaptado de Mittelbach e Tritthart (1988 apud Costa Neto *et al.* 1999)

Costa Neto *et al.* (1999) realizaram testes com biodiesel de OGR em ônibus do transporte coletivo da cidade de Curitiba. Neste caso em particular, o combustível foi obtido a partir de OGR produzido do óleo de soja, que foi utilizado em ônibus turbinado da marca “Mercedes Benz” com potência de 238 CV. A composição do biodiesel utilizado neste teste foi a B20 (20% de biodiesel e 80% de diesel comum). O veículo usado no teste percorreu 915 km, apresentando desempenho compatível com aquele utilizando diesel mineral. O ponto negativo verificado refere-se a um leve odor de óleo de fritura expelido pelo escapamento do veículo. A média de consumo da mistura combustível foi de 2,1 km/L, valor que se aproxima da faixa normal para veículos de porte similar utilizando diesel mineral. Outro ponto significativo observado foi a emissão de fumaça apresentando-se, em média, 41,5% menor do que quando se usou o diesel mineral. Verificou-se que, com essa mistura energética, a ignição na partida a frio do veículo não foi comprometida. A mesma mistura, neste teste, não apresentou sedimentos.

Os resultados positivos na utilização do biodiesel derivado do OGR confirmaram a sua utilidade como combustível. Isto demonstra porque o uso deste resíduo como insumo para a produção de biocombustível vem sendo feito nos EUA, Brasil e outros países.

2.4.2 Problemática da Coleta do OGR para a Produção de Biodiesel

Sousa *et al.* (2009) reportam que em análise de viabilidade econômica relacionada à instalação de uma planta industrial para a produção de biodiesel na Bahia, a partir de três insumos (mamona, dendê e gorduras residuais), verificou-se que há viabilidade financeira para todos os insumos, sendo que dentre esses insumos a mamona apresentou maior viabilidade financeira, seguido do dendê e do OGR, respectivamente. Diante do resultado, observaram que os maiores problemas relacionados à produção de biodiesel a partir de gorduras residuais estão relacionados à logística da coleta do resíduo em pequenas e grandes cidades.

Hocevar (2005) afirma que, porque a rede de coleta normalmente apresenta grande número de pontos de coleta com baixo volume gerado por ponto, os custos de coleta do OGR são normalmente altos. Este autor também aponta que, no processo de retirada de impurezas, perde-se um terço do volume coletado. Maia *et al.* (2009) indicam que estudos sobre a coleta e distribuição do OGR poderiam ajudar a minimizar os custos totais da produção de biodiesel tendo como insumo este resíduo.

Quanto à necessidade de estudos referentes à logística da coleta de óleos de gorduras residuais para reduzir os custos de produção de biodiesel a partir do OGR, Rigo e Rosa (2009) apresentam um solução utilizando ferramentas computacionais e técnicas de Pesquisa Operacional para a redução de custos. Eles abordam o caso da coleta de OGR por parte de uma empresa de reciclagem no Estado do Espírito Santo, a qual recolhe este resíduo para produção de biodiesel em estabelecimentos comerciais das cidades de Vitória, Serra, Vila Velha, Cariacica e Viana.

Rigo e Rosa (2009) definiram esta operação como um Problema de Coleta e Entrega Simultâneas, o qual se classifica como Roteirização de Veículos com Coleta e Entrega. Neste caso, os veículos saem de um ponto comum, percorrem um roteiro fazendo a coleta de recipientes de 50 a 60 litros cheios e entregando seus respectivos recipientes substitutos. Os pontos de coleta atendidos (estabelecimentos comerciais) nestas rotas são definidos previamente pelo acionamento destes no momento em que os recipientes com o OGR nele alocados estão cheios. A partir deste momento, a empresa coletora do resíduo aciona seu veículo de coleta o qual atende a uma rota composta pelo conjunto de estabelecimentos comerciais que acionaram o sistema de coleta no mesmo período.

Diante deste problema, Rigo e Rosa (2009) propõem um método de coleta tendo como base o Problema de Coleta e Entrega Simultâneas, utilizando o software TransCAD 4.8 por conter módulo específico para resolução de problemas dessa natureza. Utilizam-se, ainda, informações georeferenciadas do Estado do Espírito Santo referentes à geografia urbana dos municípios em foco. Para compor o modelo de Pesquisa Operacional com vistas à resolução deste problema, foram utilizados dados referentes às demandas e tempos de coleta e entrega nos respectivos clientes, a capacidade dos veículos utilizados na distribuição e o tipo de cada um. Com essas informações foram idealizados e analisados diversos cenários.

No caso em tela, a análise dos cenários levou à conclusão de que aqueles cenários onde os veículos possuíam capacidade menor (como o Ford F-250 e a Pickup Fiat Strada) tiveram melhores resultados do que os cenários que utilizavam veículos de maior capacidade (como a Mercedes Benz 709), devido ao fato dos veículos maiores operarem abaixo da capacidade de carga; em cenários onde foram utilizadas frotas heterogêneas, chegou-se às mesmas conclusões. A janela de tempo imposta ao problema para atendimento à demanda foi o intervalo entre 09:00 e 17:00 horas, período que se encontra dentro do horário comercial, fato este que levou ao atendimento por completo da demanda em todos os cenários.

Como dificuldades encontradas na realização do seu trabalho Rigo e Rosa (2009) indicam a dificuldade em conseguir dados georeferenciados sobre o Estado do Espírito Santo, sendo que as informações encontradas estavam incompletas. O tal inventário de informações inclui: tipo de logradouro (avenida, rua e rodovia), a direção de fluxo de tráfego, nome das ruas, número de pistas, velocidade máxima permitida por trecho, dentre outros. Assim, aqueles autores apontam a necessidade da construção/disponibilização de uma base de dados georeferenciada, de modo a que se possa desenvolver trabalhos deste tipo com melhores resultados.

Pode-se observar os resultados dos cenários do estudo de Rigo e Rosa (2009) na Tabela 2.3. Os cenários desta Tabela foram criados com o auxílio do TransCAD 4.8. A mesma contém o tempo total para completar as rotas geradas (hora e minuto), a distância total percorrida (Km), o número de rotas gerada, a distância percorrida por cada veículo (km), o número de clientes não atendidos e a utilização média da capacidade da frota (%) com relação a cada cenário. Dois dos cenários (6 e 7) foram idealizados com dois tipos de veículos diferentes.

Tabela 2.3- Resultados das Roteirizações no Estudo do Sistema de Coleta de OGR no Espírito Santo.

Cenário	Tempo total da rota	Distância total da rota (km)	Tipo do Veículo	Rotas Geradas	Distância por veículo (km)	Clientes não atendidos	Utilização Média da Capacidade da Frota (%)
1	171 h e 5 min	2050,10	Pickup	69	29,71	0	90,87%
2	171 h e 5 min	2050,10	Pickup	69	29,71	0	90,87%
3	108 h e 11 min	2050,10	Pickup	69	29,71	0	90,87%
4	168 h e 23 min	1237,50	Ford F-250	38	32,57	0	91,67%
5	166 h e 53 min	847,00	Mercedes 709	20	42,35	0	52,25%
6	168 h e 50 min	1572,70	Pickup Ford F-250	30 21	30,84	0	92,48%
7	167 h e 6 min	1002,40	Ford F-250 Mercedes 709	15	37,13	0	63,34%

Fonte: Rigo e Rosa (2009)

Por outro lado, a solução da problemática logística envolvida com a coleta de óleo de gorduras residuais, e que contemple a inclusão social de pessoas de baixa renda, deve considerar meios de transporte para coleta como a bicicleta e similares, bem como deve incluir unidades uni e multidomiciliares, visto que estes geram volumes de OGR diferentes dos produzidos por estabelecimentos comerciais. Podem ser necessários sistemas de coleta dos resíduos um pouco diferentes do apresentado no estudo supramencionado, visto que a diversidade e dispersão espacial dos fornecedores são bem maiores.

Em sua análise de viabilidade para a produção de biodiesel, Castellanelli (2008) aconselha que a coleta do OGR gerado por residências deva ser realizada através de pontos estrategicamente posicionados em condomínios, escolas, igrejas e instituições públicas. Isto se faz necessário devido aos baixos volumes gerados nos domicílios. Castellanelli (op. cit.) encontrou a geração em 0,21 litros *per capita* mensais no centro da cidade de Santa Maria (RS); considerando um universo de 29.330 habitantes, tem-se a geração de um volume anual aproximado de 74 mil litros na área de estudo. No caso de geradores de OGR empresariais com grande volume de geração de OGR, como bares, lanchonetes, hotéis, restaurantes, cozinhas industriais e escolas, Castellanelli (2008) sugere um sistema cujos fornecedores do OGR devem armazená-lo em tambores especiais fornecidos pela organização responsável pela coleta.

No caso de se privilegiar a inclusão social, a organização que realizará a coleta pode ser uma associação de coletores de materiais reciclados que, em forma de comodato, deverá fornecer o tambor adequado ao armazenamento do OGR. Quando o tambor estiver cheio, o sistema de coleta deverá ser acionado devendo fazer, no mesmo processo, a entrega de outro recipiente vazio. Geradores de OGR condominiais podem participar deste sistema de coleta, vistos que, devido a sua escala de geração, se assemelham aos geradores empresariais.

Quanto ao destino do OGR produzido pelas empresas, o estudo de Castellanelli (2008) mostra os percentuais conforme apresentados na Figura 2.1.



Figura 2.1 - Destinação final do OGR usado pelas empresas.

Fonte: Castellanelli (2008).

Verifica-se, pela Figura 2.1, que as empresas fornecedoras de OGR não têm a maior parcela do OGR produzido destinado a algum tipo de doação; somente 43% do óleo residual produzido é doado; 52% é armazenado em garrafas e disposto junto ao lixo comum; e apenas 5% é descartado de forma inadequada. Este último percentual, alerta o autor, apesar de pequeno, é alarmante devido ao alto volume (cerca de 5,6 mil litros) por ano.

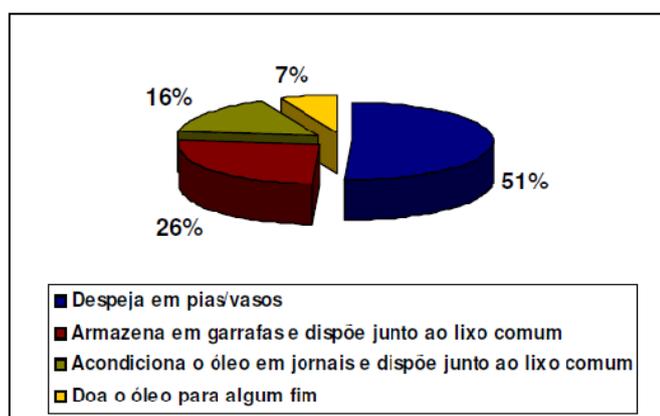


Figura 2.2 - Destinação final do óleo de fritura usado nas residências.

Fonte: Castellanelli (2008)

Quanto à destinação final do óleo de fritura usado nas residências, Castellanelli (2008) desenvolveu o gráfico da Figura 2.2. Observa-se que os fornecedores residenciais respondiam pelos menores percentuais de OGR destinados à doação dos resíduos produzidos (7%); 16% destes fornecedores acondicionavam o OGR em jornais e o

dispunha junto ao lixo comum; 26% dos fornecedores armazenavam o OGR em garrafas e o dispunha junto ao lixo comum; 51% dos fornecedores despejavam o OGR em pias ou vasos.

Esta situação pode ser revertida através de campanhas publicitárias sobre a importância de se descartar de forma correta este resíduo, tão nocivo ao meio ambiente e indutor da elevação dos custos na manutenção do sistema de esgoto das cidades.

No estudo reportado, Castellaneli (2008) verificou a partir da análise de questionário aplicado sobre a problemática do OGR, que quanto maior o nível de escolaridade dos entrevistados maior foi o nível do conhecimento sobre esta questão por parte dos respondentes. As perguntas feitas foram: (i) Você tem conhecimento que o óleo de fritura usado contamina os rios/riachos, se despejado nos mesmos e contamina a fauna e a flora?; (ii) Você tem conhecimento que o óleo usado encarece o tratamento das águas?; (iii) Você tem conhecimento que o óleo usado entope as tubulações de sua residência causando danos e problemas futuros à mesma?; (iv) Você tem conhecimento que se pode obter combustível de alta qualidade (biodiesel) com o óleo de fritura usado?

A Figura 2.3 apresenta informações sobre esta questão, onde o nível de escolaridade está correlacionado com o conhecimento sobre as questões que envolvem o OGR. Isto mostra que quanto maior for o nível educacional da população maior será a probabilidade do sucesso de um empreendimento envolvendo a coleta deste resíduo para a produção de biodiesel. Isto parece ocorrer porque apenas o conhecimento pode trazer a consciência sobre esta problemática e outras pertinentes ao desenvolvimento sustentável, à poluição ambiental, à violência urbana etc., que impedem o bem estar da sociedade.

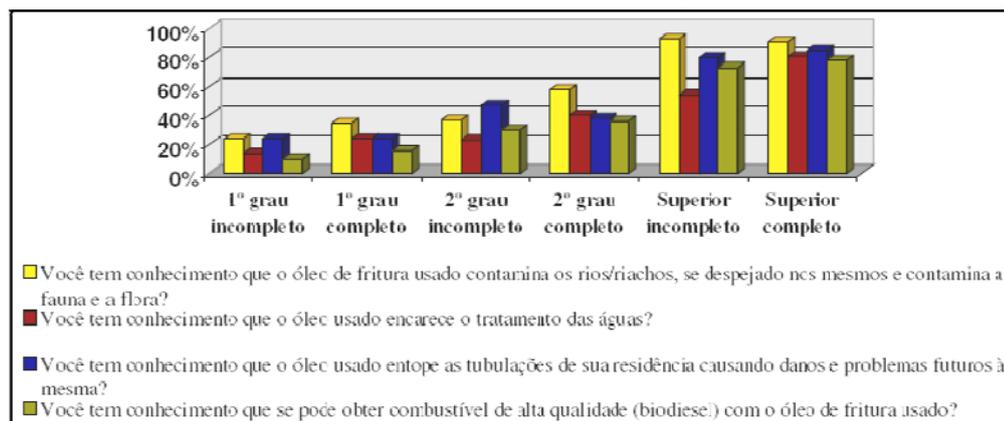


Figura 2.3 - Nível de escolaridade dos entrevistados que responderam positivamente aos questionamentos.

Fonte: Castellanelli (2008)

Pinto *et al.* (2009) afirmam que, em várias cidades brasileiras, são implementadas ações para evitar que o OGR seja danoso ao meio ambiente ou para que seus efeitos nocivos venham a ser minimizados. Tais ações englobam oportunidades de inclusão social para reduzir a miséria nos meios urbanos brasileiros, o que pode ajudar na redução da violência urbana. No estudo empreendido por aqueles autores, foram utilizados como métodos de localização de usinas de pré-tratamento de OGR o modelo do Centro de Gravidade e o método de Ardalán. Os dois métodos apresentaram bons resultados, pois apontaram regiões centrais e semelhantes para a instalação da sede demandada, segundo os autores.

Por outro lado, Pinto *et al.* (op. cit.) alertam que o custo de aquisição do terreno pode tornar inviável o posicionamento de ETPO's de tratamento de OGR nos locais escolhidos com a aplicação destes dois métodos, devido ao fato de que esses locais encontram-se em regiões nobres ou centrais na cidade de Natal (RN), com alto custo por m².

Inicialmente, aqueles autores fizeram o levantamento da demanda e, posteriormente, aplicaram os dois métodos. Para manipular os dados e construir as tabelas, os pesquisadores utilizaram o Software Statistics, em sua versão 6.1. O número de questionários aplicados foi estipulado através de avaliação estatística, utilizando-se a fórmula apresentada na Figura 2.4.

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q (Z_{\alpha/2})^2}{p \cdot q (Z_{\alpha/2})^2 + (N-1)(E)^2} \quad (1) \quad W_i = \frac{N_i}{N} \quad (2) \quad \text{e} \quad n_i = n W_i$$

Figura 2.4 - Fórmula da amostra para determinar o número de questionários a serem aplicados.

Fonte: Pinto *et al.* (2009)

Onde: N - total de estabelecimentos (168); p = q = proporção amostral (utilizou-se p=1/2 e q=1/2); $Z_{\alpha/2}$ - normal padronizada, adotada ao nível de 95% de confiança ($Z_{\alpha/2}=1,96$); E = o erro amostral adotado (E=0,08); n = total de estabelecimentos da amostra (80); W_i é qual a proporção da população que faz parte do estrato i; e n_i o tamanho da amostra que deve ser retirada em cada estrato.

Após a aplicação dos questionários e realizada a inferência estatística obteve-se as informações apresentadas na Tabela 2.4 sobre a quantidade de óleo e gordura vegetal consumida, bem como a geração de OGR a partir deste consumo. Tais informações são úteis para utilização como parâmetro em estudos relacionados ao consumo de óleos e gorduras, como também subsidia a pesquisa sobre produção de OGR em outras cidades ou regiões que tenha perfil de consumo similar ao de Natal (RN).

Os questionários foram aplicados em restaurantes, bares e hotéis da cidade de Natal, devido a estes serem grandes geradores de óleos de fritura. Por este motivo, as regiões apontadas pelo modelo de localização para instalação de usinas pré-tratamento de OGR foram localidades nobres e de alto valor mobiliário, uma vez que ficaram de fora residências de baixa renda, que estão em regiões afastadas do centro histórico da cidade de Natal.

Tabela 2.4 - Variáveis quantitativas.

Variável	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão
Quantidade de óleo consumido mensalmente (em litros)	131,14	72,0	4,5	1080	73,92
Quantidade de gordura vegetal consumida mensalmente (em litros)	134,96	80,0	12	900	167,78
Quantidade de óleo utilizado é transformada em resíduo mensalmente (em litros)	75,83	50,0	2	400	92,40
Quantidade de gordura vegetal utilizada é transformada em resíduo mensalmente (em litros)	76,49	45,0	10	400	77,75

Fonte: adaptado de Pinto *et al.* (2009)

Assim, a consideração da geração do OGR por residências uni e multidomiciliares poderá indicar a localização destas usinas em locais diferentes dos apontados no estudo reportado. A Figura 2.4 mostra o mapa utilizado no estudo em foco com a localização do centro de gravidade relacionado aos pontos de geração de OGR na cidade Natal (RN).

Em estudo sobre utilização do OGR para a produção do biodiesel na cidade de São Paulo, Giraçol *et al.* (2009) afirmam que houve uma grande aceitação por parte de entrevistados nesta pesquisa em aceitar a coleta do óleo por um órgão público, sendo que a mesma deve ocorrer em um período entre uma semana a um mês, e que o período mais aceito para a realização desta operação foi o de 15 dias entre uma coleta e outra.

Essa informação deve ser considerada quando da estruturação de um sistema de coleta de resíduo, onde é necessária participação ativa da população.

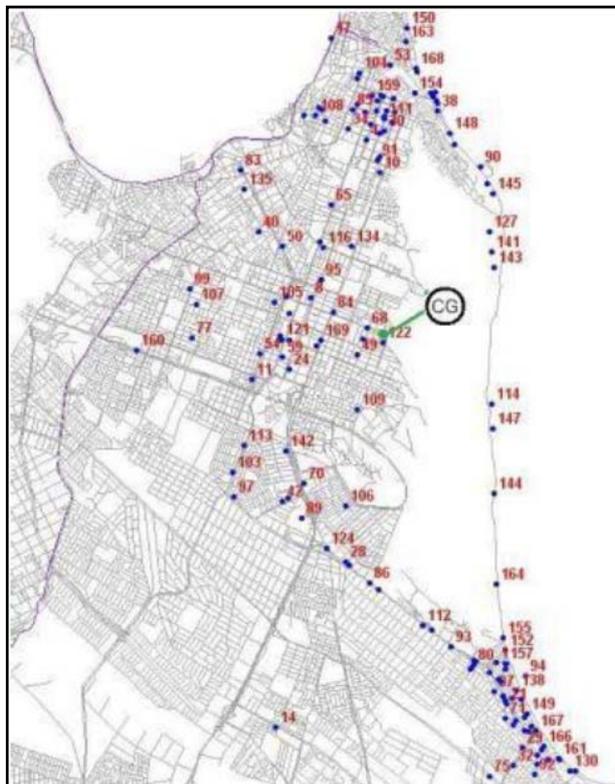


Figura 2.5 – Pontos geradores de OGR em Natal (RN) e seu centro de gravidade.
Fonte: Pinto *et al.* (2009)

2.5 CAPACIDADE DE OFERTA E EXPERIÊNCIAS DE COLETA SELETIVA DE OGR NO BRASIL E EM OUTRAS PARTES DO MUNDO.

Para Mittelbach (1992 *apud* Almeida Neto *et al.* 2003) os aspectos econômicos e éticos levaram à pesquisa por insumos alternativos para a produção de biocombustíveis, como é o caso das pesquisas relacionadas à oferta, coleta, tratamento e produção deste energético através de óleos de gorduras residuais.

Vários levantamentos sobre a capacidade de fornecimento de OGR foram realizados no Mundo, como afirma Anggraini (1999 *apud* Almeida Neto *et al.* 2003), ressaltando que 100 mil t/a (toneladas por ano) são coletados e reciclados na Alemanha,

cujo potencial de geração está entre 380.000 e 500.000 t/ano. Na Áustria, estima-se que 37.000 toneladas de OGR possam ser economicamente coletadas, valor equivalente energético a 1,5% do diesel comum consumido nesse país (MITTELBACH, 1988; MITTELBACH *et al.*, 1992 e MITTELBACH, 2000 *apud* ALMEIDA NETO *et al.* 2003).

Löhrlein e Jiménez (2000 *apud* Almeida Neto *et al.* 2003), apresentam resultados positivos do ponto de vista ambiental de um projeto de coleta seletiva de OGR realizado na cidade de Valência, Espanha. A finalidade do óleo coletado era a produção de biocombustível para ser usado em 480 ônibus urbanos cuja demanda aproximava-se de 42.000 litros/dia. Observe-se que o maior objetivo deste projeto era a eliminação do OGR da rede de esgoto da cidade.

Em estudo realizado nas cidades de Salvador, Ilhéus e Itabuna, Almeida Neto *et al.* (2003) previram potenciais de viabilidade de coleta de OGR nessas cidades de 4500, 144, 234 toneladas por ano respectivamente. Os mesmos concluíram, através de análise comparativa com outros estudos realizados na Alemanha e na Áustria, que a quantidade anual *per capita* de OGR coletáveis no Brasil seria de 1,8 kg por ano. Foi verificado, ainda, neste estudo, uma variação na capacidade de fornecimento de OGR nos meses de inverno e verão devido à sazonalidade de atividades turísticas, sendo esta mais acentuada para as cidades de Salvador e Ilhéus.

Fernandes *et al.* (2008) afirmam que vários municípios brasileiros desenvolvem projetos de coleta de resíduos para a reciclagem e que, dentre os resíduos coletados, se inclui o OGR. Como iniciativas bem sucedidas, estes autores apontam as das cidades de Porto Alegre (RS), Florianópolis (SC), Curitiba (PR), cidades do ABC Paulista e Ribeirão Preto (SP).

Christoff (2006), em estudo sobre a viabilidade de produção de biodiesel a partir de OGR comercial na cidade de Guaratuba (PR), aponta a viabilidade daquele energético como combustível em veículos da prefeitura desta cidade. Este autor afirma que houve grande aceitação por parte de estabelecimentos comerciais pesquisados em

participar de projeto com este fim e que os estabelecimentos contribuiriam com a doação do OGR produzido. De 30 estabelecimentos pesquisados 28 demonstraram disponibilidade em participar; estes teriam a capacidade de produzir cerca de 2.400 litros mensais na baixa temporada (de abril a novembro) e 5.700 litros na alta (de dezembro a março). Os estabelecimentos comerciais presentes neste estudo incluíam bares, restaurantes e hotéis.

A coleta do OGR na cidade de Guaratuba (PR) foi realizada pelo sistema de coleta de lixo do município, fato este que evitou custos específicos na coleta daquele resíduo. O estudo de viabilidade apontou que a prefeitura teria economias mensais de R\$ 367,00 no período de baixa temporada e R\$ 4.656,00 no período de alta temporada. Com relação aos investimentos necessários para a produção de biodiesel nessa cidade do litoral paranaense Christoff (2006) aponta os seguintes investimentos: (i) compra da mini-usina de Biodiesel para 10.000 litros por mês (R\$ 100.000,00); (ii) Instalação, montagem, treinamento (R\$ 10.000,00); (iii) Outros - bombonas, vasilhames, etc. (R\$ 4.000,00); (iv) Custo para abertura da empresa (R\$ 1.000,00). O total a ser investido, neste caso, seria de R\$ 115.000,00.

Por outro lado, Christoff (2006) afirma que a prefeitura de Guaratuba poderia faturar anualmente, com a venda da glicerina produzida no processo de produção de biodiesel, cerca de R\$ 21.000,00. Este fato possibilitaria um período de retorno sobre o investimento de cinco anos e cinco meses, de acordo com a análise de viabilidade realizada pelo autor. Ele aponta, ainda, que o custo do biodiesel variaria entre R\$ 1,52/l na baixa temporada a R\$ 0,84/litro na alta temporada.

O estudo realizado por Christoff (op. cit.) e aqui reportado não inclui a participação de cooperativas de catadores de resíduos recicláveis, o que retira a possibilidade da Prefeitura de Guaratuba promover inclusão social e econômica de pessoas de baixa renda residentes neste Município. Tal inclusão poderia ser viabilizada pela participação de esferas superiores da administração pública como o Estado do Paraná e o Governo Federal, além da participação da PETROBRAS, que incentiva a produção de biocombustíveis em cidades do interior do Brasil, como em Quixadá (CE),

Montes Claros (MG), e Candeias na (BA). Tais parcerias poderiam reduzir o tempo de retorno sobre o investimento realizado, como também reduzir problemas sociais pela inclusão de pessoas de baixa renda neste projeto, com o aumento de suas rendas.

Em Quixadá, município do sertão central do Estado do Ceará, a prefeitura do município, através da sua Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SEDUMA), juntamente com a Secretaria do Trabalho e Desenvolvimento Social do Ceará (STDS), apóia projeto para a coleta de OGR que consiste na fundação de uma empresa autodenominada eco-social pela Cooperativa Socioambiental e de Reciclagem a “Ó-LIMPO”. Esta empresa tem a finalidade de coletar o OGR produzido na cidade de Quixadá e vendê-lo para a Usina de Biodiesel da cidade, pertencente à Petrobrás Biocombustível (PT CEARÁ, 2009).

Foi estimado que, nas residências do Município de Quixadá, são consumidos 57.444 litros por mês de óleo em todos os domicílios do Município e descartados 24.920 litros por mês de resíduos, o equivalente a cerca de 43% do óleo vegetal consumido. Com relação ao potencial do volume de coleta de OGR nas empresas da cidade, são estimados 2.598 litros mensais. Esta quantidade equivale a 92% da produção de OGR do universo das empresas do Município e ao percentual de empresas que estariam dispostas a colaborar doando seu resíduo gorduroso (CAVALCANTE E ALENCAR, 2009).

Ainda sobre a pesquisa relacionada à coleta de OGR no Município de Quixadá, dentre as empresas dispostas a contribuir com as sobras de OGR, foi avaliada uma geração média mensal em torno de 9,2 litros por unidade empresarial. Com relação à média de óleo residual descartado nas residências daquele Município, avalia-se que se aproxime de 0,37 litros mensais por pessoa. Foi realizada, ainda, a categorização das residências e das empresas, avaliando-se os seus respectivos perfis de consumo de óleo vegetal, gorduras similares e o OGR descartado. Tais informações são úteis para os planejadores no momento da concepção da estrutura logística do sistema de coleta e sua expansão futura.

Foram analisados por Cavalcante e Alencar (2009) os seguintes aspectos relacionados às variáveis em estudo no caso das empresas:

- Quantidade de litros de óleo consumidos por mês e número de funcionários;
- Quantidade de óleo descartado por semana;
- Tipo de reaproveitamento do óleo residual;
- Quais empresas contribuiriam, com sobras, em projeto de reaproveitamento de óleo usado.

No caso dos domicílios, foram analisados os seguintes aspectos:

- Quantidade de óleo consumido por mês e quantidade de pessoas por residência;
- Quantidade de óleo descartada, litros de óleo consumidos por mês e pessoas por residência;
- Pessoas que acham importante o reaproveitamento de óleo e as pessoas que doariam o óleo utilizado.

É interessante observar que o projeto referente à coleta de OGR em Quixadá (CE) tem um cunho social, pois inclui a cooperativa de catadores de material reciclado, além de ter o apoio do Estado do Ceará e da Petrobras Biocombustíveis. Esta, como já reportado, possui usina de produção de biodiesel no município e tem grande interesse de aumentar a gama de insumos para a produção do energético, consoante com a política federal de inclusão social através do uso de matérias-primas com potencial de auxiliar na distribuição de renda, como é o caso de oleaginosas produzidas por pequenos agricultores e os óleos de gorduras residuais, quando coletados por cooperativas de pessoas de baixa renda em áreas urbanas.

Para promover uma ação social de inclusão, há de existir não só segmentos sociais economicamente excluídos, mas vontade política e recursos para que tal ação se torne realidade. Os casos de Guaratuba (PR) e Quixadá (CE) são realidades distintas. Se forem observados alguns índices relativos a esses dois municípios, pode-se verificar que Quixadá possui números mais desfavoráveis. Sua renda per capita, segundo IBGE (2006), está em torno de R\$ 3.412 com Incidência da Pobreza de 52,84%. Já o

Município de Guaratuba (PR) possui renda per capita de R\$ 8.405 e Incidência da Pobreza de 45,73%. Esses fatores, aliados ao histórico de cada região, levam os gestores públicos, planejadores e a sociedade, de modo geral, a considerar as peculiaridades de cada município e a priorizar ações diferenciadas.

No caso do Nordeste, devido ao contexto econômico e social, as condições hostis impostas pelo clima e estrutura social, além da histórica falta de investimentos por parte dos Governos anteriores, forçam os governantes atuais a priorizarem com mais ênfase ações que levem à distribuição de renda e melhoria da situação socioeconômica dos habitantes, como é o caso da cidade de Quixadá e de outras cidades situadas no semi-árido brasileiro.

Pelo exposto neste item, vê-se que o uso de OGR para a produção do biodiesel é uma realidade. Segundo BRIEU (2009), ele vem sendo utilizado como insumo complementar à soja nos Estados Unidos neste setor. Carrareto *et al.* (2004 apud Arredondo 2009) afirmam que os óleos de fritura, juntamente como o óleo de girassol, a palmeira-do-dendê, os graxos animais e a soja são utilizados como matéria-prima para a produção de biodiesel. Viu-se também que, na Alemanha e Áustria, bem como em Valência na Espanha, o OGR está sendo utilizado como insumo para a produção do biodiesel.

No Brasil, o OGR evolui como insumo complementar do biodiesel, somando à mamona e a outras oleaginosas como objeto focal em projetos de inclusão social. Tais ações de inclusão também satisfazem os objetivos de reduzir a dependência do diesel petrolífero, reduzir os efeitos causados pela emissão de gases que produzem o efeito estufa e mitigar os efeitos danosos do OGR quando lançados diretamente nas redes de esgoto das cidades.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresentou a problemática atual dos óleos de gorduras residuais, seus efeitos com relação ao meio-ambiente, danos aos sistemas de esgoto das cidades, danos a saúde humana, potencial relacionado à produção de biodiesel, ações relacionadas à sua coleta e posterior processamento tanto em municípios brasileiros como em outros países (Alemanha, Áustria e Espanha).

Com relação aos efeitos negativos ao meio ambiente, o OGR tem o potencial de gerar gases que provocam o efeito estufa, bem como afetar a vida aquática. Com relação aos danos causados aos sistemas de esgoto urbanos, foi visto que o descarte direto nesses sistemas encarece a sua manutenção, o que contribui tanto para elevar o custo do tratamento com compromete à qualidade da água nas cidades, mesmo após seu tratamento.

Com relação aos danos à saúde humana, foi visto que os óleos e gorduras vegetais, substâncias que representam o maior percentual da composição do OGR, quando utilizados repetidas vezes se tornam nocivos à saúde humana, não servindo nem para a produção de ração para animais, principalmente aqueles consumidos por humanos.

Com relação à produção de biodiesel, foi visto que o OGR se constitui de uma matéria-prima que, uma vez usado como insumo do biodiesel, leva a que este possua características próximas às do diesel mineral, com a vantagem de ser menos nocivo ao meio ambiente.

Com relação aos sistemas de coleta, foi visto que estes apontam para uma arquitetura de coleta com base nas localizações dos grandes geradores de OGR (bares, restaurantes, shoppings, hotéis, hospitais, escolas e, até mesmo, condomínios residenciais), fato que pode levar a minimizar os custos de coleta. Os geradores de OGR uni-domiciliares devem ser inseridos no sistema de coleta em um segundo estágio,

através de incentivos governamentais e através de campanhas de conscientização ecológica.

Finalmente, ainda sobre esta questão, foi visto que vários países estão utilizando o OGR como insumo para produção de biocombustíveis e que os principais países que ora o fazem são o Brasil e os Estados Unidos. Alguns autores como, Costa Neto *et al.* (1999), Almeida Neto *et al.* (2003), Christoff (2006), Castellaneli (2008) citados neste capítulo afirmam a necessidade de estudo de estruturas logísticas para a coleta deste resíduo com vistas a minimizar os seus custos enquanto insumo energético.

CAPÍTULO 3

A CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL E TÉCNICAS PARA INDICAR A LOCALIZAÇÃO DE FACILIDADES

Este capítulo apresenta o estado da arte das cadeias produtivas do biodiesel, bem como sobre questões relativas a decisões de localização de facilidades, visto que este estudo objetiva apontar locais viáveis para a instalação de usinas de tratamento de óleos de gordura residual em Fortaleza. São apresentados, ainda, alguns métodos quantitativos e qualitativos que podem ser utilizados na localização de facilidades.

3.1 AS CADEIAS PRODUTIVAS DO BIODIESEL

A Figura 3.1 apresenta a cadeia produtiva genérica do biodiesel, considerando vários insumos e mostrando a gama de atividades a ela inerentes - transporte, armazenagem, processos químicos, fluxos de informações, financeiros etc. Essa cadeia produtiva genérica inicia-se a partir de insumos específicos (tais como: animais vivos, biomassa vegetal - oleaginosas e outras espécies agrícolas, óleos e gorduras, águas servidas), e dá forma às diversas cadeias com peculiaridades que exigem tratamentos logísticos diferenciados.

Observe-se que os insumos primários mostrados na Figura 3.1 envolvem animais abatidos, sementes colhidas em processos convencionais agrícolas, óleos e gorduras utilizados para fritura de alimentos, bem como as águas utilizadas pela população, que normalmente são processadas em estações de tratamento de esgoto. Como produto desta primeira fase, têm-se diversos produtos e subprodutos, alguns deles utilizados como insumos na produção de óleos para diversos fins.

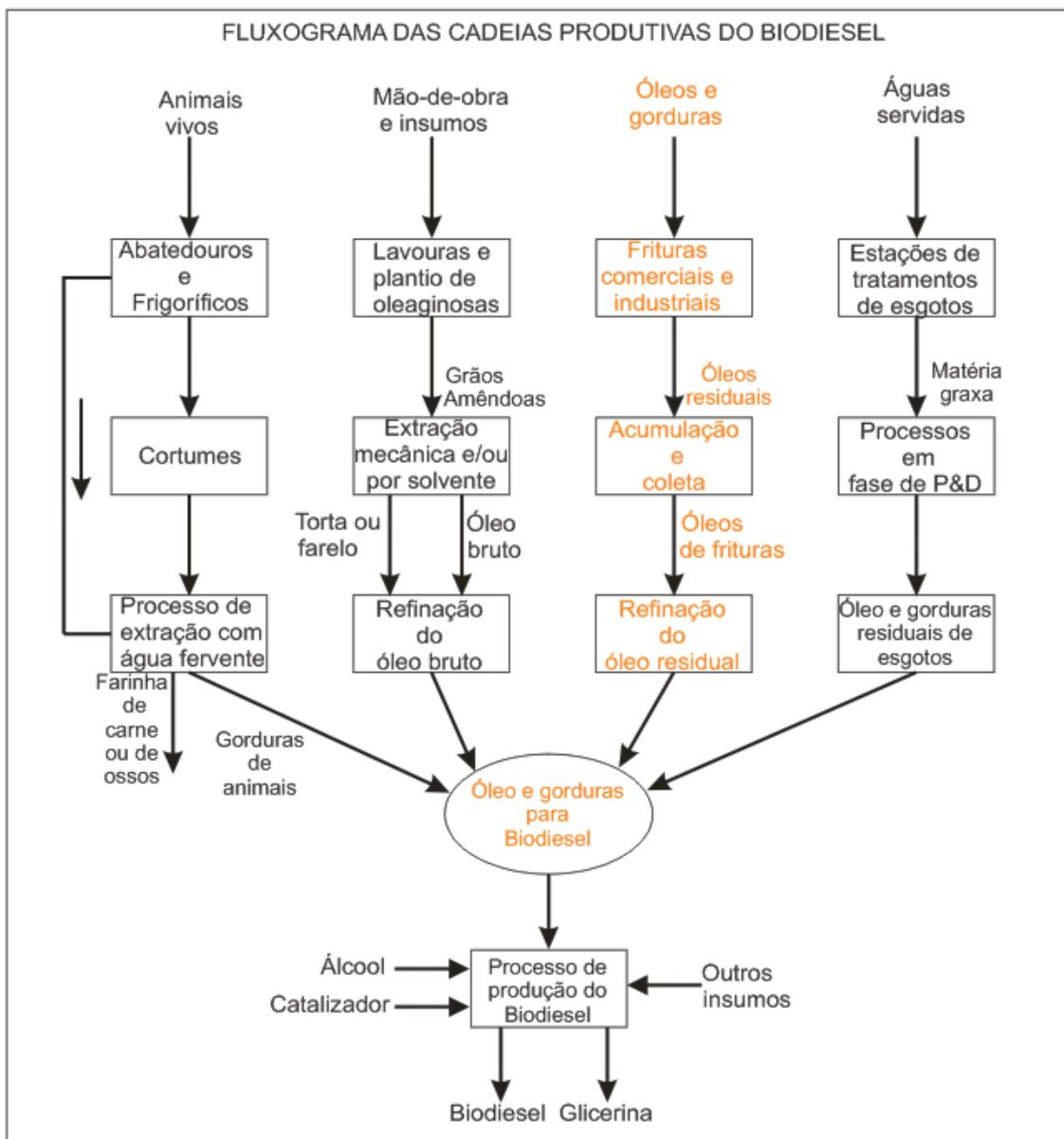


Figura 3.1- Fluxograma da Cadeia Produtiva Genérica do Biodiesel

Fonte: Adaptado de Parente (2003) *apud* Brandão Filho *et al.* (2008)

Em uma segunda fase, aqueles insumos são transportados para usinas de processamento, onde sofrem processos como: curtição do couro dos animais abatidos, os grãos e as amêndoas passam por processo de extração de seus respectivos óleos, os óleos de gorduras residuais provenientes de fritura passam por um período de acumulação para posterior coleta, as matérias graxas recolhidas das estações de tratamento de esgoto seguem para empresas que fazem seu tratamento para posteriormente ser produzido o biodiesel.

Finalmente, seguem as últimas fases de processamento dos substratos para a produção do biodiesel das cadeias produtivas descritas. Os substratos, respectivamente, passam pelos seguintes processamentos: os insumos provenientes dos animais abatidos passam pelo processo de extração de óleos por meio de água fervente, os óleos vegetais em estado bruto sofrem refino, gerando subprodutos como torta e farelo, os óleos de fritura são, também, refinados, e os óleos de gorduras residuais provenientes de esgotos poderão estar, após tratamento específico, prontos para servirem como insumo do biodiesel. Desta forma, pode-se afirmar que, ao final do processamento em todas essas cadeias produtivas, ter-se-á uma cesta de insumos apropriados para a produção de biodiesel.

Juntamente com o biodiesel, também é produzida a glicerina, que serve de insumo para a produção de diversos produtos. Segundo BODIESELBR (2009), a glicerina é usada em drogas, cosméticos, têxteis, tabaco, lubrificante de máquinas processadoras de alimentos, fabricação de tintas e resinas, fabricação de dinamite bem como em alimentos e bebidas. Alguns estudos e artigos alertam que o mercado da glicerina será ampliado a partir de incentivos estabelecidos pelo Governo no Brasil e outros países que se dispõem à produção de biodiesel, tendo como efeito a redução do preço deste subproduto como aponta o estudo de CHRISTOFF (2009) e artigo em BODIESELBR (2009).

3.2 A CADEIA LOGÍSTICA DO BODIESEL A PARTIR DO OGR

Como o presente Estudo objetiva abordar a problemática do OGR para a produção do biodiesel, o foco será restrito à descrição da cadeia produtiva do biodiesel a partir daquele insumo. A Figura 3.2 representa de forma simplificada a cadeia logística do biodiesel produzido a partir do OGR.

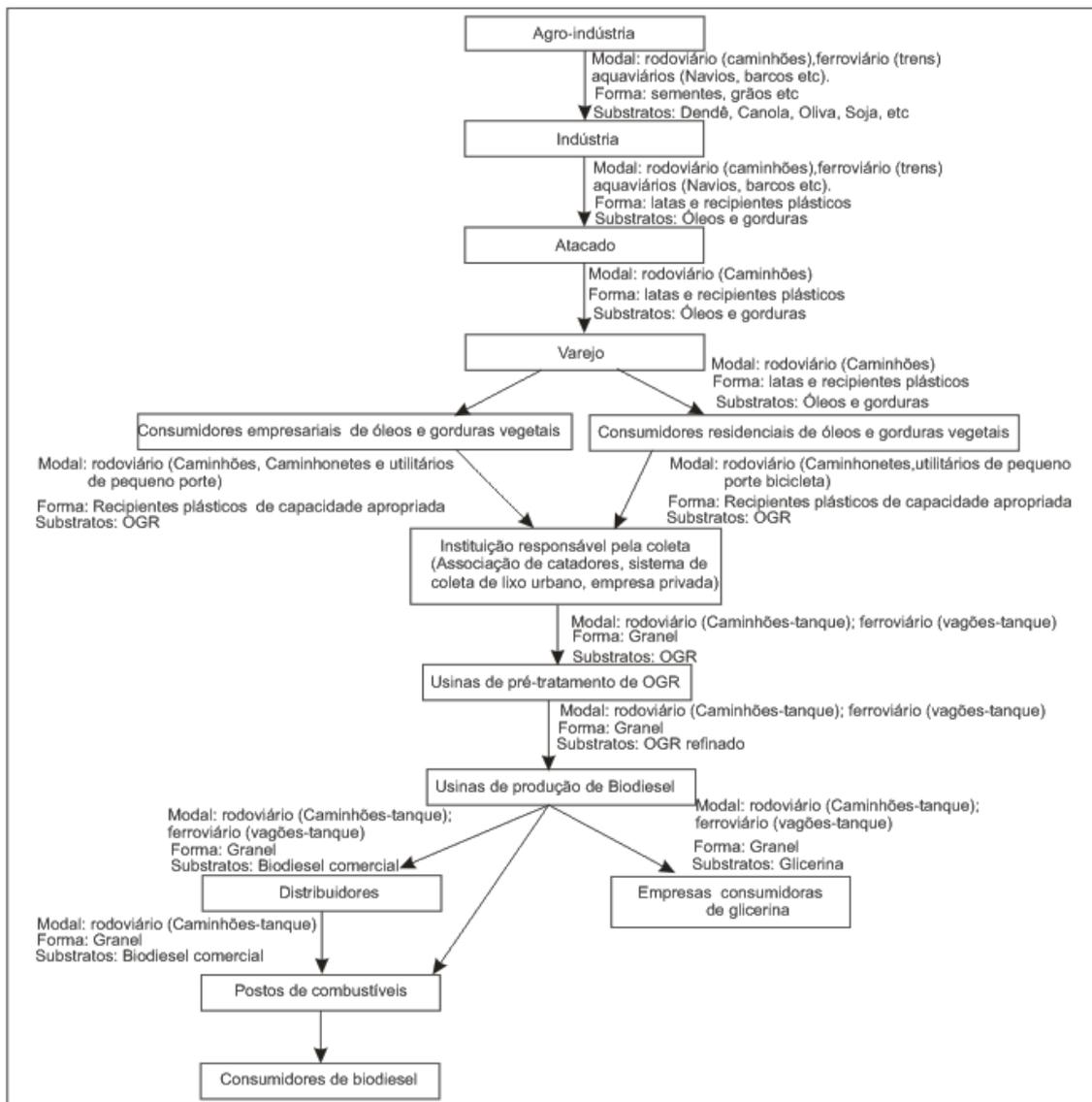


Figura 3.2: Cadeia Logística do Biodiesel de OGR.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A cadeia logística esquematizada na Figura 3.2 tem como limite as plantas agrícolas que, de acordo com o produto tratado, tem atividades específicas de plantio, trato do solo, colheita e armazenagem. Os produtos colhidos são armazenados até o momento em que atingem um volume economicamente viável para transporte pelos modais rodoviário, ferroviário ou aquaviário dependendo das condições geográficas, da distância de transporte e do volume a transportar.

Assim, os produtos agrícolas são levados à indústria que lhes agrega valor, extraindo e refinando o óleo ou produzindo a gordura vegetal e, finalmente,

acondicionando-os, de forma adequada, para seu posterior armazenamento, manuseio e transporte, no sentido de disponibilizá-los ao consumidor final. São, então, entregues aos comerciantes atacadistas que fazem a distribuição, fazendo a transferência de posse aos comerciantes varejistas. Estes últimos, por sua vez, repassam os produtos aos consumidores finais, sejam elas pessoas físicas ou jurídicas. O transporte dos óleos e/ou das gorduras vegetais realiza-se mais comumente no Brasil pelo modal rodoviário, predominante na matriz de transportes do país. Os grandes consumidores desses óleos comestíveis podem adquiri-los diretamente com os comerciantes atacadistas ou distribuidores com vantagens de menores preços.

De posse dos óleos ou gorduras vegetais, as empresas (sejam bares, hotéis, padarias, restaurantes, cozinhas industriais, escolas ou hospitais) realizam a cocção de alimentos em escala considerável, desta forma produzindo substanciais volumes de OGR.

A atividade de coleta pelos coletores, nos geradores de OGR, deve ser feita resguardando um período de tempo que possibilite o acúmulo de volume adequado para que torne viável economicamente a coleta. Pelo que foi visto na literatura, os geradores devem acionar o sistema de coleta.

Os planejadores logísticos enfrentam o problema de calcular a capacidade de produção dos geradores de OGR e, a partir daí, definir os conseqüentes aparatos logísticos necessários ao bom funcionamento da cadeia, possibilitando a viabilidade de toda a rede logística de coleta, armazenamento e processamento de OGR, minimizando os seus custos e reduzindo o tempo de retorno dos investimentos.

Os geradores de OGR residenciais geralmente adquirem os óleos e gorduras vegetais no varejo e consomem uma quantidade relativamente pequena desses produtos se comparados, individualmente, aos volumes consumidos por bares, restaurantes, hotéis etc. Naquele caso, o processo de coleta deve ser diferente do sistema utilizado pelos coletores empresariais. Castellaneli (2008) ressalta que os geradores residenciais

devem dirigir-se a pontos preestabelecidos de recolhimento utilizados pelo sistema de coleta em vigor.

A forma de armazenamento de OGR mais adequado para estes geradores pode ser a garrafa PET que, após ter seu volume totalmente preenchido, deve ser levada a pontos de recolhimento e transações com o produto.

Os pontos de recolhimento de garrafas PET, para efeito de ganhos de escala nas transações, podem ser escolas, supermercados, associações de bairro e portarias de condomínios. Principalmente em grandes cidades, a coleta em residências pode ser complicada por uma série de fatores, tais como o desencontro entre moradores e coletores, a violência urbana que amedronta os habitantes das cidades, a disposição do gerador em armazenar o OGR e um valor de transação abaixo do esperado pelos residentes quanto à sua colaboração em um sistema de coleta deste resíduo. Possivelmente, para aumentar a disposição dos geradores residenciais para transacionar o OGR, serão necessárias campanhas de conscientização relacionadas à problemática ambiental que envolve esse resíduo.

A coleta pode ser feita através de esquemas provenientes de associações de catadores de material reciclado, como ocorre em Quixadá (CE), pelo sistema de limpeza urbana, como ocorre em Guaratuba, no litoral paranaense ou, até mesmo, por empresas com fins lucrativos. Essas organizações devem fazer a coleta e o armazenamento do produto até o momento de sua comercialização com uma estação de pré-tratamento de OGR (ETPO), o que deve ocorrer quando o volume de OGR armazenado for suficiente para que seu transporte entre o local de armazenagem (normalmente, de propriedade dos coletores) e a ETPO seja viável. Este transporte pode ocorrer por meio de caminhões-tanque, ou até mesmo por veículos com menor capacidade, algo que depende das especificidades de volume gerado e da organização coletora .

Logo após o tratamento primário, o OGR deve ser enviado para a usina produtora de biodiesel, como no caso dos outros elos desta cadeia logística, quando o volume for economicamente viável. Desse ponto em diante, o biodiesel gerado a partir

do OGR tratado seguirá o fluxo normal da sua produção, seguindo direto para as distribuidoras de combustível, onde ocorre a mistura com o diesel mineral. Em seguida, as distribuidoras de combustível enviam o diesel B5 para os postos onde ocorre o abastecimento de veículos.

O outro fluxo que se origina na usina de biodiesel segue para o mercado de produtores de produtos à base de glicerina. A usina de biodiesel pode, ainda, enviar o biodiesel diretamente para distribuidores e postos que comercializam o biodiesel B100.

3.3 DECISÕES SOBRE LOCALIZAÇÃO DE FACILIDADES

Para que este ou qualquer outro sistema logístico funcione de forma efetiva, necessita-se que as facilidades pertencentes à sua estrutura estejam localizadas em pontos estratégicos. A decisão de localização de facilidades torna-se tão importante para uma rede logística que, segundo Ballou (2009), dá forma à estrutura e contornos ao sistema logístico como um todo. A localização de facilidades nas estruturas logísticas vai determinar, juntamente com o porte da facilidade e o modal de transporte, os custos e o nível de serviço que essas cadeias serão capazes de fornecer.

Para Ballou (op. cit.), as decisões sobre localização envolvem a determinação do número de facilidades, seus locais de instalação e os tamanhos das mesmas. Essas facilidades, de forma genérica, são: fábricas, portos, centros de distribuição, armazéns, pontos de varejo e pontos centrais de serviços.

No caso da cadeia logística do biodiesel a partir do OGR, as facilidades seriam: as unidades (por categoria) produtoras de óleos, os pontos de venda no atacado e varejo, os pontos de coleta do OGR, as usinas de pré-tratamento de OGR, usinas de produção de biodiesel, pontos de estocagem dos distribuidores e os postos de combustíveis.

Ballou (2009) classifica os problemas de localização em cinco categorias: i) por força direcionadora; ii) número de instalações; iii) descontinuidade da escolha; iv) grau de agregação de dados; v) horizonte de tempo.

A seguir, discorre-se sobre esses problemas:

i) Forças direcionadoras: levam os planejadores logísticos a apontarem determinada localidade para a instalação/operação de uma facilidade e refletem os custos e o grau de acesso à facilidade. Os empreendimentos fabris buscam, preferencialmente, instalar-se em regiões que lhes confiram uma combinação de custos totais mais baixos considerando, em primeiro lugar, o custo mais relevante BALLOU (op. cit.).

Como exemplo, a indústria de confecções, cuja operação fabril é intensiva em mão-de-obra, busca instalar-se em regiões onde aquela seja mais barata, como é o caso chinês que possui uma população gigantesca e inúmeras indústrias de confecções de roupas com altíssimo volume de produção, abastecendo mercados em diversas partes do mundo a custos competitivos.

As operações de serviços envolvendo hospitais, escolas e estabelecimentos comerciais buscam instalar-se em locais onde haja maior facilidade de acesso aos clientes. Em alguns casos, como é o caso das operações das penitenciárias, as operações buscam isolar-se ou dificultar o acesso as suas instalações. Desta forma, para cada organização operacional, há uma força ou uma combinação de forças que a leva a instalar-se em determinadas regiões.

ii) Problemas relacionados ao número de instalações: referem-se ao ganho de escala e à redução de custos. Caso uma estrutura logística seja possível com um número reduzido de facilidades, ocorrerão custos operacionais mais baixos relacionados ao processamento, armazenamento e manuseio de produtos em contraposição, possivelmente, a custos de transporte mais elevados. Caso contrário, a estrutura logística terá custos de transporte reduzidos, mas custos de processamento, armazenamento e manuseio mais elevados, devido à duplicidade desses últimos subsistemas. A estrutura escolhida deverá ser aquela que fornece o nível de serviço aceitável para a operação em foco com custos totais mínimos BALLOU (op. cit.).

iii) A descontinuidade da escolha: refere-se a dois métodos de escolha - o primeiro concerne à escolha de uma localidade em um universo de opções em um espaço específico; o segundo refere-se à escolha de algumas dentre diversas localidades que foram identificadas como viáveis pelo planejador. Segundo Ballou (2009), o segundo caso é mais freqüente.

iv) Grau de agregação de dados: refere-se à utilização de relações agregadas de dados que, geralmente, leva à escolha de regiões inteiras para a localização. Por outro lado, quando os dados são utilizados de forma individualizada, a escolha faz-se de forma mais refinada. A primeira opção pode ser utilizada para escolhas mais globais, como a escolha do continente, país ou cidade em que será instalada uma fábrica; a segunda opção pode ser utilizada para escolhas mais refinadas como a cidade, bairro ou rua em que a fábrica será instalada. Ainda, esta opção pode ser utilizada dependendo do tipo de operação: no caso de operações de serviço, quanto mais detalhado o nível de agregação de dados mais fácil para escolhas em nível de bairro ou rua (BALLOU, 2009).

v) Horizonte de tempo: apresenta-se como uma questão de extrema importância quando o nível de investimento fixo se eleva e mudanças conjunturais podem afetar a viabilidade da operação com o passar do tempo. Essas mudanças referem-se a mudanças de governos, variações nas taxas de cambio, mudanças nas políticas econômicas, conflitos (guerras), ações de concorrentes locais, mudanças em regulamentações, estabelecimento de sindicatos etc (BALLOU, 2009).

Martins e Laugeni (2005) afirmam que há fatores quantificáveis e não quantificáveis envolvidos na escolha da localização de operações empresariais. Os fatores quantificáveis possuem custos mensuráveis e, segundo estes autores, pode-se definir e determinar os custos com pessoal, terreno, construção, equipamentos, transportes, água, luz, gás, taxas e impostos. Os fatores não quantificáveis são a atitude do pessoal, dos sindicatos e da comunidade, restrições ambientais e governamentais, qualidade de vida e outros.

3.4 MÉTODOS PARA LOCALIZAR FACILIDADES

Existem vários métodos para determinar onde devem ser instaladas as facilidades pertencentes a uma determinada rede logística. Alguns deles levam em consideração apenas os aspectos quantitativos; outros avaliam aspectos qualitativos, embora a utilização conjunta de métodos qualitativos e quantitativos possa trazer maiores vantagens com relação à utilização exclusiva de um ou de outro.

3.4.1 Métodos Quantitativos

Os métodos quantitativos utilizados para apontar a localização de facilidades ou operações empresariais levam em consideração na sua metodologia os custos tangíveis relacionados aos custos de transporte, bem como os custos fixos de instalação. Com relação a esses métodos, Martins e Laugeni (2005) apontam três métodos para a avaliação de custos quantificáveis: método de centro de gravidade, método dos momentos e método do ponto de equilíbrio. Pode-se, ainda, apontar o método denominado “Problema de Localização de Facilidades Capacitado (PLFC)” e outro método utilizado para localização de operações comerciais, de analogia gravitacional. A seguir, será feita uma breve explanação sobre estas cinco abordagens de localização de facilidades/operações logísticas.

3.4.1.1 Método do Centro de Gravidade.

No método do centro de gravidade (MCG), avalia-se o custo de instalação da facilidade levando-se em consideração o fornecimento das matérias-primas e os mercados consumidores. Então, escolhe-se o local com menor custo dentre os locais avaliados; este método é adequado quando uma única facilidade deve ser instalada. A aplicação do MCG é reportada em Pinto *et al.* (2009), referindo-se a um estudo de localização de uma estação para pré-tratamento de OGR na cidade de Natal.

Outro exemplo do MCG é apresentado em Martins e Laugeni (2005). A Figura 3.3 apresenta a distribuição dos locais potenciais e a Tabela 3.1 mostra as quantidades

fornecidas (em toneladas), o custo unitário de transporte e a localização (coordenadas espaciais planimétricas) de cada local. Então, calcula-se o melhor posicionamento nos dois sentidos, somando-se os produtos entre a quantidade fornecida, o custo unitário e a distância relativa ao km zero de cada local, dividindo depois pelo custo total do transporte do sentido considerado. Os valores resultantes representam as coordenadas do ponto que será o melhor local para instalar a facilidade. Para este exemplo, temos:

		DISTRIBUIÇÃO DOS LOCAIS				
km	500	MP1			PA1	PA2
	400		MP2	PA3		
	300	PA4				
	200					
	100	PA5				MP3
km	0	100	200	300	400	500

Figura 3.3 - Distribuição dos locais
Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

Tabela 3.1 - Custos/quantidades

Custos/Quantidades				
Dados				
Local	Quantidades (T)	Custo de transporte (\$ por km)	Localização (Horizontal e Vertical)	
MP1	200	3	100	500
MP2	400	2	200	400
MP3	300	2	500	100
PA1	150	4	400	500
PA2	300	3	500	500
PA3	50	5	300	400
PA4	250	4	100	300
PA5	50	3	100	100

Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

Localização horizontal:

$$= \frac{(200 \times 3 \times 100 + 400 \times 2 \times 200 + \dots + 250 \times 4 \times 100 + 50 \times 3 \times 100)}{(200 \times 3 + 400 \times 2 + 300 \times 2 + 150 \times 4 + \dots + 250 \times 4 + 50 \times 3)}$$

Localização vertical:

$$= \frac{(200 \times 3 \times 500 + 400 \times 2 \times 400 + \dots + 250 \times 4 \times 300 + 50 \times 3 \times 100)}{(200 \times 3 + 400 \times 2 + 300 \times 2 + 150 \times 4 + \dots + 250 \times 4 + 50 \times 3)}$$

$$\text{Localização horizontal} = 1.400.000/4.900 = 285,7$$

$$\text{Localização horizontal} = 1.845.000/4.900 = 376,5$$

=> Ponto com coordenadas locais ótimas: (285,7; 376,5)

3.4.1.2 Método dos Momentos

O método dos momentos calcula o custo do momento de transporte de cada localidade para as demais e depois compara a soma desses custos; aquele local que oferece o menor custo do momento global de transporte será o escolhido. Deve ser lembrado que o custo do momento de transporte para certa região é igual ao produto entre o custo unitário de transporte, a quantidade transportada e a distância.

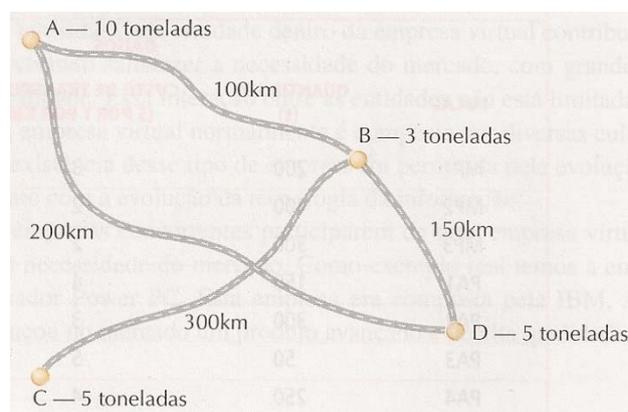


Figura 3.4 - Rede de transporte do exemplo abordado.
Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

Martins e Laugeni (2005) apresentam um exemplo da escolha de um local para instalar uma indústria, tendo quatro localidades candidatas (A, B, C e D) contendo potenciais clientes dessa indústria. A Figura 3.4, mostra os dados do problema, como a

quantidade demandada por cada local (em toneladas) e a distância entre os locais candidatos, em quilômetros.

Considerando um custo fixo de \$2,0/t-km para o produto industrial em foco, os cálculos relacionados ao problema são apresentados abaixo. Nesse caso, a localidade B apresenta o melhor resultado, como se pode observar nos cálculos mostrados.

$$A : (\$ 2,00/\text{t-km}) \times 3\text{t} \times 100\text{km} + 2,00 \times 5 \times 400 + 2,00 \times 5 \times 200 = \$ 6.600,00$$

$$B : 2,00 \times 10 \times 100 + 2,00 \times 5 \times 300 + 2,00 \times 5 \times 150 = \$ 6.500,00$$

$$C : 2,00 \times 10 \times 400 + 2,00 \times 3 \times 300 + 2,00 \times 5 \times 450 = \$ 14.300,00$$

$$D : 2,00 \times 10 \times 200 + 2,00 \times 3 \times 150 + 2,00 \times 5 \times 450 = \$ 9.400,00$$

3.4.1.3 Método do Ponto de Equilíbrio

O método do ponto de equilíbrio é também aplicado na resolução de problemas de localização de facilidades. Ele calcula os custos totais da operação, relativos a cada local, somando os custos fixos e variáveis; a localidade que apresenta o menor custo total deverá ser a escolhida.

Com relação a este método, Martins e Laugeni (2005) apresentam um caso de estudo de localização de uma fábrica, tendo-se três localidades potenciais: A, B e C. Os dados sobre os custos fixos anuais e os custos variáveis unitários de cada localidade candidata são mostrados na Tabela 3.2 abaixo.

Tabela 3.2 - Custos fixos e variáveis

LOCALIDADE	CUSTO FIXO POR ANO	CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO
A	\$ 120.000,00	\$ 64,00
B	\$ 300.000,00	\$ 25,00
C	\$ 400.000,00	\$ 15,00

Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

A viabilidade de cada alternativa será avaliada através da comparação entre quantidades a serem produzidas. Assim, a viabilidade de determinada localidade só será

possível dentro de uma faixa de volume de produção. No exemplo em questão, o gráfico da Figura 3.5 abaixo mostra os custos totais envolvendo as três alternativas.

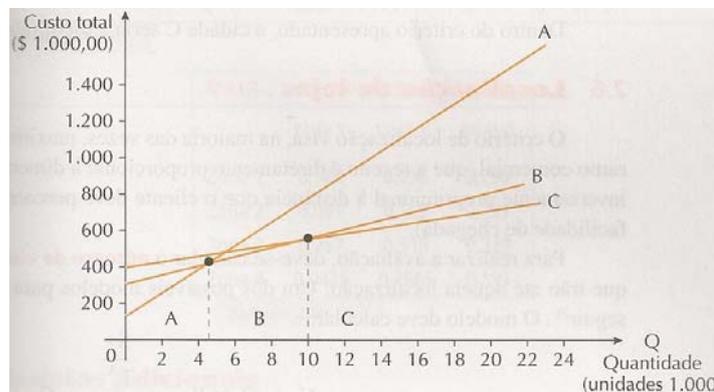


Figura 3.5: Custos Totais do Exemplo.
Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

Observando-se o gráfico da Figura 3.5, pode-se ver que a localidade A é a mais adequada para a produção de até 4.615 unidades; entre este valor e 10.000 unidades a localidade B se mostra mais viável e, finalmente, acima de 10.000 unidades a localidade C é a melhor para a instalação da fábrica. Nos pontos de interseção os custos são equivalentes entre as (duas) alternativas.

Para ilustrar os cálculos realizados, são calculados os custos totais das três alternativas para 10.000 unidades:

$$\text{Custo total de A} = 120.000,00 + 64,00 \times 10.000 = \$ 760.000,00$$

$$\text{Custo total de B} = 300.000,00 + 25,00 \times 10.000 = \$ 550.000,00$$

$$\text{Custo total de C} = 400.000,00 + 15,00 \times 10.000 = \$ 550.000,00.$$

3.4.1.4 Método Gravitacional

Alguns métodos de localização de empreendimentos têm como objetivo principal avaliar a localidade onde a operação empresarial obterá a maior receita. No método gravitacional assume-se que a receita é diretamente proporcional à dimensão da

loja (área ocupada) e inversamente proporcional à distância que o cliente deve percorrer até o ponto de atendimento, que reflete a dificuldade ou facilidade do cliente chegar ao ponto. A Figura 3.6, abaixo, apresenta a fórmula de cálculo do número de clientes do local i dispostos a se deslocarem até o local j .

$$N_{ij} = C_i \times P_{ij} \frac{\frac{S_j}{T_{ij}^A}}{\sum_{k=1}^n \frac{S_k}{(T_{ik})^A}} C_i$$

Figura 3.6 - Fórmula para o cálculo do número de clientes dispostos a deslocar-se de i até o local j
Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

Onde:

N_{ij} = número de clientes da região i dispostos a deslocar-se até o local j ;

P_{ij} = probabilidade de um cliente da região i ir até a região j ;

C_i = número de clientes residentes na região i ;

S_j = área da operação situada em j ;

S_k = área da operação situada em k ;

T_{ij} = tempo que o cliente leva de i até j ;

T_{ik} = tempo que o cliente leva de i até k ;

A = parâmetro utilizado para refletir o efeito que o tempo de viagem causa nos hábitos de compra do cliente (normalmente 2).

Martins e Laugeni (2005) ilustram a aplicação deste método com o exemplo da instalação de uma terceira loja para o atendimento de clientes situados em quatro zonas específicas. A terceira loja seria instalada na zona nomeada como zona 2, sendo que há 2 lojas (uma na localização 1 que, antes da instalação da terceira loja, atendia 1.526 clientes e outra, na zona 3, que atendia 2.274). Após a instalação da terceira loja, de acordo com o modelo descrito, as lojas 1, 2 e 3 passaram a atender respectivamente 1.045, 1.606 e 1.149 clientes. Abaixo, as Tabelas 3.3, 3.4 e 3.5, juntamente com o Quadro 3.1, apresentam os dados e resolução do problema.

TABELA 3.3 - Distribuição de probabilidades do problema do exemplo de localização das lojas.

MATRIZ DAS PROBABILIDADES			
	LOJA 1	LOJA 2	LOJA 3
ZONA 1	0,580	0,130	0,290
ZONA 2	0,091	0,182	0,727
ZONA 3	0,257	0,515	0,228
ZONA 4	0,0425	0,7665	0,191

Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

Os valores encontrados na Tabela 3.3 representam a probabilidade de residentes nas zonas especificadas neste exemplo, entre 1 e 4, se dirigirem a um das lojas.

Tabela 3.4 - Dados referentes aos clientes das lojas.

DADOS DAS ALTERNATIVAS				
DISTRIBUIÇÃO DAS ALTERNATIVAS				
TEMPO DE VIAGEM (min)				
ZONA	CLIENTE	T_{ij1}	T_{ij2}	T_{ij3}
1	1.000	5	15	10
2	500	10	10	5
3	1.500	10	10	15
4	800	15	5	10

Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

A Tabela 3.4 apresenta as seguintes informações, na coluna 1 as zonas onde residem os clientes, na coluna 2 a quantidade de clientes em cada zona, e nas colunas de 3 a 5, encontram-se os tempos gastos pelos clientes para chegar às lojas.

Tabela 3.5 - Área das lojas.

LOJA	ÁREA (1.000ft²)
1	200
2	400
3	400

Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

A Tabela 3.5 apresenta às áreas das lojas e o Quadro 3.1 as localizações destas.

	LOJAS POR ZONAS			
Lojas	1	2	3	4
1	x			
2			x	
3				
4		x		

Quadro 3.1 - Localização das lojas
Adaptado de: MARTINS e LAUGENI (2005)

Este método parece bastante interessante quando a organização busca aumentar o nível de serviço aos seus clientes, bem como fazer frente à concorrência. O preço pela elevação do nível de serviço consubstancia-se na elevação dos custos, causado pelo maior número de pontos de atendimento (lojas).

3.4.1.5 O Problema de Localização de Facilidades Capacitado (PLFC)

O Problema de Localização de Facilidades Capacitado (PLFC) apresenta-se como um método bastante eficaz quando se faz necessário instalar algumas facilidades para o atendimento de demandas em diversos locais candidatos. Estas facilidades podem ser fábricas, armazéns, lojas, hospitais, escolas, postos de saúde, delegacias de polícia, unidades de patrulhamento policial ou outro qualquer equipamento de infraestrutura. O objetivo primordial do PLFC consiste em minimizar a soma dos custos de instalação das facilidades e de transporte dos produtos de modo a atender, de forma otimizada, à demanda como um todo.

Assim, o PLFC torna-se vital para qualquer organização, visto que, segundo Bowersox *et al.* (2006), os custos com transporte representam 59% dos custos logísticos nos Estados Unidos. Além disso, Ballou (2006) afirma que, com o aumento da eficiência dos sistemas de transporte, toda a sociedade se beneficia não só pela redução de custos de consumo, mas também devido à melhoria da acessibilidade individual. Observe-se, ainda, que, quando as facilidades são posicionadas de forma otimizada, aumenta-se a eficiência dos sistemas logísticos não somente com relação aos custos monetários, mas pela melhoria do nível de serviço que este sistema poderá oferecer.

3.4.1.5.1 Modelo matemático

Considere-se um conjunto de facilidades $I = \{1, \dots, m\}$ e um conjunto de clientes ou consumidores $J = \{1, \dots, n\}$. Sendo a_i a oferta associada à uma facilidade $i \in I$, b_j a demanda total associada ao um consumidor $j \in J$ e f_i representando o custo fixo da instalação da facilidade $i \in I$. E, por ultimo, sendo c_{ij} o custo linear de transporte unitário da facilidade $i \in I$ ao consumidor $j \in J$. GUIMARÃES (2009) descreve o PLFC como um Problema de Otimização Combinatória Permutacional (POCP), cujo modelo matemático é descrito.

$$\min \sum_{i \in I} f_i y_i + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} x_{ij} \quad (I)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \leq a_i y_i, \forall i \in I \quad (II)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = b_j, \forall j \in J \quad (III)$$

$$x_{ij} \geq 0, \forall i \in I, \forall j \in J \quad (IV)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \forall i \in I \quad (V)$$

A resolução deste modelo, então, produz os locais ótimos de implantação das m facilidades, atendendo aos n clientes de forma otimizada, com os recursos e as restrições dadas.

3.4.2 Método Qualitativo

Para localizar determinadas facilidades, podem ser utilizados fatores qualitativos, principalmente quando há empate de alternativas por meio da análise quantitativa. Martins e Laugeni (2005) apresentam um método qualitativo para escolha de cidades candidatas para a localização de uma empresa. Inicialmente, são definidos os fatores que influenciam nos custos de localização; então, são atribuídos pesos cuja soma iguala-se a 100. Os pesos são definidos através de brainstorming entre os executivos da organização, é levado em consideração o grau de importância dos fatores com relação os objetivos da empresa. Em seguida, são atribuídas notas a cada cidade para cada fator. A Tabela 3.6 ilustra a aplicação deste método qualitativo. Observa-se que a cidade C deverá ser a escolhida dentre as cidades candidatas, por apresentar o maior somatório do produto entre as notas dadas pelos respondentes às cidades, considerados os pesos de cada fator.

Tabela 3.6 - Fatores e pesos na localização.

FATORES					
		NOTAS MÉDIAS POR FATOR			
PESO	FATOR	A	B	C	D
10	Disponibilidade de pessoal	7,5	8,0	6,5	5,0
15	Aspectos sindicais	10,0	5,0	7,0	9,5
20	Restrições ambientais	5,0	7,5	9,0	6,5
15	Qualidade de vida	9,0	8,0	9,5	8,5
15	Suprimento de materiais	6,5	6,0	7,5	8,5
15	Isenção de impostos	5,0	8,0	8,0	8,5
10	Desenvolvimento regional	5,0	6,0	8,0	6,5
TOTAL		682,5	695,0	805,0	770,0

Fonte: MARTINS e LAUGENI (2005)

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram abordadas questões referentes às cadeias produtivas do biodiesel. Inicialmente, foram explicitados os fluxos das cadeias produtivas para a produção do biodiesel, a partir de uma série de matérias-primas, como animais vivos, oleaginosas, OGR e água servida (usada). Em seguida, fez-se uma descrição mais detalhada da cadeia de produção de biodiesel derivado do OGR, partindo das plantas agrícolas, onde são plantadas as oleaginosas, passando pela agroindústria, onde são produzidos os óleos vegetais, e seguindo pela cadeia de distribuição até o consumidor de óleos comestíveis, fator de geração do OGR, que segue para o sistema de coleta, tratamento e produção de biodiesel.

Buscou-se abordar, de modo sucinto, as questões estratégicas sobre a estruturação da cadeia de suprimentos, com ênfase na importância da localização adequada de facilidades (usinas e refinarias/centros de distribuição/pontos de varejo etc.). Após isto, foram descritos métodos para a localização de facilidades, focando cinco métodos quantitativos e um método qualitativo. Um dentre tais métodos pode auxiliar no atendimento de um dos objetivos do presente Estudo que é o de estabelecer a localização de áreas dentro cidade de Fortaleza para a instalação de cinco usinas de pré-tratamento de OGR.

CAPÍTULO 4

PREFERÊNCIA DECLARADA

4.1 INTRODUÇÃO

A Preferência Declarada (PD) é o termo utilizado para um conjunto de técnicas de análise cuja utilização objetiva a estimação da função utilidade das alternativas de escolha através de declarações de indivíduos sobre aquelas alternativas formadas dentro de uma coleção de conjuntos de escolha. As técnicas PD são mais comumente utilizadas nas previsões de demanda para novos produtos e serviços, sendo que este conjunto de técnicas supre as deficiências dos métodos estatísticos utilizados com dados de preferência revelada (PR), como a baixa qualidade dos dados e os altos custos de coleta.

Luz (1997) afirma que os dados obtidos em pesquisas de opinião envolvendo preferência revelada (PR) não fornecem subsídios para medir a aceitação de produtos ou serviços quando estes possuem características que não fazem parte do cotidiano de determinados consumidores. A aplicação das técnicas de preferência declarada torna-se extremamente útil nesses casos específicos.

Para Kroes e Sheldon (1988 *apud* Luz,1997), os métodos de preferência declarada são um conjunto de técnicas que utilizam as respostas de indivíduos com relação às suas preferências sobre um conjunto de opções para estimar funções de utilidade. Nesse caso particular, as alternativas podem ser idealizadas baseando-se em situações reais ou através de suposições relacionadas às qualidades ou características de novos produtos ou serviços.

Freitas (1995) elenca cinco finalidades para a aplicação dos métodos de preferência declarada: o desenvolvimento de novos produtos, o planejamento de marketing (prioridades para decisões de investimento), a estimativa da elasticidade-preço, a segmentação de mercado/estimação de demanda e a simulação de preços.

As limitações próprias das pesquisas de opinião, com base em dados de preferência revelada, consistem em que não apresentam variação dos atributos da utilidade, o que impossibilita a realização de *trade-offs* entre aqueles atributos. Ortúzar e Willumsen (1994 *apud* Brandão Filho, 2005) reportam possíveis deficiências no uso de dados PR, tais como: (i) os atributos que compõem a função utilidade podem estar altamente correlacionados; (ii) as variáveis explicativas apresentam erros de medição; e (iii) há dificuldade na coleta de respostas sobre o impacto de novas políticas nas preferências dos indivíduos, além da impossibilidade da inclusão de alternativas que inexistem no mercado.

Caldas (1995 *apud* Brandão Filho, 2005) apresenta um esquema que demonstra como alguns problemas estão ligados às etapas do processo de modelagem com dados de preferência revelada.

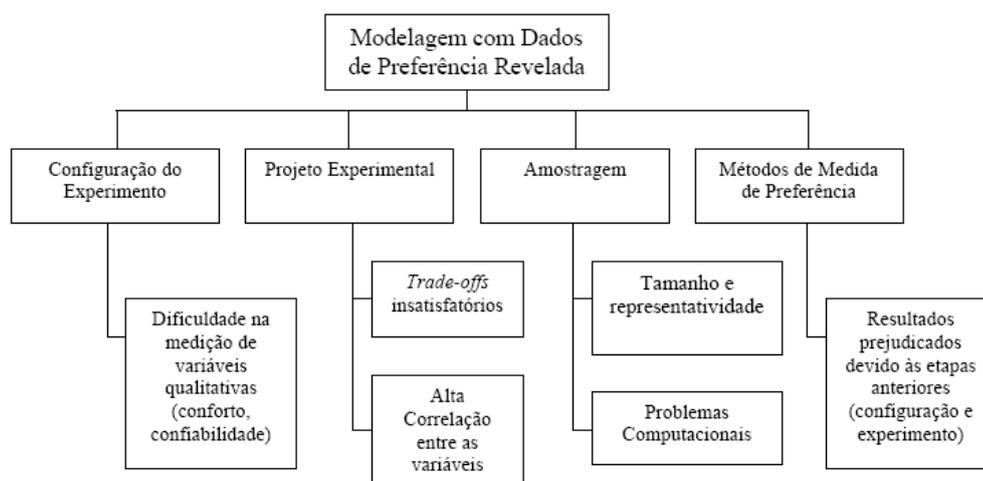


Figura 4.1- Problemas referentes à modelagem com dados de PR.
Fonte: CALDAS (1995 *apud* BRANDÃO FILHO, 2005).

Segundo Louviere *et al.* (2000 *apud* Brandão Filho, 2005), os dados de PD vêm sendo utilizados, há quatro décadas em pesquisas de Marketing e na área de Transportes. Na última década, a PD vem sendo utilizada em diversos campos, desde a inserção de combustíveis em determinados mercados (como é o caso do trabalho de Brandão Filho, 2005, que trata do nível de aceitação do gás natural em Caucaia, cidade

da Região Metropolitana de Fortaleza), até na análise de preferências no mercado habitacional (como é o caso do trabalho de Brandli e Heineck, 2005).

Pearmain *et al* (1991 *apud* Brandão Filho, 2005) apontam as principais vantagens das técnicas de PD, destacadas a seguir:

- a) Permitem a detecção de preferências individuais diante de cenários hipotéticos em determinado mercado, possibilitando a inclusão de novas alternativas;
- b) Permitem que o analista manipule os atributos e seus valores, de modo a evitar os erros provenientes dos dados PR, referentes aos fatores não observados e à correlação entre variáveis; e
- c) Permitem a incorporação de variáveis qualitativas ao experimento.

4.2 A DECISÃO E O COMPORTAMENTO DE ESCOLHA

As teorias econômicas que utilizam modelos econométricos para modelar o comportamento do consumidor buscam explicar as decisões dos indivíduos sobre a escolha de uma alternativa dentre várias.

Brandli e Heineck (2005) apresentam um modelo estruturado do processo de decisão dos indivíduos em relação à escolha de um bem ou serviço. Nesta representação, o processo de escolha individual está dividido em seis fases; a Figura 4.2 mostra uma visão geral do processo de escolha do consumidor.

Para os mencionados autores, os componentes que interferem no comportamento do consumidor são separados em elementos externos - que estão relacionados às características do bem e às restrições situacionais, e elementos internos - como as percepções e as preferências. Os primeiros são facilmente observados pelos analistas, mas os segundos não. Os elementos externos servem para manipular o comportamento do mercado e os elementos internos estão relacionados com a compreensão que os

consumidores possuem sobre as opções e influenciam suas decisões e estratégias individuais.

A inferência dos elementos externos e internos que interferem nas preferências dos consumidores pode ser feita através da aplicação de técnicas quantitativas, como as de PD que extraem dados de preferência relacionados a cada alternativa e as intenções de comportamentos individuais. Assim, são estimadas as funções-utilidades associadas ao consumo de determinados bens ou serviços, obtendo-se um índice que reflete o nível de satisfação correspondente a consumi-los.

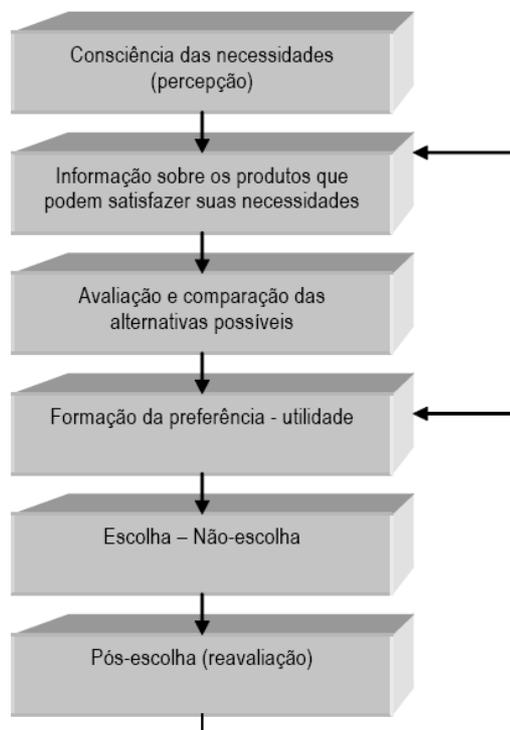


Figura 4.2 - Visão geral do processo de escolha do consumidor.

Fonte: LOUVIERE *et al* (2000 *apud* BRANDLI e HEINECK, 2005).

A função-utilidade é a forma como os atributos são combinados para criar um determinado nível de utilidade; esta indica o valor que o indivíduo atribui a um determinado serviço ou produto, através da combinação de fatores, de forma que esse valor seja maximizado para a escolha realizada dentro de um conjunto de opções (BEN-AKIVA e LERMAN (1985 *apud* BRANDLI e HEINECK, 2005).

O nível de utilidade atingido é uma combinação adequada de atributos que são ponderados pela importância relativa de cada um na contribuição da utilidade de um bem ou serviço particular (ORTUZAR e WILLUNSEM, 1994). Pode-se definir a utilidade como o conceito que expressa o valor atribuído por um indivíduo a um produto (bem ou serviço) em particular, dentre uma coleção de produtos.

A configuração mais comumente utilizada da função-utilidade está representada na Equação 4.1:

$$U_i = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n \quad (4.1)$$

Onde:

U_i é a utilidade da opção i ;

X_1, X_2, \dots, X_n são os atributos do produto;

a_1, a_2, \dots, a_n são coeficientes do modelo;

a_0 é a constante do modelo.

Os coeficientes do modelo representam valores relativos aos atributos relacionados à utilidade total do produto e a constante a_0 pode contribuir negativa ou positivamente com relação à utilidade do produto, podendo este modelo ser compensatório, visto que se pode manter o mesmo nível de utilidade quando são alterados dois atributos. As variáveis X representam os atributos ou características relacionadas às alternativas em questão. Freitas (1995) aponta que os coeficientes podem ser usados para determinar valores monetários e especificar funções-utilidades em modelos de predição.

A utilidade baseia-se, segundo FREITAS (1995), em duas premissas básicas: a consistência e a transitividade. A *consistência* diz que, sob condições idênticas, a probabilidade de se escolher uma determinada alternativa não deve se alterar. A *transitividade* ocorre quando se comparam as utilidades das alternativas A, B e C, sendo

que A é preferível a B e B é preferível C; então, se compararmos A a C, A será preferível a C.

A Equação 4.1 não consegue explicar todos os aspectos que envolvem a modelagem da utilidade, devido às inconsistências apresentadas pelos respondentes no momento de suas escolhas ou por alguns fatores não levados em consideração pelo modelador no momento da elaboração do experimento. Devido a essas inconsistências, surgiu o conceito de utilidade aleatória para superar as limitações do conceito anterior; tal conceito é apresentado através da Equação 4.2. Tal limitação é suplantada pela adição de um termo associado ao erro na função-utilidade, como descrito abaixo.

$$V_i = U_i + \epsilon_i \quad (4.2)$$

Onde:

V_i : é a utilidade aleatória relativa ao produto “i”;

U_i : é a utilidade determinística do produto “i”;

ϵ_i : é o termo de erro associado ao produto “i”.

Com a presença do componente randômico (ϵ_i), as escolhas dos consumidores deixam de ter um caráter determinístico e são interpretados probabilisticamente. Desta forma, busca-se calcular a probabilidade de determinado bem ou serviço ser escolhido por um determinado consumidor; para representar esta questão, são utilizadas equações como a Equação 4.3, apresentada abaixo:

$$P(i/C) = P(V_i > V_j) \quad (4.3)$$

Onde $P(i/C)$ é probabilidade de escolha do bem, serviço ou marca i de um conjunto C (j) de bens ou serviços oferecidos. Os termos restantes são previamente estabelecidos, sendo estes semelhantes aos termos da equação 4.2, relacionados aos bens ou serviços i e j.

Freitas (1995) reporta que é tarefa do analista/modelador identificar todas as variáveis e outros fatores que influenciam o processo de escolha. Então, após serem identificadas todas as variáveis, deve-se especificar como as variáveis explanatórias combinam-se influenciando determinada decisão (forma funcional da função-utilidade). Assim, o analista/modelador deve utilizar algum procedimento heurístico para combinar o relacionamento entre as variáveis e o comportamento de escolha. A função-utilidade vem sendo largamente utilizada com este fim.

4.3 ETAPAS DE ELABORAÇÃO DE MODELOS PD

4.3.1 Definição do Ambiente de Escolha

A primeira fase para a elaboração de modelos PD é a definição do ambiente de escolha, que se consubstancia pela identificação do mercado de interesse. Como, por exemplo, o mercado de combustíveis, onde as respostas às questões colocadas podem estar relacionadas a quais tipos de veículos (por exemplo, se leves ou pesados) focar. Na área de transporte de passageiros pode-se querer investigar qual modo ou serviço de transporte seria escolhido pela maioria dos passageiros em determinado trecho, como em (BRANDÃO FILHO, 2005). No mercado imobiliário, pode-se desejar saber qual opção será mais aceita pelo mercado-alvo, dentro de um conjunto de opções que pode ser oferecido, como em (BRANDLI e HEINECK, 2005).

4.3.2 Definição dos Atributos

A escolha das variáveis ou atributos é de extrema importância nos experimentos de preferência declarada. Os atributos escolhidos serão um reflexo do ambiente ou mercado que se deseja explorar e este ambiente vai delimitar a quantidade de atributos que serão considerados no experimento (BRANDÃO FILHO, 2005). Por exemplo, na escolha do modal de transporte de carga em uma região onde não há possibilidade de transporte aquaviário nem aéreo, o atributo “tipo de modal” já estaria delimitado, pois só haveria a possibilidade dos modais rodoviário, ferroviário e (dependendo do tipo de carga) dutoviário.

Quando o atributo for irrelevante ao produto (bem ou serviço) que poderá ser ofertado a um conjunto de clientes, como “cor do veículo”, quando se está pesquisando sobre qual tarifa aplicar em determinado trecho ao transporte público, tal atributo seria irrelevante na escolha dos consumidores deste serviço.

Os atributos não incluídos na função utilidade são estimados pela “constante específica da alternativa - CEA” (a_0 na equação 4.1), que engloba os efeitos determinísticos de todos os demais atributos da alternativa que não foram considerados pelo analista no momento da montagem do experimento. Observe-se, ainda, que o coeficiente de cada atributo k na função de utilidade da alternativa j (a_{kj}) representa o peso daquele atributo na utilidade da alternativa.

4.3.3 Definição dos Níveis dos Atributos

Esta etapa deve estar relacionada ao nível socioeconômico dos entrevistados, visto que, em determinados mercados, alguns níveis dos atributos escolhidos não fazem parte do conjunto de escolha dos tomadores de decisão (BRANDÃO FILHO, 2005). Por exemplo, preços elevados de diárias em hotéis quando o estudo focaliza pessoas de médio ou baixo poder aquisitivo.

Outro caso ocorre quando o nível de determinado atributo não faz parte do interesse dos respondentes ou pode lhes prejudicar. Como exemplo, tem-se o glúten como ingrediente para pessoas que são a ele alérgicas, quando se trata da escolha de ingredientes para preparos culinários; ou ofertas de veículos de baixa potência para escolha por pessoas que apreciam carros de alto desempenho e que podem pagar os preços cobrados por sua aquisição. A escolha dos níveis dos atributos deve refletir alternativas concorrentes, possibilitando gerar *trade-off* na escolha.

4.3.4 Montagem dos Cartões no Experimento PD

Nesse ponto, é interessante citar que existem três modos de apresentação das técnicas de preferência declarada, que são: escalonamento (*rating*), hierarquização

(*ranking*) e comparação de pares (*pairwise choice*) (BRANDÃO FILHO, 2005). Com relação ao primeiro, o entrevistado responde atribuindo nota a cada alternativa; no modo *hierarquização*, o entrevistado ordena as alternativas de acordo com a sua preferência; por último, no modo *comparação de pares*, o entrevistado escolhe uma dentre um par de alternativas.

Um dos princípios básicos na montagem dos cartões PD é manter a ortogonalidade das alternativas. Tal propriedade assegura que os efeitos de cada atributo sobre a utilidade da alternativa são independentes uns dos outros. Segundo Pearmain *et al* (1991 apud Brandão Filho, 2005) a ortogonalidade é uma propriedade que permite que todos os efeitos possam ser estimados isoladamente (sem multi-colinearidade).

Para que a ortogonalidade entre as alternativas seja obtida, são utilizados planos fatoriais (*Master Plans*) em uma metodologia que conduz a uma combinação de atributos que reflete os efeitos até 3ª ordem, desprezando-se as demais ordens. Efeitos principais de cada atributo, que são efeitos de 1ª ordem;

- Efeitos de 2ª e 3ª ordens, que são efeitos cruzados (entre 2 e 3 atributos, respectivamente) sobre a utilidade global da alternativa.

Quando são consideradas todas as combinações possíveis entre os níveis de todos os atributos, tem-se o Projeto Fatorial Completo (PFC) como apresentado pela Equação 4.4.

O PFC leva a um experimento que engloba todas as combinações possíveis; porém, existem sérios problemas relacionados ao grande número de combinações de níveis de atributos para a formação de alternativas, visto que o número de níveis elevado ao número de atributos é igual ao número de alternativas. Então, em um experimento simples com 3 atributos, cada um com 4 níveis, teríamos 64 conjuntos de escolha, o que corresponderia a 2.016 alternativas de escolha.

$$N = \prod n_i^{a_i} \quad (4.4)$$

Onde:

N: número de combinações possíveis;

n_i : número de níveis do i -ésimo atributo;

a_i : i -ésimo atributo.

Para mitigar os problemas ocasionados pelo grande número de conjuntos de escolha gerados em um PFC, Pearmain *et al* (1991 *apud* Brandão Filho, 2005) apresentam cinco opções:

- Uso de Projetos Fatoriais Fracionados;
- Remoção de alternativas dominantes e dominadas do conjunto total de escolha;
- Separação das alternativas do PFC em “blocos” de alternativas;
- Fixação de um atributo comum em experimentos separados; e
- Definição dos atributos em termos de diferenças de alternativas.

a) Projetos Fatoriais Fracionados (PFF)

Este artifício se constitui em um dos métodos mais importantes e mais utilizados pelos projetistas, permitindo considerar alguns dos efeitos que se acredita serem essenciais para a análise de determinado mercado. Desta forma, muitos dos efeitos cruzados dos atributos na função de utilidade são ignorados como já citado anteriormente.

Hahn e Shapiro (1966) classificam os projetos fatoriais fracionados (PFF) em “Planos de Resolução”, descritos abaixo:

➤ Plano de Resolução V: este tipo de PFF assume que as interações de terceira ordem são negligenciáveis, mas permite a estimação dos efeitos principais e de segunda ordem;

➤ Plano de Resolução IV: este tipo de PFF permite a estimação dos efeitos principais independentemente dos efeitos de interação de segunda ordem, assumindo que todos os outros efeitos de interação são negligenciáveis;

➤ Plano de Resolução III: este tipo de PFF permite a estimação somente dos efeitos principais, assumindo que os demais efeitos são negligenciáveis.

b) Remoção de alternativas dominantes e dominadas do conjunto total de escolha

Esta abordagem permite a eliminação de alternativas segundo o princípio da dominância entre alternativas. Assim, determinada alternativa pode ser considerada “dominante” quando os valores de todos os seus atributos da função utilidade de uma alternativa são mais vantajosos que aqueles das demais alternativas; analogamente, a alternativa é “dominada” quando todos os valores dos seus atributos da função utilidade de uma alternativa são menos atrativos que aqueles das demais alternativas. A principal vantagem desta opção reside na identificação dos entrevistados que escolhem as alternativas aleatoriamente, sem analisá-las racionalmente.

c) Separar as alternativas do PFC em “blocos” de alternativas

Este artifício é utilizado quando da utilização do PFC, onde este é separado em conjuntos de alternativas denominadas “blocos”; a partir desses blocos são montados os cartões contendo os conjuntos de escolha. Desta forma, qualquer um dos blocos de cartões de preferência declarada são apresentados a cada entrevistado. A hipótese na qual este método se baseia é de que as preferências dos entrevistados são suficientemente homogêneas, de modo que os efeitos possam ser combinados na etapa de estimação dos modelos.

d) Fixar um atributo comum em experimentos separados

Este artifício consiste em dividir os atributos em subconjuntos e incluir em todos eles pelo menos um atributo comum. Este método é muito útil quando há um elevado número de atributos e que torna inviável a elaboração de um experimento com todos eles.

e) Definir os atributos em termos de diferenças de alternativas.

Neste método não são considerados os valores absolutos a cada alternativa, mas valores relativos entre eles. É muito utilizado quando se busca comparar um produto com outras opções que ainda não fazem parte da realidade de determinado mercado.

Desta forma, fixa-se a alternativa atual com os valores vigente dos atributos e consideram-se as possíveis opções que possam ser ofertadas. Então, toma-se a diferença entre os valores dos atributos das opções e aqueles da alternativa existente. Assim, pode-se reduzir substancialmente o número de combinações ou conjuntos de escolhas do experimento.

CAPÍTULO 5

METODOLOGIA

5.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a metodologia utilizada para a realização deste estudo, o qual se propõe a contribuir para o fortalecimento da cadeia de logística reversa do OGR na cidade de Fortaleza.

Tal metodologia embasa-se na aplicação de dois métodos. Em primeiro lugar, de uma técnica de preferência declarada utilizada para determinar as variáveis-chaves que refletem a disposição dos maiores geradores (domiciliares) deste resíduo urbano a transacionarem com o mesmo. A análise dessas variáveis-chaves subsidia a formulação de propostas de políticas que favoreçam a transação do OGR por parte destes geradores, evitando seu inadequado direcionamento do ponto de vista ambiental e promovendo a inclusão social e produtiva de segmentos de catadores de resíduos.

A segunda parte desta metodologia envolve a indicação da localização otimizada de ETPO's para o tratamento do OGR na cidade de Fortaleza, para posterior direcionamento como insumo à produção de biodiesel. Para tal, foram utilizados dois métodos: i) o método do Centro de Gravidade, que enfoca a eficiência do sistema, levando em conta a utilização da capacidade máxima instalada das facilidades em um espaço de tempo relativamente curto, bem como a redução dos impactos ambientais gerados pelo descarte indevido do OGR; e ii) o PLFC, que enfatiza a posição das sedes dos agentes coletores do resíduo (as associações de catadores de material reciclado) na área de estudo.

5.2. APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE PD

Na realização dos experimentos PD, buscam-se atributos relevantes encontráveis na literatura para o foco abordado e se estabelecem seus respectivos níveis. Posteriormente, montam-se conjuntos de escolha usando-se Planos Fatoriais Fracionados (PFF) para que a complexidade do experimento fique restrita a efeitos de relevância sobre a variável dependente nas funções de utilidade das alternativas nos

conjuntos de escolha. Em seguida, montam-se os questionários ou cartões de PD para análise e escolha pelos respondentes.

Na organização do experimento, em se tratando de escolha de pares (*pairwise choice*), são estruturados questionários com n cartões (pares de escolha), de forma que se preserve a aleatoriedade da combinação dos pares dos conjuntos de escolha.

Finalmente, avaliam-se os resultados da pesquisa, ressaltando-se os elementos que sugiram a adoção de políticas para incentivar a transação do OGR pelos seus geradores na área de estudo.

5.2.1 Seleção dos Atributos

A seleção dos atributos é feita através de pesquisa na literatura e *brainstorming* com técnicos envolvidos com a problemática em foco. No caso do presente Estudo, este grupo foi composto de doutores, mestres e mestrandos ligados ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Infraestruturas de Transporte e Logística da Energia (GLEN/UFC).

A escolha dos atributos selecionados baseia-se na sua relevância com relação a pelo menos um dos objetivos do estudo, como o de identificar as variáveis-chaves no processo de decisão relativo à transação com o OGR gerado.

5.2.2 Definição do Projeto Experimental

Utilizando-se o catálogo de montagem de experimentos PD, desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento e Pesquisa da General Eletric (Hahn and Shapiro, 1966), pode-se elaborar os passos para a obtenção dos valores das variáveis que devem compor os questionários do projeto experimental PD para o caso de estudo.

5.2.3 Montagem dos Questionários PD

Conjuntos de escolha podem ser estimados através de Plano Fatorial Fracionado (PFF) referenciado no item anterior. Posteriormente, de forma aleatória, pode-se estruturar matrizes com m colunas e k linhas de conjuntos de escolha (denominadas rodadas) com o auxílio de rotinas específicas. Após isto, faz-se a montagem dos cartões de escolha combinando os elementos de cada linha das rodadas, seguindo-se os procedimentos abaixo descritos:

- Combina-se o primeiro elemento da primeira linha da primeira rodada com o segundo elemento da primeira linha da primeira rodada, formando, assim, o 1º cartão de escolha;
- Em seguida, combina-se o segundo elemento da primeira coluna da primeira rodada com o terceiro elemento da primeira rodada, formando o 2º cartão de escolha;
- Posteriormente, combina-se o primeiro elemento da primeira coluna da primeira rodada com o terceiro elemento da primeira rodada, formando o 3º cartão de escolha;
- O procedimento deve ser repetido com os elementos das demais linhas da primeira rodada e, posteriormente, com as linhas das outras rodadas formadas;
- Quando o número de cartões de escolha se igualar a p (de preferência, menor ou igual a 10) forma-se, então, um questionário; posteriormente, inicia-se a contagem do número de cartões para a formação de um novo questionário.

Com este procedimento, no caso de estudo, foram estruturados 40 questionários com 10 cartões/pares; posteriormente, foram inseridos dois cartões em cada questionário, sendo que o primeiro deles continha uma alternativa dominante e a outra dominada, servindo para checar a consistência lógica da escolha pelo respondente. O segundo cartão/par foi inserido em todos os questionários, para que existisse um elo comum entre os mesmos. Também, evitou-se a presença de cartões repetidos no mesmo questionário substituindo-se um deles, de forma aleatória, por outro diferente. Desta forma, cada questionário possuía 12 cartões/pares.

Após a aplicação dos questionários, estes são adequados à linguagem utilizada por um software específico de preferência declarada, para que o mesmo processe a informação e forneça os dados necessários à análise do experimento. Assim, no caso de estudo, os questionários respondidos foram tabulados substituindo-se os níveis dos atributos dos conjuntos de escolha por variáveis categóricas (variáveis *dummy*).

Posteriormente, adiciona-se ao conjunto de respostas uma coluna que indica a escolha do respondente. Esses arquivos são, inicialmente, confeccionados em uma planilha eletrônica e posteriormente salvos como arquivo tipo.txt. O anexo A apresenta o modelo de questionário PD aplicado no caso de estudo.

Em seguida, cria-se outro arquivo com os comandos para que o arquivo dados.txt possa ser manipulado por um *software* de estimação das funções de utilidade (no caso de estudo, utilizou-se o *software* Biogeme). Processam-se os arquivos selecionados criando-se o arquivo de saída, cujo conteúdo engloba parâmetros de avaliação da qualidade estatística do modelo estimado. O arquivo de saída contém as seguintes informações:

- Matriz de correlação de Pearson;
- Os coeficientes da função utilidade;
- Verossimilhança; e
- Índice de ajuste estatístico global do modelo (ρ).

5.2.4 Análise dos Dados

De posse dos dados gerados pelo software específico de PD, analisam-se as correlações entre os atributos, através da matriz de correlação de Pearson, bem como a consistência dos dados através da verossimilhança e do índice de ajuste estatístico global do modelo (ρ).

Posteriormente, calculam-se as utilidades de cada conjunto de escolha com o objetivo de hierarquizar as alternativas, a partir da preferência dos respondentes. Pode-

se, ainda, calcular as taxas marginais de substituição entre os atributos para avaliar as trocas compensatórias (*tradeoff*) entre os atributos.

O cálculo das utilidades dos conjuntos de escolha foi realizado após a determinação dos coeficientes dos atributos nas funções de utilidades de cada conjunto. O cálculo da taxa marginal de substituição foi realizado através da equação 6.1. Em seguida, foram calculados os quocientes entre as taxas marginais de substituição.

$$TMS = \frac{p_{AM}}{p_k} \quad (6.1)$$

Onde:

TMS: Taxa marginal de substituição;

p_{AM} : Coeficiente do atributo monetário;

p_k : Coeficiente do atributo k.

A relação entre as taxas marginais de substituição dos atributos, referenciadas ao atributo monetário, mostra o peso relativo dos demais atributos considerados na função de utilidade.

5.2.5 Proposição de Políticas

Visto que o objetivo primordial deste estudo é o de estruturar a cadeia de logística reversa do OGR na cidade de Fortaleza, o conjunto de análises realizadas com a aplicação da técnica de preferência declarada subsidiou a elaboração de propostas de políticas para o fortalecimento deste sistema de logístico, no que tange ao incentivo à transação do OGR pelos seus geradores residenciais.

5.3. INDICAÇÃO DE LOCALIZAÇÃO DE ETPO's NA CIDADE DE FORTALEZA

Para a estruturação da cadeia reversa, no que tange à implantação de ETPO's na área de estudo, pode-se utilizar, pelo menos, dois métodos: o primeiro (centro de Gravidade), para o caso de poucas estações a implantar; e o segundo (PLFC), quando se está tratando da localização de várias estações na área de estudo. O método do Centro de Gravidade mostra-se útil quando os objetivos são aumentar o nível de utilização das ETPO's e minimizar custos financeiros de manutenção da rede de esgoto decorrentes do descarte do OGR nas tubulações de esgoto, bem como os custos ambientais se ele é descartado a céu aberto.

O PLFC mostra-se bastante útil quando se trata da instalação das ETPO'S com objetivo de privilegiar um conjunto de associações de catadores de materiais reciclados, minimizando os custos globais do sistema, o somatório dos custos de instalação das facilidades e os custos de transporte.

5.3.1 Indicação de Instalação de ETPO's Através do Método de Centro de Gravidade

Inicialmente, identificam-se os volumes de geração de OGR na área de estudo. Posteriormente, estratificam-se as zonas por percentual de geração de volume total de OGR estimado para toda a área de estudo. Os estratos correspondem aos grupos de zonas (exemplo: bairros) cujo volume potencial de geração é menor que, por exemplo, 1% do volume total; o segundo grupo é composto por zonas com volume individual gerado entre, por exemplo, 1% e 2 % do volume total; o terceiro grupo é composto por zonas cujo percentual de geração individual de OGR é maior que 2% do volume total. No caso de estudo utilizou-se três estratos, conforme exemplificado neste parágrafo.

Finalmente, são identificados as zonas com maior potencial de geração relativa de OGR, principais candidatos a receber as ETPO's. Após isto, aplica-se o método do CG.

5.3.2 Indicação de Instalação de ETPO's através do Problema de Localização de Facilidades Capacitado (PLFC).

A indicação da localização de ETPO's, através do PLFC, pode ser realizada privilegiando algumas associações de catadores de materiais reciclados (por exemplo, aquelas cadastradas no CadÚnico, como utilizado no caso de Fortaleza). Inicialmente, estabelecem-se as distâncias entre as associações, através do Google Mapas.

O modelo matemático é estabelecido de forma que cada associação da rede de associações na área de estudo constitui um local candidato a receber, pelo menos, uma ETPO.

Se o volume potencial de geração estimado de OGR na área de estudo é maior que a capacidade de processamento de todas as ETPO's a serem instaladas, estabelece-se esta última capacidade como limite de absorção de OGR pelas associações consideradas.

Pode-se, ainda, estabelecer que o custo unitário de transporte varia com a distância percorrida pelo resíduo entre cada associação da rede (atuando como ecoponto) e aquela para onde é direcionado o OGR (porque hospeda uma ETPO). Com relação aos custos de instalação pode-se estabelecer um valor igual para todas as associações candidatas a receber uma ETPO. Além disso, deve-se inserir uma restrição relacionada ao número máximo de ETPO's a serem instaladas.

Esta modelagem, baseada no PLFC, aplicada ao caso da cadeia reversa do óleo de cozinha, busca minimizar os esforços e custos de transporte, a fim de localizar ETPO's de forma otimizada na rede de associações de catadores de resíduos. No caso de estudo, tal modelagem está detalhada no Anexo C.

CAPÍTULO 6

CASO DE ESTUDO

6.1 APLICAÇÃO DA TÉCNICA DA PREFERÊNCIA DECLARADA AO CASO DOS GERADORES DOMICILIARES DO OGR NA CIDADE DE FORTALEZA

O caso de estudo envolveu o segmento de geradores domiciliares do OGR na cidade de Fortaleza. Foram aplicados 316 questionários em vinte supermercados, amostrados por quadrante na cidade cuja distribuição de renda se espelha na sua configuração espacial. A seguir, são detalhados os passos envolvidos no caso de estudo.

6.1.1 Seleção dos Atributos

A seleção dos atributos foi feita através de pesquisa na literatura e *brainstorming* com técnicos envolvidos no projeto de levantamento da oferta de óleo de gordura residual na Região Metropolitana de Fortaleza, desenvolvido sob abrigo de convênio com a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (GLEN/UFC, 2010). Este grupo se compõe de doutores, mestres e mestrands ligados ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Infraestruturas de Transporte e Logística da Energia (GLEN), da Universidade Federal do Ceará (UFC). Foram selecionados os seguintes atributos: periodicidade de recolhimento, local de recolhimento, ganho por litro e forma de pagamento.

A escolha dos atributos selecionados baseou-se na sua relevância com relação a um dos objetivos do estudo, que foi o de identificar as variáveis-chaves no processo de decisão relativo à transação com o OGR gerado. Também, neste estudo, foi sondada a tendência do respondente em participar como doador do OGR em projetos de preservação ambiental e de inclusão social e produtiva.

O atributo *periodicidade de recolhimento* parece ser relevante aos geradores e potenciais fornecedores de OGR domiciliares, devido ao fato que diz respeito à disponibilidade das pessoas entregarem o OGR estocado em suas residências e à robustez do sistema de coleta de OGR que possa ser idealizado. Os níveis selecionados para composição deste atributo foram: semanal, quinzenal e mensal. Estes períodos foram escolhidos para compor os níveis do atributo *periodicidade de recolhimento* devido a ser pequeno o acúmulo do OGR por parte desse tipo de gerador (residencial) bem como porque facilita o trabalho dos planejadores na elaboração do esquema logístico na cadeia produtiva deste resíduo.

O *local de recolhimento*, também, constitui-se em um aspecto de importância para os geradores domiciliares deste resíduo, que deverão entregar o OGR em local estrategicamente posicionado, que não exija grande dispêndio de tempo e que seja recolhido de forma oportuna, visto que a recompensa pela entrega deste produto, em pequena escala, pode não ser significativa financeiramente. Para os responsáveis pelo futuro sistema de coleta, a multiplicidade de pontos de coleta pode significar elevado custo logístico. Foram selecionados os seguintes níveis relacionados ao local de recolhimento: na porta do domicílio, em postos de combustíveis e em supermercados/padarias. Estas opções foram escolhidas como níveis deste atributo por serem locais onde as pessoas são facilmente encontráveis ou freqüentam periodicamente.

O *valor a ser recebido por litro* pelos respondentes é um importante atributo que permite estabelecer a elasticidade-preço da utilidade das alternativas e serve de referência para a hierarquização da importância dos atributos para aquela utilidade. Os valores escolhidos para a composição dos níveis deste atributo estavam compatíveis com os preços então utilizados para transação do OGR na cidade e foram: R\$ 0,30; R\$ 0,50 e R\$ 0,70.

A *forma de pagamento* indica que tipo de pagamento é mais propenso a levar os respondentes a participar de um programa de coleta de resíduos. Os níveis escolhidos para este atributo foram: bônus, brinde e dinheiro.

6.1.2 Definição do Projeto Experimental

Utilizando-se o catálogo de montagem de experimentos PD, desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento e Pesquisa da *General Eletric* (Hahn and Shapiro, 1966), foram elaborados os passos para a obtenção dos parâmetros que devem compor os questionários do projeto experimental PD para o caso de estudo.

De acordo com o número de atributos e seus níveis escolheu-se o Plano Fatorial Fracionado (PFF) 17b do catálogo de projeto de experimentos. Este plano possui as seguintes características:

- i) Todos os efeitos principais são estimados independentes das interações de segunda ordem; e
- ii) O número de interações de segunda ordem assumido independentes é três.

De acordo com as características do projeto PD e com os efeitos esperados pelo autor, o Plano Mestre (PM) número 8 mostrou-se mais adequado. A Tabela 6.1 mostra as colunas do plano mestre utilizadas e os atributos a elas relacionadas:

Tabela 6.1 - Colunas do plano mestre utilizadas e os respectivos atributos.

Coluna no PM nº 8	Atributo
1	Periodicidade de recolhimento (semanal/quinzenal/mensal)
2	Local de Recolhimento (em casa/posto/supermercado ou padaria)
5	Ganho por litro (R\$ 0,30/l; R\$ 0,50/l; R\$ 0,70/l)
13	Forma de pagamento (dinheiro/bônus/brinde)

Fonte: Elaborado pelo autor

As interações de segunda ordem que podem ser estimadas são todas as combinações entre as colunas 1, 2 e 5 bem como da coluna 1 com todas as outras.

6.1.3 Montagem dos Questionários PD

Através do procedimento detalhado no Capítulo 5, referente à metodologia aplicada a pesquisa relacionada à aplicação da técnica de PD, foram estruturados 40 questionários com 12 cartões/pares. Esses questionários foram elaborados a partir dos conjuntos de escolha apresentados no Quadro 6.1.

Numeração	Periodicidade de Recolhimento (d ₁)	Local de Recolhimento (d ₂)	Recebe por Litro (d ₃)	Forma de Pagamento (d ₄)
1	Semanal	Em casa	0,3	Bônus
2	Semanal	Em casa	0,5	Brinde
3	Semanal	Em casa	0,7	Dinheiro
4	Semanal	Posto	0,7	Bônus
5	Semanal	Supermercado	0,3	Dinheiro
6	Semanal	Supermercado	0,5	Bônus
7	Semanal	Supermercado	0,7	Brinde
8	Quinzenal	Em casa	0,3	Dinheiro
9	Quinzenal	Em casa	0,5	Bônus
10	Quinzenal	Em casa	0,7	Brinde
11	Quinzenal	Posto	0,3	Bônus
12	Quinzenal	Supermercado	0,3	Brinde
13	Quinzenal	Supermercado	0,5	Dinheiro
14	Quinzenal	Supermercado	0,7	Bônus
15	Mensal	Em casa	0,3	Brinde
16	Mensal	Em casa	0,5	Dinheiro
17	Mensal	Em casa	0,7	Bônus
18	Mensal	Posto	0,3	Dinheiro
19	Mensal	Posto	0,5	Bônus
20	Mensal	Posto	0,7	Brinde
21	Mensal	Supermercado	0,3	Bônus

Quadro 6.1 – Conjuntos de escolha utilizados na montagem dos cartões.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez elaborados e respondidos os questionários PD, foram substituídos os níveis dos atributos dos conjuntos de escolha por variáveis categóricas de acordo com a

Tabela 6.2. Tal arranjo possibilitou a leitura dos dados por parte do software de estimação.

Numeração	Periodicidade de Recolhimento (d ₁)	Local de Recolhimento (d ₂)	Recebe por Litro (d ₃)	Forma de Pagamento (d ₄)
1	0	0	0	0
2	0	0	1	2
3	0	0	2	1
4	0	1	2	0
5	0	2	0	1
6	0	2	1	0
7	0	2	2	2
8	1	0	0	1
9	1	0	1	0
10	1	0	2	2
11	1	1	0	0
12	1	2	0	2
13	1	2	1	1
14	1	2	2	0
15	2	0	0	2
16	2	0	1	1
17	2	0	2	0
18	2	1	0	1
19	2	1	1	0
20	2	1	2	2
21	2	2	0	0

Quadro 6.2- Conjuntos de escolha em forma de variáveis *dummy*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A estimação dos coeficientes da função utilidade possibilitou o cálculo da utilidade de cada alternativa; a Equação 6.1 apresenta a função utilidade do experimento:

$$U(n) = p_{10} + p_{11} * d_5 + p_{12} * d_6 + p_{13} * d_7 + p_{14} * d_8 \quad (6.1)$$

Onde:

p_{10} : constante específica da alternativa (CEA);

p_{11} , p_{12} , p_{13} e p_{14} : coeficientes calculados na estimação do modelo;

d_5 : valor relacionado ao atributo *periodicidade de recolhimento*;

d_6 : valor relacionado ao atributo *local de recolhimento*;

d_7 : valor relacionado ao atributo *ganho por litro*;

d_8 : valor relacionado ao atributo *forma de pagamento*.

Devido ao experimento ser do tipo *escolha de pares* e o processo de montagem de cartões (conjuntos de escolha) ter sido realizado por um método aleatório, os conjuntos de escolha encontravam-se tanto na posição de primeira alternativa, como na posição de segunda alternativa dos cartões.

A CEA não foi considerada na função da alternativa 1 já que o modelo de escolha é formado pelos mesmos atributos e o que se buscava era o peso relativo deles na conformação do valor da utilidade da alternativa.

As funções de utilidade utilizadas neste experimento são representadas nas equações (6.2) e (6.3). A primeira equação representa a função de utilidade dos conjuntos de escolha que estavam presentes do lado esquerdo dos cartões de PD e a segunda equação representa a função de utilidade dos conjuntos de escolha que se encontravam do lado direito daqueles cartões. Por isso, devido à mudança de posição dos conjuntos de escolha entre os lados direito e esquerdo dos cartões, qualquer uma das funções utilizadas no arquivo-guia de estimação poderia ser utilizada para calcular o valor da utilidade de cada conjunto de escolha. Para tal cálculo, utilizou-se a segunda função de utilidade, devido a esta ter como um dos seus elementos a CEA (p_{10}), como pode ser observado na Equação 6.3.

$$U(1) = p_{11} * d_1 + p_{12} * d_2 + p_{13} * d_3 + p_{14} * d_4 \quad (6.2)$$

$$U(2) = p_{10} + p_{11} * d_1 + p_{12} * d_2 + p_{13} * d_3 + p_{14} * d_4 \quad (6.3)$$

6.1.4 Análise dos Resultados

A matriz de correlação apresentou forte correlação em dois coeficientes: o primeiro entre β_{10} e β_{13} (valor de 0,79) relacionado à constante específica da alternativa (CEA) e ao atributo *ganho por litro*; e β_{10} e β_{12} (valor de -0,77) representando a correlação negativa entre a CEA e o atributo *local de recolhimento*.

Isto demonstra que a CEA, ao responder pela influência na utilidade de todos os outros atributos não considerados na forma funcional do modelo, engloba atributos não considerados que explicariam a utilidade da alternativa na mesma intensidade que os atributos *ganho por litro* e *local de recolhimento*.

Os coeficientes estimados das funções utilidade encontram-se na Tabela 6.2, a seguir:

Tabela 6.2 – Coeficientes estimados dos atributos na função utilidade.

p_{10}	p_{11}	p_{12}	p_{13}	p_{14}
CEA	Periodicidade de recolhimento	Local de recolhimento	Ganho por litro	Forma de pagamento
0,1484	-0,7036	-0,126	0,5786	-0,3316

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observe-se que o coeficiente p_{10} representa a *constante específica da alternativa* (CEA); p_{11} está relacionado com o atributo *periodicidade de recolhimento*; p_{12} está relacionado com o atributo *local de recolhimento*, p_{13} está relacionado com o atributo *ganho por litro* e p_{14} está relacionado com o atributo *forma de pagamento*.

Neste caso, pode-se utilizar o conceito de taxa marginal de substituição (Equação 6.4) para avaliar as trocas compensatórias (*tradeoff*) entre os atributos na função utilidade.

$$TMS = \frac{p_{GL}}{p_k} \quad (6.4)$$

Onde:

TMS: Taxa marginal de substituição;

p_{GL} : Coeficiente do atributo *ganho por litro*;

p_k : Coeficiente do atributo k.

A taxa marginal de substituição entre o atributo *ganho por litro* e o atributo k representa a “importância monetária” do atributo k no que se refere ao processo produtivo na cadeia do OGR. Assim sendo, o quociente entre as TMS de dois atributos j e k reflete a propensão (relativa entre os atributos) a transacionar com o OGR ou, em outras palavras, a importância relativa dos atributos no sentido da *propensão a transacionar* com o resíduo. Ao se calcular o *tradeoff* entre os atributos, tendo o atributo *ganho por litro* como referência, obtiveram-se os valores mostrados na Tabela 6.3 abaixo.

Tabela 6.3 – *Trade-off* entre as variáveis de decisão no setor de geração de OGR em Fortaleza (setor domiciliar).

	Periodicidade (P)	Forma de Pagamento (FP)	Local de Recolhimento (LR)
Periodicidade (P)	-	1/4,7	1/1,8
Forma de Pagamento (FP)	4,7	-	2,6
Local de Recolhimento (LR)	1,8	1/2,6	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando-se a Tabela 6.3, vê-se que a variável *local de recolhimento* assume uma importância quase duas vezes a importância da variável *periodicidade de entrega*. Isto sugere o fato de que o descarte não é problema para o residente domiciliar, mas o local de recolhimento é importante para ele, desde que lhe dê o mínimo trabalho. Conjuntos de escolha que apresentaram locais de recolhimento como “em casa”, “em

posto de combustível” ou “supermercado/padaria” tiveram grande pontuação na função de utilidade (ver Tabela 6.4).

Na Tabela 6.3 observa-se, ainda, que o atributo *forma de pagamento* assume quase cinco vezes a importância do atributo *periodicidade de entrega* do OGR pelo gerador domiciliar. A razão desta ponderação provavelmente se deve a que o volume mensal gerado de OGR por gerador domiciliar é pequeno, representando um pequeno valor de receita por mês, razão porque o descarte não é problema (disponibilização de litros de OGR) e há preferência por pagamento em bônus na conta da água ou energia.

A importância da variável *forma de pagamento* representa duas vezes e meia a importância da variável *local de recolhimento* na amostra pesquisada. Isto sugere que o êxito de uma política de incentivo (como bônus nas contas de água ou luz) ao bom direcionamento do OGR não depende tanto de facilidade de entrega do óleo descartado, mas de perspectivas de ganho monetário periódico com a transação do óleo.

A Tabela 6.4 mostra a hierarquia entre os conjuntos de escolha, em função da sua utilidade para o respondente, corroborando com a afirmação anterior. Vê-se que o conjunto de escolha “recolhimento semanal/em posto de combustível/com o maior dos valores por litro e pagamento em bônus” obteve a maior utilidade.

A Tabela 6.4 mostra que os conjuntos de escolha que apresentam “bônus” e todas as opções de local de recolhimento usadas na pesquisa (em casa/posto/supermercado ou padaria) tiveram valor positivo na função de utilidade.

Observa-se, ainda, na Tabela 6.4, que a variável “receita por litro” tem grande importância no valor da função utilidade dos respondentes, não obstante as pequenas somas mensais acumuladas de descarte do OGR pelos geradores domiciliares.

Os produtos entre os coeficientes e os valores dos respectivos atributos representam os valores parciais da utilidade da alternativa preferível dos respondentes amostrados. O somatório das utilidades parciais dos atributos de um conjunto de

escolha resulta na utilidade total da alternativa representada por aquele conjunto. Estas utilidades totais, por conjunto de escolha, podem ser observadas na Tabela 6.4.

Tabela 6.4 – Hierarquia entre os conjuntos de escolha na amostra do caso de estudo.

Ranking de utilidade	Níveis dos atributos					Utilidade
	Número	Periodicidade de Recolhimento	Local de Recolhimento	Recebe por Litro (R\$/l)	Forma de Pagamento	
1	4	Semanal	Posto	0,70	Bônus	1,1796
2	3	Semanal	Em casa	0,70	Dinheiro	0,974
3	6	Semanal	Supermercado	0,50	Bônus	0,475
4	7	Semanal	Supermercado	0,70	Brinde	0,3904
5	14	Quinzenal	Supermercado	0,70	Bônus	0,35
6	1	Semanal	Em casa	0,30	Bônus	0,1484
7	2	Semanal	Em casa	0,50	Brinde	0,0638
8	9	Quinzenal	Em casa	0,50	Bônus	0,0234
9	10	Quinzenal	Em casa	0,70	Brinde	-0,0612
10	17	Mensal	Em casa	0,70	Bônus	-0,1016
11	5	Semanal	Supermercado	0,30	Dinheiro	-0,4352
12	13	Quinzenal	Supermercado	0,50	Dinheiro	-0,5602
13	11	Quinzenal	Posto	0,30	Bônus	-0,6812
14	19	Mensal	Posto	0,50	Bônus	-0,8062
15	8	Quinzenal	Em casa	0,30	Dinheiro	-0,8868
16	20	Mensal	Posto	0,70	Brinde	-0,8908
17	16	Mensal	Em casa	0,50	Dinheiro	-1,0118
18	12	Quinzenal	Supermercado	0,30	Brinde	-1,4704
19	21	Mensal	Supermercado	0,30	Bônus	-1,5108
20	18	Mensal	Posto	0,30	Dinheiro	-1,7164
21	15	Mensal	Em casa	0,30	Brinde	-1,922

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.1.5 Proposições de Políticas de Incentivo à Transação do OGR

Os resultados da análise de preferência declarada indicam claramente que uma das formas mais viáveis e eficazes de disponibilizar os volumes de OGR, hoje gerados na cidade de Fortaleza, para garantir insumos energéticos e evitar a degradação do meio-ambiente, é criar bônus em contas de água ou energia dos produtores domiciliares daquele óleo residual.

O Estudo indica que, considerando os pequenos volumes de OGR produzidos nos domicílios, o período de descarte em uma rede de coleta deve ser quinzenal, feito através de recipientes adequados e acessíveis (como garrafas pet). É importante que se forneça gratuitamente portas-garrafa a serem fixadas nas paredes das cozinhas, como um brinde de incentivo a programa de defesa do meio-ambiente.

No Estudo, observou-se que, para o caso do setor domiciliar, os postos de combustíveis e os supermercados ou padarias são competitivos, como locais de recolhimento, em relação à “entrega na porta da casa”. Isto se deve, certamente, aos pequenos volumes gerados pelos domicílios e à ida periódica dos residentes àqueles equipamentos urbanos. Assim, qualquer programa de incentivo à transação do OGR deve envolver acordos/parcerias, para este fim, com os referidos equipamentos.

6.1.6 Considerações Finais

Os resultados da aplicação da técnica PD com relação aos geradores domiciliares de OGR na cidade de Fortaleza aponta para a necessidade de políticas públicas que objetivem evitar que o OGR seja descartado de forma inapropriada, direcionando-o para o setor de produção do biodiesel.

Ações voltadas à educação ambiental e ao esclarecimento dos malefícios do descarte indevido do OGR podem fazer com que a população colabore doando ou transacionando os óleos residuais que geram. Caso contrário, os esforços de organização desta cadeia produtiva reversa podem não ser suficientes, visto que os conjuntos de

escolha que apresentam maior vantagem de ganho e comodidade para os respondentes foram aqueles de maior utilidade para estes.

O fato do nível *bônus* do atributo *forma de pagamento* ter sido eleito pelos geradores residenciais como o de maior valor relativo confere aos idealizadores de um programa de coleta de OGR a flexibilidade no custeamento do sistema, visto que o *bônus* pode ser desconto em contas de água, caso seja pago pela companhia de água e esgoto local, ou desconto em impostos, se tal *bônus* for concedido pelos poderes públicos envolvidos, ou, até mesmo, a troca por produtos, caso uma rede de supermercados esteja envolvida na cadeia logística deste resíduo.

No caso do setor de cozinhas industriais, o estudo do GLEN/UFC (GLEN/UFC, 2010) detectou que quase metade dos geradores de OGR já transaciona com o óleo residual. Para universalizar este procedimento, devem existir acordos e esquemas de coleta para apoiá-los, uma vez que os volumes são maiores neste setor. Tais esquemas de coleta podem envolver as associações de catadores, em políticas de parceria e responsabilidade social.

Uma ação de grande impacto pode ser a injunção junto à Câmara Municipal da cidade, no sentido de aprovar lei que incentive os cidadãos e empresários a transacionar ou doar o OGR gerado, seguindo tendência de Decreto Federal com tal escopo, anteriormente mencionado.

6.2 LOCALIZAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO PRIMÁRIO DE OGR EM FORTALEZA

6.2.1 Introdução

Este item trata do problema da localização otimizada de estações de tratamento primário (ETPO) de OGR enquanto insumo à produção de biodiesel, tendo como caso de estudo a cidade de Fortaleza. Os dados sobre os volumes de OGR gerados na cidade são provenientes de estudo produzido para a Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Infraestruturas de Transporte e

Logística da Energia – GLEN, da Universidade Federal do Ceará - UFC, onde foram levantados os volumes gerados naquela cidade, dentre outras da Região Metropolitana de Fortaleza.

A análise para indicar a localização ótima para tais ETPO's levou em consideração o volume gerado de OGR em cada bairro de Fortaleza, a localização de associações de catadores de materiais reciclados, uma capacidade pré-fixada da ETPO (90 mil litros por mês), bem como foram considerados iguais para todas as associações a capacidade e o custo do momento de transporte (em R\$/l-km) para o transporte de OGR.

Foram considerados três cenários de oferta, em função do percentual de descarte do óleo de cozinha, depois de utilizado; pesquisa na literatura mostra vários percentuais de descarte, tendo-se utilizado os percentuais mínimo (15% - cenário pessimista), médio (33% - cenário médio) e máximo (58% - cenário otimista).

A idéia de indicar a localização ótima de ETPO's para alimentar a cadeia produtiva do biodiesel surgiu em função de projeto envolvendo o Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria do Trabalho e Desenvolvimento Social – STDS, e o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome - MDS, que objetiva instalar quatro ETPO's de OGR na cidade de Fortaleza. Também, a Petrobras Biocombustível, proprietária da Usina de Biodiesel de Quixadá, manifestou intenção de instalar uma ETPO de OGR no local que hoje abriga a Rede de Catadores de Resíduos da RMF.

O Projeto MDS/STDS pretende contribuir para a inclusão social e produtiva de catadores de resíduos cadastrados no CadÚnico em Fortaleza, possibilitando o aumento da renda das pessoas ligadas às associações de catadores de material reciclável da cidade, migrando para condições que os induza a dispensar o auxílio do Bolsa-Família, redirecionando-o para pessoas hoje ainda fora do esquema daquele benefício social.

Os métodos para localização otimizada das ETPO's de OGR utilizados neste trabalho foram o do Centro de Gravidade, considerando os bairros com maior oferta de

OGR, e o Problema de Localização de Facilidades Capacitado - PLFC, levando em consideração, principalmente, as capacidades das ETPO's e as distâncias entre as associações de catadores de materiais recicláveis da cidade de Fortaleza.

Ao final deste Capítulo, são feitas análises relacionadas à localização de ETPO's, ao impacto delas na geração de renda pelas associações de catadores e aos impactos positivos no meio ambiente decorrentes da estruturação da cadeia reversa do OGR.

6.2.2 A Oferta de OGR em Fortaleza

Conforme reportado no item anterior, o potencial de geração de OGR em Fortaleza foi estimado a partir de cenários baseados em percentuais de descarte de óleos vegetais consumidos em processos de cocção de alimentos. Os cenários foram idealizados levando-se em consideração os volumes de descarte descritos na bibliografia, como pode ser visto no Quadro 6.3.

REFERÊNCIAS	INDICE DE DESCARTE (% POR LITRO)
Almeida Neto (2003)	15
Cristhoff (2006)	37
Castelanelli (2008)	21
Pinto (2009)	58
Média	33
Máximo	58
Mínimo	15

Quadro 6.3 - Índices de descarte de óleos utilizados na cocção de alimentos.
Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 6.4 apresenta os volumes totais e as médias (em litros) por bairro, para cada cenário. Estratificaram-se os valores gerados de OGR por bairro e percentual de geração com relação ao total gerado na cidade. Assim, no Quadro 6.4 são apresentados os estratos (volume e média mensal de litros gerados) de bairros com os percentuais de geração abaixo de 1%, entre 1 e 2% e com mais de 2%,. Na última linha encontram-se os volumes totais mensais gerados na cidade para cada cenário de percentual de descarte.

Classificação dos Bairros por Volume Relativo de OGR Gerado	Cenário (percentual de descarte)					
	15% (Pessimista)		33% (Médio)		58% (Otimista)	
	Volume Gerado (10 ³ litros)	10 ³ litros/Bairro	Volume Gerado (10 ³ litros)	10 ³ litros/Bairro	Volume Gerado (10 ³ litros)	10 ³ litros/Bairro
Bairros com Geração de OGR abaixo de 1 % do Volume Total Gerado	669,2 (85 bairros)	7,8	1.461,0 (85 bairros)	17,2	2.530,7 (84 bairros)	30,1
Bairros com Geração de OGR entre 1 e 2% do Volume Total Gerado	465,6 (27 bairros)	17,2	1.016,6 (27 bairros)	37,7	1.896,3 (28 bairros)	67,7
Bairros com Geração de OGR acima de 2 % do Volume Total Gerado	145,5 (4 bairros)	36,3	316,7 (4 bairros)	79,2	560,9 (4 bairros)	140,2
Total	1.279,8		2.794,3		4.987,8	

Quadro 6.4 - Volume Total Mensal e Média Mensal de OGR por Bairro na Cidade de Fortaleza.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando-se os estratos no Quadro 6.4, observa-se que há uma grande variação entre os volumes totais de OGR produzidos por cenário. O cenário médio apresenta 2,2 vezes mais volume que no cenário pessimista; o volume gerado no cenário otimista é 4 vezes maior que aquele do cenário pessimista. Esta discrepância reflete a grande dificuldade de se estimar o real volume de descarte do óleo de cozinha, que parece depender de fatores relacionados à cultura, ao grau de instrução e hábitos alimentares dos residentes urbanos no país.

No cenário pessimista, verifica-se que 85 bairros possuem capacidade de gerar 669,2 mil litros mensais de OGR. Esses bairros, individualmente, geram volumes de

OGR inferiores a 1%, do volume total gerado em Fortaleza e respondem por uma média de 7,8 mil litros mensais por bairro, o que caracteriza pequena escala e grande dispersão espacial na geração, necessitando de maior ênfase no trato logístico.

Entre os bairros com geração de OGR maior que 1% e menor 2% do volume total, no cenário pessimista, 27 bairros geram 465,6 mil litros, com média mensal de 17,2 mil litros por bairro. Aqui, já se verifica um maior concentração espacial com escala maior por bairro, facilitando a estruturação da cadeia logística reversa.

Por fim, ainda no cenário pessimista, quatro bairros compõem o estrato de geração maior que 2% do volume total de Fortaleza, gerando 145,0 mil litros de OGR, com média mensal por bairro de 36,3 mil litros. Neste caso, o trato logístico da cadeia fica facilitado pela maior escala de geração e concentração espacial dos geradores.

Análise semelhante pode ser feita para os demais cenários, cuja magnitude de volumes gerados é expressivamente maior que para o cenário pessimista analisado.

6.3 LOCALIZAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO PRIMÁRIO DE ÓLEO EM FORTALEZA.

6.3.1 Localização das Estações De Tratamento Primário de OGR Considerando o Volume Relativo Gerado nos Bairros.

A partir dos dados de oferta potencial de OGR, apresentados no item anterior, pode-se calcular o número necessário de usinas de tratamento primário de OGR (ETPO) para processar toda a oferta deste resíduo, em cada um dos cenários idealizados para Fortaleza, como apresentado na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 - Quantidade de estações de tratamento com capacidade de processamento de 90.000 litros/mês necessárias para tratar o OGR gerado em Fortaleza.

Classificação dos Bairros por Estrato de OGR Gerado	Cenário	Cenário	Cenário
	Pessimista	Médio	Otimista
Número de estações com capacidade de 90.000 litros/mês para todos os cenários de geração de OGR considerados			
Bairros com Geração de OGR abaixo de 1 % do Volume Total Gerado (VTG)	8	17	29
Bairros com Geração de OGR entre 1 e 2% do VTG	6	12	22
Bairros com Geração de OGR acima de 2 % do VTG	2	4	7
Total de ETPO's por Cenário	16	33	58

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 6.5, observa-se que, para o cenário pessimista, são necessárias 8 ETPO's para tratar os volumes gerados pelos bairros no estrato de geração de OGR abaixo de 1% do VTG. Com relação ao segundo estrato, são necessárias 6; e para o terceiro estrato, 2 ETPO's. Como total para atender a oferta de OGR de Fortaleza, no cenário enfocado, precisa-se de 16 ETPO's.

Análise semelhante leva aos números totais de 33 e 58 ETPO's necessárias nos cenários médio e otimista, respectivamente. Diante destes números, pode-se afirmar que, caso se tenha a intenção de instalar estações com capacidade mensal de processamento de OGR de 90.000 litros mensais para reforçar políticas de inclusão social e produtiva, tendo como alvo as associações de catadores de resíduos da cidade de Fortaleza, a implantação de poucas estações (menos de 16) provocará uma forte restrição de oferta de OGR tratado se as políticas de incentivo à geração deste resíduo se mostrarem eficazes no curto prazo.

Porém, a viabilização de um empreendimento de inclusão social e produtiva neste setor pressupõe a alocação de estações por etapa, em consonância com o crescimento da oferta efetiva.

Neste contexto, a eficácia de tal empreendimento depende de se escolher locais otimizados em relação aos custos logísticos na cadeia reversa do OGR, considerando os estratos de maior escala de geração e menor dispersão espacial.

No Anexo B, encontram-se as tabelas referentes ao volume gerado de OGR em cada bairro de Fortaleza e para cada cenário considerado. Desta forma, considerando que o atual Programa do MDS/STDS prevê, inicialmente, a implantação de apenas cinco ETPO's, pode-se ter como referências maiores para sua localização os bairros com alto volume de oferta de OGR, como o Centro, a Granja Lisboa, o Meireles e o Mondubim.

Isto, no entanto, não leva em consideração a localização, no território da cidade, das associações candidatas a receber uma ETPO, o que, certamente, influencia negativamente os custos de coleta.

6.3.2 Localização das Estações de Tratamento Primário de OGR Considerando as Associações de Catadores de Materiais Reciclados Registradas no Cadastro Único da Prefeitura de Fortaleza.

Como já mencionado, para promover a inclusão social e produtiva, o Programa MDS/STDS pretende instalar quatro ETPO's na cidade de Fortaleza, somada a uma ETPO cuja implantação na sede da rede de catadores já foi decidida pela Petrobras Biocombustível, que busca ser beneficiada com o processo de geração de OGR na cidade, incorporando-o na cesta de insumos de produção da Usina de Biodiesel de Quixadá.

No âmbito de Fortaleza, foram relacionadas doze associações de catadores de materiais reciclados que possuem registro no Cadastro Único da Prefeitura de Fortaleza

e são candidatas naturais à localização das estações; elas serão consideradas com vistas à redução de custos logísticos na estruturação do sistema de coleta e processamento de OGR da cidade.

6.3.2.1 Modelagem do problema da localização das estações de tratamento primário de óleos residuais na cidade de Fortaleza como um problema de programação linear.

Visto que a capacidade processamento das ETPO's a serem instaladas em Fortaleza, sugerida nesse trabalho, é de 90.000 litros mensais e, ainda, pelo fato do volume de oferta deste resíduo, estimado para esta cidade (GLEN/UFC, 2010), ser superior a capacidade total da cinco ETPO's com implantação prevista no curto prazo, deve-se observar que haverá necessidade não só de aumentar o número de estações à medida que as políticas de educação ambiental e de estímulo ao bom direcionamento do resíduo forem obtendo êxito, mas também de buscar-se minimizar os custos logísticos decorrentes da localização das estações implantadas.

Neste contexto, a modelagem utilizando a técnica do PLFC parece ser de grande valia, razão porque ela foi aplicada ao caso de estudo. Assim, valores foram fixados arbitrariamente, como o custo de instalação das estações, considerado igual (R\$ 300.000,00) em qualquer associação. O custo de transporte unitário (momento de transporte) de OGR (em R\$/l.km) foi considerado igual ao momento de transporte no sistema urbano.

As demandas de processamento de OGR para cada associação assumiram um valor, para cada cenário, igual à razão entre a capacidade total das estações instaladas e o número total de associações de catadores de materiais reciclados, que foi considerado igual a 12 para todos os cenários.

Tal medida foi tomada para evitar que fosse escolhido um número menor de associações do que o número arbitrado para cada situação idealizada. Este arranjo matemático não foi suficiente para limitar o número total de estações; desta forma, foi

acrescida uma restrição adicional para limitar o número de estações em cada cenário para que as situações idealizadas se aproximassem do ambiente real de decisão.

Como exemplo da modelagem descrita acima, tem-se a modelagem para o cenário com instalação de cinco usinas na cidade de Fortaleza (Anexo C). A modelagem para este cenário considera o caso da restrição do número exato de usinas a serem instaladas, assim como a restrição relacionada ao número de associações que são cadastradas no Cadastro Único da Prefeitura Municipal de Fortaleza e que devem ser beneficiadas pela instalação de ETPO.

6.3.2.2 Resolução do Problema de Localização de ETPO's.

A Tabela 6.6 apresenta as associações de catadores consideradas neste estudo. Foram levantadas as distâncias entre as associações através do *Google Map* e realizadas visitas *in loco* para saber se elas possuíam condições para receber, pelo menos, uma ETPO. Assim, utilizou-se a técnica conhecida como Problema de Localização de Facilidades Capacitado (PLFC), descrita no Capítulo 3 deste estudo. O PLFC foi modelado como problema de programação linear e resolvido através do *software* LINDO 6.1, versão acadêmica.

No Quadro 6.5, estão as distâncias, em quilômetros, entre as associações candidatas para receber uma ETPO no estudo de localização otimizada das cinco estações de OGR previstas para implantação em Fortaleza no Programa MDS/STDS. Neste quadro, as codificações A_n e UA_n estão vinculadas às associações que foram numeradas de 1 a 12 na Tabela 6.6, sendo que A refere-se à associação quando esta posiciona-se como fornecedora de OGR e UA quando a mesma está posicionada como cliente, ou seja, abriga uma ETPO.

Tabela 6.6: Associações de Catadores de Materiais Reciclados Catalogadas para Localizar as ETPO's.

Número	Associação	Bairro
1	VIVA A VIDA - Otávio Bonfim	Farias Brito
2	Associação Ecológica dos Coletores de Materiais Recicláveis da Serrinha e Adjacências	Serrinha
3	SOCRELP - Soc. Com. de Rec. de Lixo do Pirambu	Pirambu
4	ASCAJAN - Associação dos Catadores do Jangurussu	Jangurussu
5	Associação Reciclando a Vida	Jardim das Oliveiras
6	Associação Amigos da Natureza - Bonsucesso	Bonsucesso
7	Agentes Ambientais do Parque Santa Rosa	Parque Santa Rosa
8	Raio do Sol - Genibaú	Genibaú
9	Grupo Recriando Vidas	Barroso
10	Grupo Dom Lustosa	Centro
11	Grupo da Maravilha - Bairro de Fátima	Fátima
12	Grupo Catadores do Quintino Cunha	Quintino Cunha

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nessas informações, foram analisados oito cenários para identificar as associações, escolhidas em cada um deles, para receberem uma ETPO. Os cenários foram idealizados variando-se o número de estações como 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11. Os resultados são apresentados nas tabelas 6.7 a 6.14, com as associações escolhidas em cada cenário. O problema de localização relacionado à instalação das estações, modelado como problema de programação linear para o cenário com cinco ETPO's, juntamente com a respectiva resposta obtida pelo *software* LINDO, encontra-se no Anexo C.

Devido ao fato de que a capacidade de geração de OGR em Fortaleza é superior à capacidade de processamento das estações a serem instaladas, estabeleceu-se que a oferta total (capacidade de processamento) das estações corresponde ao volume total de OGR enviado por todas as associações às ETPO's.

Desta forma, elimina-se a inconsistência referente à disparidade entre o volume a ser processado e a capacidade de oferta de OGR em Fortaleza. Este fato conduz à escolha das associações para a instalação das ETPO's tendo como critério de escolha

mais contundente o custo de transporte no envio deste resíduo, uma vez que o modelo busca o sistema com menor custo total possível em todos os cenários.

MATRIZ	UA ₁	UA ₂	UA ₃	UA ₄	UA ₅	UA ₆	UA ₇	UA ₈	UA ₉	UA ₁₀	UA ₁₁	UA ₁₂
A ₁	0	8,7	4,1	13,6	8,8	10	2	8,6	13,4	8	4,9	8,1
A ₂	8,7	0	11,9	6	6,9	7,1	9,2	8,3	7	7,2	8,1	11,8
A ₃	4,1	11,9	0	20,2	16	11,4	2,6	10,9	16,5	8,7	8,9	8,1
A ₄	13,6	6	20,2	0	8	11,3	17,3	13,3	4,2	12,3	10,1	16,6
A ₅	8,8	6,9	16	8	0	13,6	13,1	14,4	6,5	13,3	9,8	19,8
A ₆	10	7,1	11,4	11,3	13,6	0	10,5	3	12,9	3,6	10,6	7,9
A ₇	2	9,2	2,6	17,3	13,1	10,5	0	10,8	13,6	8,9	5,5	8,5
A ₈	8,6	8,3	10,9	13,3	14,4	3	10,8	0	14,2	2,2	11,2	7,6
A ₉	13,4	7	16,5	4,2	6,5	12,9	13,6	14,2	0	13,2	9,9	17,6
A ₁₀	8	7,2	8,7	12,3	13,3	3,6	8,9	2,2	13,2	0	9,2	5,2
A ₁₁	4,9	8,1	8,9	10,1	9,8	10,6	5,5	11,2	9,9	9,2	0	12,3
A ₁₂	8,1	11,8	8,1	16,6	19,8	7,9	8,5	7,6	17,6	5,2	12,3	0

Quadro 6.5: Distância entre as associações de catadores de materiais recicláveis de Fortaleza considerados no Estudo. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.7 - Associações escolhidas no cenário com 4 ETPO's.

Número	Associação
2	Associação Ecológica dos Coletores de Materiais Recicláveis da Serrinha e Adjacências
7	Agentes Ambientais do Parque Santa Rosa
9	Grupo Recriando Vidas
10	Grupo Dom Lustosa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.8 - Associações escolhidas no cenário com 5 ETPO's.

Número	Associação
6	Associação Amigos da Natureza - Bonsucesso
7	Agentes Ambientais do Parque Santa Rosa
9	Grupo Recriando Vidas
10	Grupo Dom Lustosa
11	Grupo da Maravilha - Bairro de Fátima

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.9 - Associações escolhidas no cenário com 6 ETPO's.

Número	Associação
1	VIVA A VIDA - Otávio Bonfim
3	SOCRELP - Soc. Com. de Rec. de Lixo do Pirambu
4	ASCAJAN - Associação dos Catadores do Jangurussu
5	Associação Reciclando a Vida
6	Associação Amigos da Natureza - Bonsucesso
10	Grupo Dom Lustosa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.10 - Associações escolhidas no cenário com 7 ETPO's.

Número	Associação
1	VIVA A VIDA - Otávio Bonfim
3	SOCRELP - Soc. Com. de Rec. de Lixo do Pirambu
4	ASCAJAN - Associação dos Catadores do Jangurussu
5	Associação Reciclando a Vida
6	Associação Amigos da Natureza - Bonsucesso
10	Grupo Dom Lustosa
11	Grupo da Maravilha - Bairro de Fátima

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.11 - Associações escolhidas no cenário com 8 ETPO's.

Número	Associação
2	Associação Ecológica dos Coletores de Materiais Recicláveis da Serrinha e Adjacências
3	SOCRELP - Soc. Com. de Rec. de Lixo do Pirambu
4	ASCAJAN - Associação dos Catadores do Jangurussu
5	Associação Reciclando a Vida
7	Agentes Ambientais do Parque Santa Rosa
8	Raio do Sol - Genibaú
10	Grupo Dom Lustosa
11	Grupo da Maravilha - Bairro de Fátima

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.12 - Associações escolhidas no cenário com 9 ETPO's.

Número	Associação
1	VIVA A VIDA - Otávio Bonfim
2	Associação Ecológica dos Coletores de Materiais Recicláveis da Serrinha e Adjacências
3	SOCRELP - Soc. Com. de Rec. de Lixo do Pirambu
4	ASCAJAN - Associação dos Catadores do Jangurussu
5	Associação Reciclando a Vida
6	Associação Amigos da Natureza - Bonsucesso
8	Raio do Sol - Genibaú
10	Grupo Dom Lustosa
11	Grupo da Maravilha - Bairro de Fátima

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.13 - Associações escolhidas no cenário com 10 ETPO's.

Número	Associação
1	VIVA A VIDA - Otávio Bonfim
3	SOCRELP - Soc. Com. de Rec. de Lixo do Pirambu
4	ASCAJAN - Associação dos Catadores do Jangurussu
5	Associação Reciclando a Vida
6	Associação Amigos da Natureza - Bonsucesso
7	Agentes Ambientais do Parque Santa Rosa
8	Raio do Sol - Genibaú
9	Grupo Recriando Vidas
10	Grupo Dom Lustosa
11	Grupo da Maravilha - Bairro de Fátima

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6.14 - Associações escolhidas no cenário com 11 ETPO's.

Número	Associação
1	VIVA A VIDA - Otávio Bonfim
2	Associação Ecológica dos Coletores de Materiais Recicláveis da Serrinha e Adjacências
3	SOCRELP - Soc. Com. de Rec. de Lixo do Pirambu
4	ASCAJAN - Associação dos Catadores do Jangurussu
5	Associação Reciclando a Vida
6	Associação Amigos da Natureza - Bonsucesso
7	Agentes Ambientais do Parque Santa Rosa
8	Raio do Sol - Genibaú
9	Grupo Recriando Vidas
10	Grupo Dom Lustosa
11	Grupo da Maravilha - Bairro de Fátima

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que as associações escolhidas para a instalação das ETPO's mudam em cada cenário; este fato se deve à redistribuição de custos de instalação à medida que o número de estações é alterado, pois o PLFC busca atingir o mínimo custo total possível, somando os custos de instalação aos custos de transporte. Porém, devido à restrição referente ao número de ETPO's a serem instaladas em cada cenário, os resultados obtidos não são os de menor custo total.

Para comparação, os cenários foram rodados com e sem a restrição supracitada. A Tabela 6.15 apresenta dados dos cenários *com* e *sem* restrição de número máximo de ETPO's. Nessa tabela, os cenários são avaliados em termos de número de estações, custo total *com* e *sem* a restrição do número de estações, diferença entre custo *com* e *sem* a restrição, custo de instalação de ETPO e diferença de custo de instalação *com* e *sem* a restrição do número de estações. O custo total foi obtido através do arquivo de saída do Programa Lindo e o custo de instalação foi obtido pelo produto entre o número de ETPO's e o custo de instalação de cada ETPO.

Tabela 6.15 - Comparação dos custos do sistema *com* e *sem* a restrição do número de ETPO's a serem instaladas.

Cenário	Número de ETPO's	Custo Total do Sistema (R\$)	Diferença de custos sem e com a restrição do total de estações a serem instalada (R\$)	Custo de instalação das estações (R\$)	Diferença de custos de instalação sem e com a restrição do total de estações a serem instaladas (R\$)
1	4	2.337.000	0	360.000	0
1'	4	2.337.000		360.000	
2	5	2.782.500	-60.000	450.000	90.000
2'	6	2.722.500		540.000	
3	6	3.006.000	-10.500	540.000	90.000
3'	7	2.995.500		630.000	
4	7	3.394.500	-123.000	630.000	180.000
4'	9	3.271.500		810.000	
5	8	3.630.000	-114.000	720.000	180.000
5'	10	3.516.000		900.000	
6	9	3.786.750	-98.250	810.000	90.000
6'	10	3.688.500		900.000	
7	10	4.086.000	-235.500	900.000	90.000
7'	11	3.850.500		990.000	
8	11	4.096.500	0	990.000	0
8'	11	4.096.500		990.000	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram comparados os resultados do cenário 1 e 1' até o cenário 8 e 8'. Observa-se que, na maioria das vezes, a retirada da restrição resultou em aumento do número de estações, redução dos custos totais e elevação dos custos de instalação. Mas, como este estudo trata da distribuição de ETPO's na cidade de Fortaleza *com* restrição do número de ETPO's a serem instaladas, os resultados apresentados nas tabelas 6.7 a 6.14 são referentes aos cenários com a restrição.

A Figura 6.1 apresenta a relação de custos referentes aos cenários de instalação das ETPO's. Observa-se que tanto os custos totais quanto os custos de instalação das estações aumentam à medida que o número mínimo de estações se eleva. Porém, na maioria dos casos, os custos totais se reduzem e os custos de instalação das usinas aumentam quando a restrição referente ao número máximo de estações é retirada do modelo.

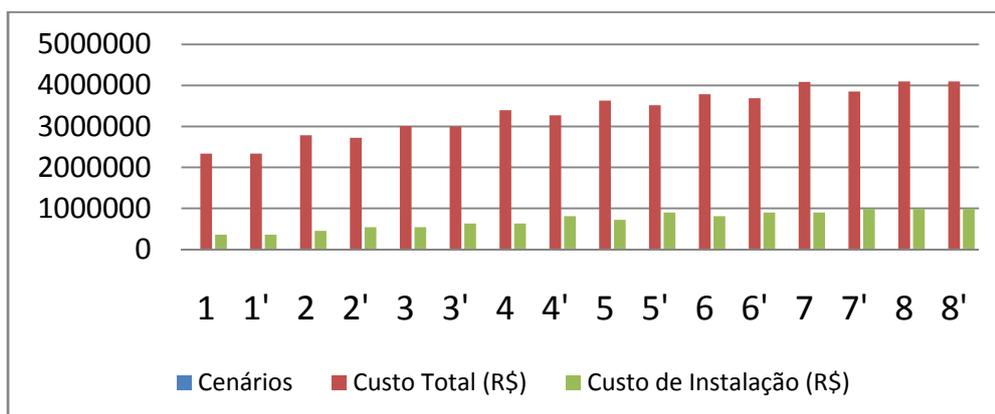


Figura 6.1: Comparação entre custos totais e de instalação de estações dos cenários com e sem a restrição do número máximo de estações. Fonte: Elaborado pelo autor.

Um detalhe interessante, apresentado na Tabela 6.16, é a frequência de escolha de cada associação com relação aos oito cenários idealizados. Nessa tabela, encontra-se o número atribuído a cada associação na primeira coluna, o nome da associação na segunda coluna, o bairro no qual a associação está localizada na terceira coluna, a frequência de escolha na quarta coluna e a probabilidade da localização ter sido escolhida no universo dos cenários testados.

Assim, dentre as associações escolhidas para receber uma ETPO, destaca-se a associação “Grupo Dom Lustosa” (10), no Centro, a qual foi escolhida 8 vezes nas 8 rodadas. As associações SOCRELP - Pirambu (3), ASCAJAN - Jangurussu (4), Reciclando a Vida - Jardim das Oliveiras (5), Amigos da Natureza - Bonsucesso (6) e o Grupo da Maravilha - Bairro de Fátima (11) foram escolhidas 6 vezes nas 8 rodadas. E a associação “Agentes Ambientais” - Parque Santa Rosa (7) que foi escolhida 5 vezes nos 8 cenários rodados.

Tabela 6.16 - Frequência de escolha das associações de catadores.

Número	Associação	Bairro	Número de ocorrências	Frequência de escolha
1	VIVA A VIDA - Otávio Bonfim	Farias Brito	5	0,63
2	Associação Ecológica dos Coletores de Materiais Recicláveis da Serrinha e Adjacências	Serrinha	4	0,50
3	SOCRELP - Soc. Com. de Rec. de Lixo do Pirambu	Pirambu	6	0,75
4	ASCAJAN - Associação dos Catadores do Jangurussu	Jangurussu	6	0,75
5	Associação Reciclando a Vida	Jardim das Oliveiras	6	0,75
6	Associação Amigos da Natureza - Bonsucesso	Bonsucesso	6	0,75
7	Agentes Ambientais do Parque Santa Rosa	Parque Santa Rosa	5	0,63
8	Raio do Sol - Genibaú	Genibaú	4	0,50
9	Grupo Recriando Vidas	Barroso	4	0,50
10	Grupo Dom Lustosa	Centro	8	1,00
11	Grupo da Maravilha - Bairro de Fátima	Fátima	6	0,75
12	Grupo Catadores do Quintino Cunha	Quintino Cunha	0	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se afirmar que as associações supracitadas apresentam melhores posições estratégicas com relação ao conjunto de associações analisadas neste Estudo. Devido a isto, estas associações apresentaram maior frequência relativa. A Figura 6.2 apresenta as associações analisadas e suas respectivas localizações na cidade de Fortaleza.

A quantidade de estações necessárias para processar todo volume gerado de OGR em Fortaleza é, obviamente, superior às quantidades consideradas neste estudo.

Poder-se-ia instalar novas estações, dedicadas exclusivamente às associações entrantes, dependendo da suas respectivas localizações. Pode-se, ainda, alternativamente, elevar a capacidade de processamento das usinas instaladas em um primeiro momento para processar volumes coletados adicionalmente.

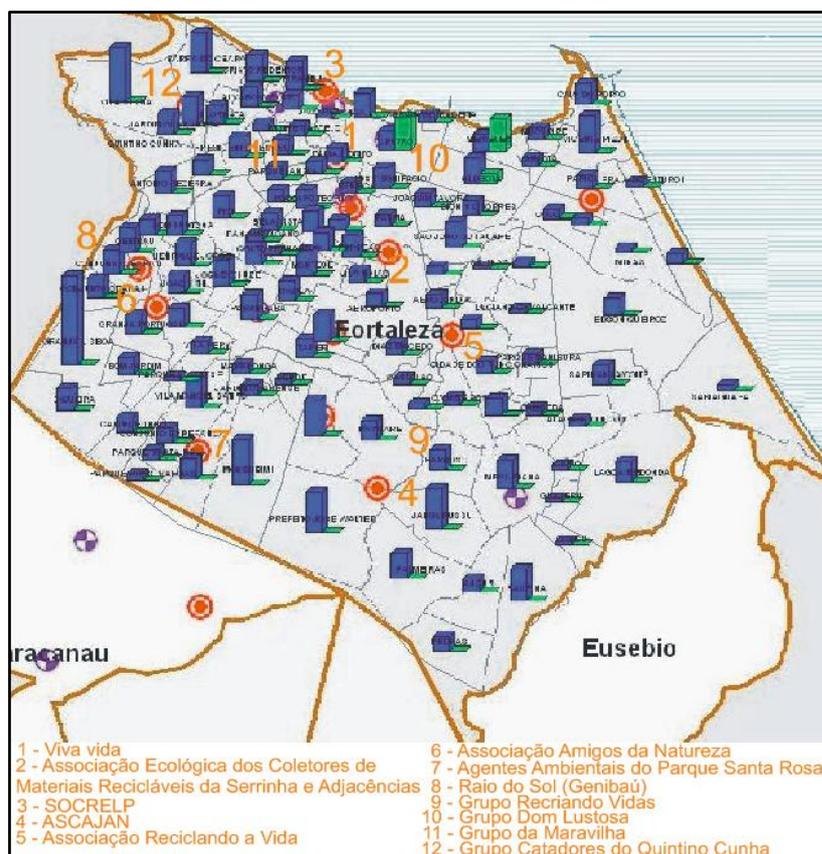


Figura 6.2- Localização das associações de catadores de materiais recicláveis considerados na análise. Fonte: GLEN/UFC, 2010.

Pode ser visto na Figura 6.2 que a maioria das associações consideradas neste estudo localiza-se no setor oeste de Fortaleza. Caso haja a inserção de novas associações, visto que devem ser levados em consideração aspectos referentes à inclusão social e produtiva, há a necessidade de realocar as estações instaladas em um primeiro momento. Pode-se, ainda, instalar novas estações para processar o volume adicional coletado pelas novas associações de catadores de materiais recicláveis.

Os detalhes da Figura 6.2 são as associações consideradas neste estudo, identificada por números, os blocos azuis representam o volume de OGR gerado nos

bairros da cidade de Fortaleza pelos domicílios, os blocos verdes representam o volume gerado do resíduo pelas empresas nos bairros da mesma cidade.

Com relação às associações, as únicas que possuem condições para abrigar ETPO, levando-se em conta aspectos físicos e organizacionais, são a SOCRELP, a ASCAJAN e Associação Reciclando a Vida. Porém, para fazer inclusão social e viabilizar a coleta de OGR na cidade de Fortaleza, poder-se-ia instalar tais estações em terrenos próximo às associações que tenham sido indicada pelo modelo PLFC.

6.4 CAPACIDADE DE COLETA, VOLUME OCIOSO E OPORTUNIDADE DE INCLUSÃO SOCIAL.

Nas Tabelas 6.17 a 6.19 pode-se observar, para diversos cenários, a quantidade de óleo coletado, o volume não coletado e a necessidade de estações para cada percentual coletado do volume de OGR ofertado.

Tabela 6.17 - Variação de valores da oferta e número de estações necessárias para o cenário pessimista.

Cenário	Total potencial de coleta (10 ³ litros/mês) de OGR em Fortaleza	Total de OGR coletados (10 ³ litros/mês)	Total de OGR não coletados (10 ³ litros/mês)	% de Litros de OGR coletados por mês	Litros coletados por Associação (10 ³ litros/mês)	Números de ETPO necessárias com capacidade de 90.000 litros/mês
1	1.279,8	128,0	1.151,8	10%	10,7	2
2	1.279,8	256,0	1.023,8	20%	21,3	3
3	1.279,8	383,9	895,8	30%	32,0	5
4	1.279,8	511,9	767,9	40%	42,7	6
5	1.279,8	639,9	639,9	50%	53,3	8
6	1.279,8	767,9	511,9	60%	64,0	9
7	1.279,8	895,9	383,9	70%	74,7	10
8	1.279,8	1.023,9	256,0	80%	85,3	12
9	1.279,8	1.151,8	128,0	90%	96,0	13
10	1.279,8	1.279,8	0,00	100%	106,7	15

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se que, mesmo que as estações a serem instaladas em Fortaleza no Programa STDS/MDS possuam a capacidade unitária de processamento de 90.000 litros

por mês, ou seja, com o total de 450.000 litros de processamento mensais, elas não são suficientes para processar todo o volume gerado somente na cidade de Fortaleza.

Com relação ao cenário pessimista, a capacidade que será instalada estará totalmente utilizada quando o volume de coleta alcançar menos de 40% do potencial total neste cenário, como apresentado na Tabela 6.17.

Tabela 6.18 - Variação de valores da oferta e número de estações necessárias para o cenário médio.

Cenário	Total potencial de coleta (10 ³ litros/mês) de OGR em Fortaleza	Total de OGR coletados (10 ³ litros/mês)	Total de OGR não coletados (10 ³ litros/mês)	% de Litros de OGR coletados por mês	Litros coletados por Associação (10 ³ litros/mês)	Números de ETPO necessárias com capacidade de 90.000 litros/mês
1	2.794,3	279,4	2.514,9	10%	23,3	4
2	2.794,3	558,9	2.235,4	20%	46,6	7
3	2.794,3	838,3	1.956,0	30%	69,9	10
4	2.794,3	1.117,7	1.676,6	40%	93,1	13
5	2.794,3	1.397,1	1.397,1	50%	116,4	16
6	2.794,3	1.676,6	1.117,7	60%	139,7	19
7	2.794,3	1.956,0	838,3	70%	163,0	22
8	2.794,3	2.235,4	558,9	80%	186,3	25
9	2.794,3	2.514,9	279,4	90%	209,6	28
10	2.794,3	2.794,3	0,00	100%	232,9	32

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando-se a perspectiva de esgotamento das cinco estações, com a capacidade hipotética de 90.000 litros mensais, no cenário médio, teríamos esgotamento da capacidade de processamento de OGR na cidade de Fortaleza quando o volume coletado atingir menos de 20% do total coletado neste cenário (Tabela 6.18).

Finalmente, com relação ao cenário otimista, tem-se o esgotamento da capacidade instalada quando o volume de coleta atingir menos de 10% do total coletado (Tabela 6.19).

Além do esgotamento da capacidade das 5 ETPO's que serão instaladas em Fortaleza, no curto prazo, observa-se a grande oportunidade de geração de renda para pessoas pertencentes a segmentos economicamente vulneráveis na cidade, como os

catadores de materiais recicláveis. Por outro lado, a retirada do OGR dos esgotos implica em redução de custos de manutenção da rede e do tratamento destes, além da substancial diminuição dos impactos do lançamento desse resíduo no meio ambiente.

Tabela 6.19 - Variação de valores da oferta e número de estações necessárias para o cenário otimista.

Cenário	Total potencial de coleta (10 ³ litros/mês) de OGR em Fortaleza	Total de OGR coletados (10 ³ litros/mês)	Total de OGR não coletados (10 ³ litros/mês)	% de Litros de OGR coletados por mês	Litros coletados por Associação (10 ³ litros/mês)	Números de ETPO necessárias com capacidade de 90.000 litros/mês
1	4.987,8	498,8	4.489,0	10%	41,6	6
2	4.987,8	997,6	3.990,2	20%	83,1	12
3	4.987,8	1.496,3	3.491,5	30%	124,7	17
4	4.987,8	1.995,1	2.992,7	40%	166,3	21
5	4.987,8	2.493,9	2.493,9	50%	207,8	28
6	4.987,8	2.992,7	1.995,1	60%	249,4	34
7	4.987,8	3.491,5	1.496,3	70%	291,0	39
8	4.987,8	3.990,2	997,6	80%	332,5	45
9	4.987,8	4.489,0	498,8	90%	374,0	50
10	4.987,8	4.987,8	0,00	100%	415,6	56

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 6.20 apresenta informações referentes tanto à possível geração de renda através da coleta do OGR quanto à possível redução de impactos ambientais, levando-se em conta que o relatório elaborado pela equipe de pesquisadores do GLEN/UFC (GLEN/UFC, 2010) aponta que 46% do OGR são lançados na rede de esgoto pelos residentes (setor domiciliar). Como este segmento representa a parcela mais significativa na geração de OGR em Fortaleza, a Tabela 6.20 foi elaborada para possibilitar a análise dos impactos face ao volume total de OGR lançado no esgoto e que pode chegar ao lençol freático, bem como aos aquíferos de superfície. Também, utilizou-se a estimativa feita pela SABESP de que 1 litro de OGR contamina cerca de 20.000 litros de água no subsolo.

Com relação ao aspecto inclusão social, calculou-se a quantidade de famílias beneficiadas e não beneficiadas relativas aos percentuais de OGR coletados em Fortaleza no pior cenário de geração de OGR na cidade. Para monetarizar este cenário, considerou-se o pagamento por litro de OGR, antes do tratamento primário, igual a R\$

0,70 (setenta centavos), bem como considerando a hipótese de que os custos de cada associação seriam cobertos por 50% da receita com o valor pago por litro deste resíduo.

Observa-se que, mesmo no pior cenário de geração de OGR, o número de famílias a serem beneficiadas por um sistema de coleta específico para este resíduo é substancial, mesmo com somente 10% do volume total sendo coletado.

Tabela 6.20 - Possíveis impactos na geração de renda e na mitigação da contaminação de água do subsolo, resultante da coleta do OGR para o cenário pessimista.

Percentual de OGR coletado	Preço (R\$)	Nº. de famílias beneficiadas com a coleta (com salário mínimo de R\$ 510,00)	Nº. de famílias não beneficiadas com a coleta	Número de 10 ³ litros de água do lençol freático não contaminados pela quantidade de OGR coletada	Número de 10 ³ litros de água do lençol freático possíveis de serem contaminados pelo OGR
10%	0,70	88	791	1.177.439,3	10.596.953,3
20%	0,70	176	703	2.354.878,5	9.419.514,0
30%	0,70	264	615	3.532.317,8	8.242.074,8
40%	0,70	351	527	4.709.757,0	7.064.635,6
50%	0,70	439	440	5.887.196,3	5.887.196,3
60%	0,70	527	352	7.064.635,6	4.709.757,0
70%	0,70	615	264	8.242.074,8	3.532.317,7
80%	0,70	703	176	9.419.514,1	2.354.878,5
90%	0,70	791	88	10.596.953,4	1.177.439,3
100%	0,70	878	0	11.774.392,6	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

O volume total de famílias que poderiam ser beneficiadas com a coleta de OGR aproxima-se de nove dezenas no patamar de coleta de 10% do volume total. A redução da possibilidade de contaminação de água nos lençóis freáticos locais pode ser drástica; com este mesmo percentual de coleta, poder-se-á salvar da contaminação um volume maior que 1 bilhão de litros de água.

Finalmente, como apresentado na Tabela 6.20, a disponibilidade de estações para tratar primariamente o OGR torna-se essencial para que esta cadeia reversa efetive sua remoção, tratamento e reinserção como insumo para a produção biodiesel ou qualquer outro produto que o utilize como matéria-prima.

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que seja efetivo, um projeto que tenha como objetivo coletar o OGR gerado em uma área urbana deve considerar seu direcionamento para a cesta de insumos no setor de produção do biodiesel e os benefícios da redução de custos financeiros e econômicos decorrentes do lançamento deste resíduo na rede de esgoto e no meio-ambiente.

Neste sentido, fica patente a necessidade de se promover o devido direcionamento da oferta do OGR, via estruturação da cadeia logística reversa do óleo de cozinha.

Por outro lado, são necessárias ações voltadas à educação da população com instruções de como proceder no descarte e acondicionamento apropriados deste resíduo para que se facilite o processo de sua coleta.

Como apresentado no Capítulo 3 deste trabalho, existe uma variedade de métodos pelos quais se pode dimensionar e localizar facilidades em uma cadeia de suprimentos. As bases para a escolha de determinado local para compor uma rede de distribuição leva em consideração uma série de aspectos, principalmente custos e nível de serviço.

No caso específico da escolha de uma determinada região ou local urbano para a instalação de usinas de tratamento primário de óleos de gorduras residuais, levando-se em consideração a promoção social e a redução de impactos ambientais, deve-se considerar, além dos custos totais desse sistema, a mitigação do volume desse resíduo lançado nas redes de esgoto, bem como a capacidade de inclusão social e produtiva de pessoas em segmentos os quais se deseja beneficiar.

Observou-se, neste Capítulo, que o Problema de Localização de Facilidades Capacitado - PLFC auxilia na solução das questões da redução dos custos de coleta e na

promoção da sustentabilidade de segmentos social e economicamente vulneráveis articulados no processo de coleta de resíduos urbanos, como o OGR.

Considerar custos unitários de transporte (em R\$/ton-km) iguais para todas as associações e capacidades iguais para as ETPO's é uma forma de simplificar o modelo do PLFC, mas tem uma base real na medida em que os dispositivos de armazenagem e transporte são padronizados e serão adquiridos e doados para as associações de catadores pelo Programa MDS/STDS, ora em desenvolvimento em Fortaleza.

Por outro lado, localizar as ETPO's baseando-se nos grandes fornecedores (cozinhas industriais) - como bares, restaurantes, grandes condomínios, etc. pode privilegiar associações próximas em detrimento de outras localizadas em bairros com menos pontos comerciais e que teriam maior esforço de coleta e maiores custos associados. Isto levaria a posicionar as estações mais próximas às associações com menores custos globais de coleta; porém, não garantiria a eficácia do sistema, visto que os geradores residenciais ofertam pouco OGR individualmente mas, coletivamente, representam mais de 95% do volume total da oferta potencial, no caso de Fortaleza.

No cálculo do custo logístico devem entrar também o custo associado ao armazenamento. A capacidade de armazenamento do OGR determina a frequência de sua coleta e entrega às estações para o seu beneficiamento levando, assim, a custos globais diferentes para cada ator dessa cadeia de logística reversa.

Finalmente, ao se limitar o número de facilidades a serem instaladas em um sistema logístico, como é o caso deste Estudo, corre-se o risco de elevar os custos totais do sistema, como se mostrou em seis dos oito cenários considerados.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES

7.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO ESTUDO

Este estudo se propôs a elaborar e aplicar uma metodologia de análise da cadeia logística reversa dos óleos de cozinha visando contribuir para a sua estruturação e fortalecimento, considerando geradores residenciais e empresariais urbanos, bem como fortalecer e ampliar a gama de insumos para a produção de biodiesel. Teve o objetivo de responder à questão-chave “como garantir a sustentabilidade dos benefícios socioeconômicos oriundos da produção de biodiesel, ou outros produtos, a partir do uso do OGR como insumo?”

Assim, foi elaborada e aplicada uma metodologia que se compõe de uma técnica de Preferência Declarada, para identificar as variáveis-chaves que levariam os geradores domiciliares de OGR da cidade de Fortaleza a transacionarem com o resíduo, e pelo modelo PLFC, para localizar ETPO's nesta mesma cidade.

Foram utilizados dados de geração de OGR e comportamentais em Fortaleza, obtidos em estudo recente desenvolvido pelo GLEN/UFC para a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE.

O sucesso de um sistema de logística reversa, cujo objetivo seja a remoção de óleos residuais, tem como pré-requisito fundamental o envolvimento de vários atores da sociedade devido às peculiaridades relacionadas à sua problemática, tratadas neste estudo. A aplicação desta metodologia e a análise dos resultados no presente estudo levaram às seguintes conclusões por bloco temático:

- a) Quanto à efetividade de geração e ao bom aproveitamento do OGR gerado:

i) Uma vez que existe desconhecimento, por parte da população de Fortaleza, com relação aos danos potenciais do OGR ao meio ambiente e à rede de esgoto, os respondentes elegeram, no experimento de preferência declarada, níveis dos atributos que lhes trouxessem vantagens imediatas. Possivelmente, se houver um trabalho de conscientização e educação ambiental que inclua informações relativas à problemática do OGR, bem como a criação de políticas que incentivem a doação do mesmo, a população de Fortaleza tornar-se-á uma grande aliada na mitigação dos problemas causados por este resíduo urbano;

ii) Observou-se, na análise dos resultados do experimento PD associados à análise dos questionários aplicados que, de modo geral, pessoas de renda mais elevada de Fortaleza tiveram maior propensão a doar o óleo residual; as pessoas de média renda demonstraram ter maior interesse em transacionar o OGR; e as pessoas de renda mais baixa tiveram maior propensão em utilizar o óleo vegetal ao máximo, gerando pouco ou nenhum óleo residual. Assim, faz-se necessária o desenvolvimento de campanhas informativas alertando a população sobre os potenciais danos a saúde que podem ser provocados pelo hábito de consumir óleo vegetal saturado;

iii) Através da aplicação da técnica PD ao caso de estudo, pode-se concluir que quanto mais fácil e cômodo para a população for o ato de doar o OGR, com um esquema que possua um número elevado de pontos para o recebimento do resíduo, alta frequência de coleta, doação de recipientes, funis e portas-garrafa aos geradores domiciliares do resíduo para facilitar o seu armazenamento, maior será a eficácia deste esquema;

iv) Com o estabelecimento de um esquema de coleta e com a efetivação da oferta de OGR prevista para Fortaleza, há grande probabilidade de empresas privadas competirem com as associações de catadores de materiais recicláveis em um futuro mercado de OGR na região de estudo. Este fato deve elevar substancialmente a oferta do resíduo na região para a produção de biodiesel;

v) A elevação da oferta de OGR para a produção de biodiesel pode conferir uma maior independência das usinas de produção de biodiesel do país com relação aos

produtos derivados do agronegócio, como a soja e o algodão. Tal fato pode facilitar o cumprimento dos papéis do Estado brasileiro de promotor de inclusão social e de protetor dos sistemas ecológicos nacionais;

vi) A inclusão de associações de catadores de materiais recicláveis no sistema de coleta de óleos residuais é pré-requisito fundamental para a efetivação deste sistema, devido à pequena escala de volumes gerados no setor domiciliar e à dispersão espacial da oferta, que já são tratados pelos coletadores de resíduos urbanos;

vii) O barateamento do sistema de coleta do OGR torna-se fundamental para o seu sucesso. Assim, a possibilidade de incentivar a sua doação através do pagamento de bônus, como depreendido na análise do experimento PD, pode contribuir com tal objetivo;

viii) A implementação de políticas que incentivem a doação do OGR por parte da população, bem como de políticas que punam o seu descarte indevido, aliado a programas de educação ambiental e de saúde pública, que esclareçam os problemas causados por este resíduo, pode ser de grande ajuda na promoção da sustentabilidade da cadeia produtiva do OGR.

b) Quanto à localização otimizada das estações de tratamento primário do OGR:

i) O PLFC apresenta-se adequado para indicar a localização de facilidades, como ETPO's, em ambientes urbanos quando se objetiva reduzir custos totais do sistema de coleta e promover a isonomia de receita entre seus atores (principalmente associações de catadores de materiais recicláveis);

ii) A instalação das ETPO's em locais estratégicos é fundamental para aumentar a eficiência logística na cadeia produtiva do OGR, bem como conferir-lhe maior sustentabilidade;

iii) O método do centro de gravidade, aplicado para indicar a localização de ETPO's, mostra-se muito útil quando se busca, no curto prazo, maximizar a utilização

dessas estações e reduzir os impactos ambientais pelo descarte inadequado do resíduo, visto que o método prioriza a instalação das ETPO's em locais com maior potencial de oferta. Ele não é adequado para resolver o problema de isonomia de receitas das associações na cadeia reversa;

iv) A utilização de associações de catadores de materiais recicláveis como referência para indicar a localização de ETPO's mostra-se bastante relevante quando se procura atingir o objetivo de inclusão social e produtiva dos integrantes dessas associações, normalmente compondo segmentos urbanos vulneráveis social e economicamente;

v) O objetivo de reduzir os custos na cadeia produtiva do OGR é importante devido ao fato de que a renda a ser gerada para a rede de catadores de resíduos provem da diferença entre a receita advinda da Petrobras Biocombustíveis pela compra do OGR tratado nas ETPO's e os custos pagos pelas associações na entrega do OGR *in natura* pelos geradores domiciliares e empresariais;

vi) As associações de catadores de materiais recicláveis se originam principalmente nas proximidades de grandes centros geradores de resíduos urbanos (ver Figura 5.2) conforme se localiza a maioria das associações catalogadas para este Estudo, principalmente nas regiões centrais e oeste da cidade de Fortaleza; e

vii) No cenário composto pelo Programa MDS/STDS em Fortaleza, a localização de ETPO próxima aos geradores de grandes volumes do resíduo, como restaurantes, hotéis e outras cozinhas industriais, não garante a remoção da maior parte do OGR gerado na cidade. Este fato ocorre devido àqueles geradores representarem uma parcela insignificante no volume total gerado do resíduo, sendo os domicílios os mais relevantes.

7.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

No decorrer da realização deste estudo, foram identificadas algumas limitações que afetaram o seu desenvolvimento e que estão detalhadas a seguir.

Devido ao fato do funcionamento do sistema de coleta do OGR estar em fase incipiente, um dos fatores que limitaram este trabalho foi a falta de informações referentes aos custos unitários de transporte deste insumo específico pelas associações de catadores. Assim, a modelagem do problema teve de assumir a hipótese de custos unitários (momentos de transporte) iguais, gerando custos globais diferenciados proporcionalmente às distâncias percorridas.

De forma indireta, questões referentes ao tempo para execução da tarefa de coleta de dados e escassez de recursos para isto, bem como a ausência de informações específicas relativas ao OGR dos domicílios da cidade de Fortaleza, limitaram este estudo com relação ao uso de informações mais acuradas sobre a geração de OGR na cidade. Este foi o motivo porque se utilizou cenários em função do percentual de descarte do óleo de cozinha no processo de cocção de alimentos na cidade.

O presente estudo utilizou como fonte de dados o relatório técnico sobre a oferta de OGR na Região Metropolitana de Fortaleza, produzido pela equipe do GLEN/UFC, sendo que a consistência dos seus resultados está intimamente vinculada à consistência dos dados primários e secundários utilizados naquele trabalho.

7.3 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Devido à importância relacionada à problemática tratada neste estudo, como as questões referentes à produção de energia, inclusão social e produtiva, impactos ambientais e custos com manutenção da rede de esgoto, podem ser elencadas algumas sugestões de temas para trabalhos futuros que venham a contribuir com o enriquecimento da compreensão da temática abordada. Os temas propostos para aprofundamento da pesquisa incluem:

i) Estudo da viabilidade logística e econômica relacionada a outros resíduos urbanos que tenham potencial como insumos energéticos e seus impactos sobre a sociedade;

ii) Desenvolvimento de metodologia de determinação dos custos na cadeia logística reversa do óleo de cozinha para suporte ao setor de produção de biodiesel;

iii) Estudo dos impactos causados pela efetivação da oferta de OGR na cidade de Fortaleza sobre os custos de produção da Usina de Biodiesel de Quixadá/CE;

iv) Estudos sobre efeitos de inclusão social de segmentos de catadores de resíduos através da estruturação das cadeias logísticas dos diversos componentes da cesta de resíduos urbanos em Fortaleza;

v) Estudo sobre o percentual de descarte dos óleos de cozinha em função dos estratos sociais classificados por renda e escolaridade; e

vi) Desenvolvimento de rotina computacional para análise de cenários de localização otimizadas de ETPO's em função do crescimento dos níveis de oferta de OGR.

7.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve-se enfatizar que o volume de OGR gerado na cidade de Fortaleza é bastante superior à capacidade total das estações de tratamento primário consideradas neste Estudo. Porém, caso o Governo do Estado do Ceará, a Petrobras ou qualquer outra organização pretenda expandir esta capacidade, serão necessárias ações que levem a população a colaborar doando o OGR, visto que os volumes gerados mensalmente por unidade domiciliar são ínfimos, mas o somatório dessas pequenas quantidades torna-se considerável.

É inegável que, dado o grande volume de geração de OGR na cidade de Fortaleza, a coleta deste resíduo torna-se uma boa oportunidade para que o poder

público promova a inclusão social e produtiva dos catadores de resíduos, ao mesmo tempo em que reduz indiretamente os efeitos nocivos da queima de combustíveis fósseis, pela contribuição à cesta de insumos no setor de produção do biodiesel.

Finalmente, caso a cadeia produtiva de OGR venha a se consolidar sustentavelmente na cidade de Fortaleza, muitas oportunidades de negócios surgirão no município, inclusive para o setor privado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). **DADOS ESTATÍSTICOS: *Vendas de Combustível (m³)***. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=9276&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1261835502803>>. Data de acesso: 26 de dezembro de 2009.

ALMEIDA NETO, J. A.; NASCIMENTO, J. C.; SAMPAIO, L. A. G.; CHIAPETTI, J. GRAMACHO, R. S.; SOUZA, C. N.; ROCHA, V. A. **Projeto Bio-Combustível: processamento de óleos e gorduras vegetais in natura e residuais em combustíveis tipo diesel**. Campinas, 2003. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC000000022000000200046&script=sci_arttext>. Data de acesso: 25 de novembro de 2009.

AMBIENTE BRASIL. **Biocombustíveis - Álcool, Óleos e Gorduras-Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=/energia/index.html&conteudo=/energia/artigos/biocombustivel.html>>. Data de acesso: Acesso em 25 de setembro de 2009.

AMBIENTE EM FOCO. Reciclar óleo de cozinha pode contribuir para diminuir aquecimento global. **Disponível em:** <<http://www.ambienteemfoco.com.br/?p=3052>>. **Data de acesso:** Data de acesso: 26 de agosto de 2009.

ARREDONDO, H. I. V. **Avaliação exergética e exergo-ambiental da produção de biocombustíveis**. 2009. Tese de Doutorado. (Doutorado em Engenharia Mecânica) – USP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP. São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3150/tde-14082009-172642/>>. Data de acesso: 28 de setembro de 2009.

AZEVEDO, O. A.; RABBI, M. A.; COELHO NETO, D. M. ; HARTUIQ, M. H. **Fabricação de sabão a partir do óleo comestível residual: conscientização e educação científica**. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF. Vitória, 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0805-1.pdf>>. Data de acesso: 14 de janeiro de 2010.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística empresarial**. 5ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BIODIESELBR. **Glicerina - Sub-produto do biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/glicerina/biodiesel-glicerina.htm>>. Data de acesso: 25 de novembro de 2009.

BIODIESELBR. **Vantagens do Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/vantagens/vantagens-biodiesel.htm>>. Data de acesso: Data de acesso: 25 de setembro de 2009.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão Logística de Cadeia de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRANDÃO FILHO, J. E. **Previsão de demanda por gás natural veicular: uma modelagem baseada em dados de preferência declarada e revelada**. Fortaleza: UFC, 2005. Dissertação de Mestrado, 274 fl. Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará: Fortaleza, 2005.

BRANDLI, L. L.; HEINECK, L. F. M. **As abordagens dos modelos de preferência declarada e revelada no processo de escolha habitacional**. In *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 61-75, abr./jun. 2005. ISSN 1415-8876 © 2005, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/.../2002>. Data de acesso: 10 de fevereiro de 2010.

BRASIL. Decreto-lei no 5.940, de 25 de outubro de 2006. **Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências**. Lex: coletânea de legislação: disponível em: <<http://www.coletasolidaria.gov.br/menu/menu/legislacao/DECRETO%205%20940.pdf>>. Data de acesso: 21 de agosto de 2009.

BROLESE, V. S.; ANDRADE, M. E. D.; MEDEIROS, M. S.; FERREIRA, A. D. **Sistemas Catalíticos na produção de Biodiesel por meio de óleo residual**. Disponível em: <[http://www.aedb.br/seget/artigos08/439_439_BioDiesel_-_Seget\[2\].pdf](http://www.aedb.br/seget/artigos08/439_439_BioDiesel_-_Seget[2].pdf)>. Data de acesso: 16 de outubro de 2009.

BRIEU, T. P. **Programa nacional de produção e uso de biodiesel: um balanço da primeira fase até 2008**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em energia Universidade de São Paulo – EP/FEA/IEE/IF da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-04092009-171502/>>. Data de acesso: 1 de novembro de 2009.

CAIXA. **Bolsa família**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/voce/Social/Transferencia/bolsa_familia/index.asp>. Data de acesso: 21 de agosto de 2009.

CARDOSO, A. L. **Estudo cinérgico das reações de esterificação de ácidos graxos catalisadas por ácidos de Lewis e de Brønsted para a produção de biodiesel**. Disponível em: <http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1477>. Data de acesso: 28 de Setembro de 2009.

CARVALHO, E. R. **Biodiesel: análise e dimensionamento da rede logística no Brasil usando programação linear**. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3148/tde-12112008-123903/>>. Data de acesso: 1 de novembro de 2009.

CASTELLANELLI, C. A. **Estudo da viabilidade de produção do biodiesel, obtido através do óleo de fritura usado, na cidade de Santa Maria – RS.** Dissertação de Mestrado, 112 fl. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Qualidade e Produtividade, da Universidade Federal de Santa Maria: Santa Maria, 2008. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2035>. Data de Acesso: 27 de maio de 2010.

CAVALCANTE, N.; ALENCAR, A. M de. **Óleo e Gorduras Residuais Município de Quixadá.** Relatório técnico. Quixadá: Prefeitura Municipal, 2009.

CELLA, R. C. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-0612002000200002&lng=en&nrm=iso>. Data de acesso: 8 de outubro de 2009.

CHRISTOFF, P. **Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial estudo de caso: Guaratuba, litoral paranaense.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia. Disponível em: <<http://www.lactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/PauloChristoff.pdf>>. Data de acesso: 16 de outubro de 2009.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras.** Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n4/2654.pdf>>. Data de acesso: 1 de novembro de 2009.

FERNANDES, R. K. M.; PINTO, J. M. B. **Biodiesel a partir de óleo residual de fritura: alternativa energética e desenvolvimento sócio-ambiental.** In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro-RJ. XXVIII ENEGEP 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_077_542_12014.pdf>. Data de acesso: 28 de agosto de 2009.

FREITAS, A. A. F. **Modelagem comportamental dos decisores através de técnicas de preferência declarada:** uma aplicação no setor imobiliário de Florianópolis-SC. Florianópolis: UFSC, 1995. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 1995.

GIRAÇOL, J.; PASSARINI, K. C.; SILVA FILHO, S. C.; CALARGE, F. A.; SANTANA, J. C. C. **Uma política CCE baseada no processo de produção de biodiesel pelo reuso do óleo de frituras da cidade de São Paulo.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP 2009, 24. 2009,

Salvador. Anais do XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador. CD-ROM.

GLEN/UFC. **Estudo da oferta de gordura residual na região metropolitana de fortaleza – projeto Bioóleo relatório final.** Grupo de Estudo e Pesquisa em Infra-estruturas de Transporte e Logística da Energia. Universidade Federal do Ceará. Junho de 2010.

GUIMARÃES, F. R. **Estudo da oferta de oleaginosas para produção de biodiesel Com base em dados de preferência declarada: aplicação ao Caso do sertão central cearense** Fortaleza: UFC, 2009. Dissertação de Mestrado, 70 fl. Programa de Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional, Universidade Federal do Ceará: Fortaleza, 2009.

GUIMARÃES, L. R. **Uma ferramenta interativa e gráfica aplicada na resolução dos problemas de otimização combinatória permutacional.** Fortaleza: UFC, 2009. Dissertação de Mestrado, 106 fl. Programa de Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional, Universidade Federal do Ceará: Fortaleza, 2009.

HOCEVAR, L. **Biocombustível de óleos e gorduras residuais – a realidade do sonho.** In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2005. Disponível em: <http://www.universoambiental.com.br/Arquivos/Biodiesel/Hocevar_OGR_2005.pdf>. Data de Acesso: 27 de maio de 2010.

HAHN, G.J. and Shapiro, S. (1966). **A Catalogue and Computer Program for Design and Analysis of Orthogonal Symmetric and Asymmetric Fractional Experiments.** General Electric Research and Development Center Report nº 66-C-165. Schenectady, New York.

LIMA, P. C. R. **O biodiesel e a inclusão social.** Disponível em:<http://apache.camara.gov.br/portal/arquivos/Camara/internet/publicacoes/estnottec/pdf/2004_676_Estudo.pdf>. Data de acesso: 22 de outubro de 2009.

LUZ, P. R. P. **Um estudo de caso utilizando técnicas de preferência declarada, para análise do fluxo e permanência de veículos em áreas delimitadas.** Florianópolis: UFSC, 1997. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 1997.

MAIA, F. S.; PIRES, M. M.; ALMEIDA, C. M. **Identificação da cadeia de produção de biodiesel, obtido a partir de óleos e gorduras animais e vegetais residuais.** Disponível em: <http://www.uesc.br/seminarioic/sistema/resumos/11_pag319.PDF>. Data de acesso: 22 de outubro de 2009.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção.** 2ª. Ed. ver., aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MEIO AMBIENTE. **Óleo de fritura vira combustível em Quixadá – CE.** Disponível em: <<http://www.revistameioambiente.com.br/2009/02/04/oleo-de-fritura-vira-combustivel-em-quixada/>>. Data de acesso: 22 de outubro de 2009.

MIRANDA, R. A. **Biodiesel: obtenção a partir de óleos residuais utilizados na cocção de alimentos.** Disponível em: <<http://www.facabiodiesel.com.br/biodiesel/documentos/Biodiesel-obtencao-a-partir-de-oleos-residuais-utilizados-na-coccao-de-alimentos.pdf>>. Data de acesso: 22 de outubro de 2009.

MITTELBACH, M.; TRITTHART, P. J. Am. **Oil Chem. Soc.**, v. 65, p. 1185, 1988.

MORETTO, E. ; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos.** Livraria Varela. São Paulo. 1998.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM QUIXADÁ: Oleaginosa suficiente para usina só em 2015.** Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias.php?id=53413>>. Data de acesso: 25 de agosto de 2009.

ORTÚZAR, J. de D; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport.** 3^a. ed. John Wiley & Sons Ltd., New York, NW, USA, 1994.

RICO, J. A. P. **Programa de Biocombustíveis no Brasil e na Colômbia: uma análise da implantação, resultados e perspectivas.** Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Energia) – USP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP. São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-07052008-115336/>>. Data de acesso: Data de acesso: 28 de setembro de 2009.

SANTOS, R. B. dos, SERRATE, J. W., CALIMAN, L. B., LACERDA JR, V., CASTRO, E. V. R. **Avaliação do Uso de Óleo Residual Usado em Fritura para a Produção de Biodiesel e Estudo da Transesterificação de Óleo de Soja com Álcoois de Cadeia de até Quatro Carbonos.** Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/producao/10.pdf>>. Data de acesso: 16 de outubro de 2009.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO. CEARÁ. **DIRETRIZES PARA O PLANO DE GOVERNO - DA COLIGAÇÃO, CEÁRA VOTA PARA CRESCER – Cid governador Vice Prof. Pinheiro.** Disponível em: <http://www2.seplag.ce.gov.br/content/aplicacao/SEAD/seplan/downloads/DIRETRIZES_PARA_O_PLANO_DE_GOVERNO.pdf>. Data de acesso: 25 de agosto de 2009.

SIMONETTO E. O. ; BORENSTEIN, D. **Gestão operacional da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos – abordagem utilizando um sistema de apoio à decisão.** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2006000300008&lng=pt&nrm=iso>. Data de acesso: 23 de outubro de 2009.

SOUSA, G. S.; PIRES, M. M.; ALVES, J. M.; ALMEIDA, C. M. **Potencialidade da Produção de Biodiesel Utilizando Óleos Vegetais e Gorduras Residuais.** Disponível em: <<http://www.plantibiodiesel.com.br/MANUAIS%20DO%20CD/17%20%20BIODIESEL%20-%20PROCESSOS%20-20USANDO%20OLEOS%20VEGETAIS%20E%20GORDURAS%20RESIDUAIS.pdf>>. Data de acesso: 22 de outubro de 2009.

TABILE, R. A.; LOPES, A.; DABDOUB, M. J.; CAMARA, F. T. da; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da. **Biodiesel de mamona no diesel interior e metropolitano em trator agrícola.** Disponível em <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/artigos_dissertacoes/artigos_portugues/energia/9_mamona.pdf>. Data de acesso: 10 de setembro de 2010.

PETROBRAS. **DESTAQUES OPERACIONAIS** – Gas & Energias. Disponível em: <<http://www2.petrobras.com.br/ri/port/DestaquesOperacionais/GasEnergia/EnergiasRenovaveis.asp>>. Data de acesso: 22 de outubro de 2009.

PETROBRAS. **13. INVESTIMENTOS: USINA DE BIODIESEL.** Disponível em: <<http://www.hotsitespetrobras.com.br/rao2008/home/analise-financeira-e-emonstracoes-contabeis/demonstracoes-contabeis/notas-explicativas-/13.investimentos.aspx>>. Data de acesso: 25 de agosto de 2009.

PINTO, J. M. B.; FALANI, S. Y. A.; GURGEL, A. M.; FERREIRA, R. J. P. **Localização de uma unidade de pré-tratamento de óleo e gordura residual de fritura para produção de biodiesel.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP 2009, 24. 2009, Salvador. Anais do XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador. CD-ROM.

PRATES, C. P.T. ; PIEROBON E. C. ; COSTA, R. C. **Formação do mercado debiodiesel no brasil.** Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndespt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2502.pdf>>. Data de acesso: 22 de outubro de 2009.

PUBLICAÇÕES, MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro.** Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/desenvolvimentoregional/publicacoes/delimitacao.asp>>. Data de acesso: 21 de setembro de 2009.

PTCEARÁ. DIRETÓRIO ESTADUAL. **Prefeitura apóia projeto de coleta de óleo e gorduras residuais.** Disponível em: <<http://www.ptceara.org.br/noticias/texto.asp?id=3156>>. Data de Acesso: 10 de outubro de 2009.

RABELO, R. A.; FERREIRA, O.M. **coleta seletiva de óleo residual de fritura para aproveitamento industrial.** Artigo Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental. Disponível em: < <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss>>. Data de acesso: 28 de agosto de 2009.

REIS, M. F. P.; ELLWANGER, R. M.; FLECK, E. **Destinação de óleos de fritura.** Disponível em:<<http://www.facabiodiesel.com.br/biodiesel/documentos/DESTINACAO-DE-OLEOS-DE-FRITURA.pdf>>. Data de acesso: 22 de outubro de 2009.

RIGO, C. L.; ROSA, R. A. **Aplicação do método de coleta e entrega simultânea à logística reversa de mercadorias.** Disponível em: <http://sobrapo.org.br/simposios/XLI-009/XLI_SBPO_2009_artigos/artigos/55770.pdf>. Data de acesso: 22 de outubro de 2009.

Anexos

ANEXO A - Modelo de questionário de PD

Projeto GEROGR - Convênio CAGECE/UFC Nº 98/2009

7	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	1
	Semanal	Supermercado	0,7	Brinde		Semanal	Em casa	0,3	Bônus	
7	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	19
	Semanal	Supermercado	0,7	Brinde		Mensal	Posto	0,5	Bônus	
22	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	23
	Mensal	Supermercado	0,5	Brinde		Mensal	Supermercado	0,7	Dinheiro	
1	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	19
	Semanal	Em casa	0,3	Bônus		Mensal	Posto	0,5	Bônus	
21	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	18
	Mensal	Supermercado	0,3	Bônus		Mensal	Posto	0,3	Dinheiro	
4	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	16
	Semanal	Posto	0,7	Bônus		Mensal	Em casa	0,5	Dinheiro	
21	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	13
	Mensal	Supermercado	0,3	Bônus		Quinzenal	Supermercado	0,5	Dinheiro	
18	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	13
	Mensal	Posto	0,3	Dinheiro		Quinzenal	Supermercado	0,5	Dinheiro	
19	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	14
	Mensal	Posto	0,5	Bônus		Quinzenal	Supermercado	0,7	Bônus	
19	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	9
	Mensal	Posto	0,5	Bônus		Quinzenal	Em casa	0,5	Bônus	
14	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	9
	Quinzenal	Supermercado	0,7	Bônus		Quinzenal	Em casa	0,5	Bônus	
2	Periodicidade	Local	Preço	Pagamento		Periodicidade	Local	Preço	Pagamento	15
	Semanal	Em casa	0,5	Brinde		Mensal	Em casa	0,3	Brinde	

ANEXO B - Tabelas de volumes e percentuais de geração de OGR por bairro e por cenário relativo ao volume total potencial de fortaleza

Número	Bairro	% de OGR Gerado Relativo ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências Nos Bairros	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado nos Bairros (Litros)
1	SALINAS	0,14%	100,00%	0,00%	1822,30	0,00	1822,30
2	COUTO FERNANDES	0,18%	100,00%	0,00%	2248,00	0,00	2248,00
3	COACU	0,18%	99,70%	0,30%	2280,70	6,75	2287,45
4	GUAJERU	0,19%	100,00%	0,00%	2388,70	0,00	2388,70
5	CURIO	0,21%	100,00%	0,00%	2624,35	0,00	2624,35
6	DUNAS	0,23%	100,00%	0,00%	2958,42	0,00	2958,42
7	LUCIANO CAVALCANTE	0,24%	100,00%	0,00%	3050,05	0,00	3050,05
8	PARQUE SAO JOSE	0,24%	100,00%	0,00%	3075,40	0,00	3075,40
9	GUARARAPES	0,26%	100,00%	0,00%	3387,99	0,00	3387,99
10	DENDE	0,30%	100,00%	0,00%	3828,12	0,00	3828,12
11	SABIAGUABA	0,30%	100,00%	0,00%	3829,99	0,00	3829,99
12	PRAIA DO FUTURO I	0,30%	100,00%	0,00%	3877,39	0,00	3877,39
13	MATA GALINHA	0,32%	100,00%	0,00%	4079,65	0,00	4079,65
14	PAN AMERICANO	0,33%	100,00%	0,00%	4226,54	0,00	4226,54
15	ALAGADICO NOVO	0,33%	100,00%	0,00%	4248,13	0,00	4248,13
16	PARQUE PRES. VARGAS	0,33%	100,00%	0,00%	4280,04	0,00	4280,04
17	CIDADE 2000	0,36%	100,00%	0,00%	4562,62	0,00	4562,62
18	VILA ELLERY	0,37%	100,00%	0,00%	4777,62	0,00	4777,62
19	CASTELAO	0,38%	99,68%	0,32%	4845,03	15,75	4860,78
20	MOURA BRASIL	0,38%	100,00%	0,00%	4879,17	0,00	4879,17
21	VARJOTA	0,39%	99,08%	0,92%	4936,06	45,60	4981,66
22	PRAIA DE IRACEMA	0,40%	89,78%	10,22%	4613,40	525,00	5138,40
23	CAJAZEIRAS	0,42%	100,00%	0,00%	5386,24	0,00	5386,24
24	CAMBEBA	0,43%	96,59%	3,41%	5354,24	189,00	5543,24
25	ALTO DA BALANCA	0,44%	100,00%	0,00%	5615,52	0,00	5615,52
26	MARAPONGA	0,46%	100,00%	0,00%	5869,75	0,00	5869,75
27	MONTE CASTELO	0,47%	99,82%	0,18%	6015,05	10,80	6025,85
28	JARDIM DAS OLIVEIRAS	0,48%	100,00%	0,00%	6114,25	0,00	6114,25
29	PARQUE SANTA ROSA	0,49%	100,00%	0,00%	6232,09	0,00	6232,09
30	PRAIA DO FUTURO II	0,49%	100,00%	0,00%	6232,46	0,00	6232,46

Tabela B.1 - Bairros de Fortaleza com Potencial de Geração de OGR Abaixo de 1% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 15% do Volume total de Óleo Consumido

Tabela B.1 - Bairros de Fortaleza com Potencial de Geração de OGR Abaixo de 1% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 15% do Volume total de Óleo Consumido (continuação 2/3).

Número	Bairro	% de OGR Gerado Relativo ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências Nos Bairros	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado nos Bairros (Litros)
31	JARDIM AMERICA	0,51%	100,00%	0,00%	6541,99	0,00	6541,99
32	MUCURIBE	0,52%	99,19%	0,81%	6572,29	54,00	6626,29
33	JARDIM CEARENSE	0,54%	100,00%	0,00%	6905,45	0,00	6905,45
34	PARQUE MANIBURA	0,55%	100,00%	0,00%	7036,98	0,00	7036,98
35	BENFICA	0,55%	97,62%	2,38%	6881,89	168,00	7049,89
36	DIAS MACEDO	0,57%	100,00%	0,00%	7276,13	0,00	7276,13
37	VILA UNIAO	0,58%	100,00%	0,00%	7425,49	0,00	7425,49
38	CIDADE DOS FUNCIONARIOS	0,59%	94,33%	5,67%	7136,58	429,30	7565,88
39	COCO	0,59%	80,44%	19,56%	6109,71	1485,30	7595,01
40	JACARECANGA	0,60%	99,80%	0,20%	7638,76	15,15	7653,91
41	PARQUE ARAXA	0,60%	100,00%	0,00%	7729,52	0,00	7729,52
42	AMADEU FURTADO	0,61%	100,00%	0,00%	7809,54	0,00	7809,54
43	VILA PERY	0,61%	100,00%	0,00%	7810,07	0,00	7810,07
44	AEROPORTO	0,62%	100,00%	0,00%	7939,19	0,00	7939,19
45	JOAQUIM TAVORA	0,62%	100,00%	0,00%	7989,17	0,00	7989,17
46	AEROLANDIA	0,64%	100,00%	0,00%	8186,87	0,00	8186,87
47	ANCURI	0,66%	100,00%	0,00%	8434,81	0,00	8434,81
48	PARQUELANDIA	0,67%	99,68%	0,32%	8490,70	27,45	8518,15
49	FARIAS BRITO	0,67%	100,00%	0,00%	8622,84	0,00	8622,84
50	CARLITO PAMPLONA	0,68%	100,00%	0,00%	8640,65	0,00	8640,65
51	FATIMA	0,68%	85,79%	14,21%	7442,47	1232,40	8674,87
52	PADRE ANDRADE	0,69%	100,00%	0,00%	8833,70	0,00	8833,70
53	PAPICU	0,71%	92,03%	7,97%	8310,76	720,00	9030,76
54	DIONISIO TORRES	0,71%	94,33%	5,67%	8611,08	517,50	9128,58
55	CONJUNTO ESPERANCA	0,72%	100,00%	0,00%	9249,82	0,00	9249,82
56	PEDRAS	0,72%	100,00%	0,00%	9266,91	0,00	9266,91
57	DEMOCRITO ROCHA	0,73%	100,00%	0,00%	9305,54	0,00	9305,54
58	AUTRAN NUNES	0,73%	100,00%	0,00%	9399,19	0,00	9399,19
59	CANINDEZINHO	0,76%	100,00%	0,00%	9675,81	0,00	9675,81
60	SAO GERARDO	0,76%	99,98%	0,02%	9683,44	2,25	9685,69

Tabela B.1 - Bairros de Fortaleza com Potencial de Geração de OGR Abaixo de 1% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 15% do Volume total de Óleo Consumido (continuação 3/3).

Número	Bairro	% de OGR Gerado Relativo ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
61	JANGURUSSU	0,79%	99,86%	0,14%	10157,92	13,84	10171,76
62	BELA VISTA	0,84%	100,00%	0,00%	10707,53	0,00	10707,53
63	EDSON QUEIROZ	0,84%	99,32%	0,68%	10693,64	73,35	10766,99
64	PARQUE IRACEMA	0,85%	100,00%	0,00%	10840,98	0,00	10840,98
65	BOM JARDIM	0,85%	99,56%	0,44%	10850,44	48,00	10898,44
66	JOAO XXIII	0,86%	100,00%	0,00%	11055,52	0,00	11055,52
67	RODOLFO TEOFILO	0,86%	99,62%	0,38%	11028,29	42,00	11070,29
68	FLORESTA	0,88%	100,00%	0,00%	11324,70	0,00	11324,70
69	BOM FUTURO	0,89%	96,86%	3,14%	10986,06	356,25	11342,31
70	ITAOCA	0,92%	100,00%	0,00%	11773,81	0,00	11773,81
71	SAPIRANGA/COITE	0,92%	100,00%	0,00%	11790,58	0,00	11790,58
72	ITAPERI	0,93%	100,00%	0,00%	11847,78	0,00	11847,78
73	ALVARO WEYNE	0,94%	100,00%	0,00%	12006,23	0,00	12006,23
74	BARROSO	0,94%	100,00%	0,00%	12093,52	0,00	12093,52
75	PASSARE	0,95%	99,96%	0,04%	12143,14	5,40	12148,54
76	DOM LUSTOSA	0,95%	100,00%	0,00%	12205,44	0,00	12205,44
77	BONSUCESSO	0,96%	100,00%	0,00%	12304,93	0,00	12304,93
78	GRANJA PORTUGAL	0,96%	100,00%	0,00%	12317,93	0,00	12317,93
79	DAMAS	0,98%	100,00%	0,00%	12487,26	0,00	12487,26
80	PRESIDENTE KENNEDY	0,98%	100,00%	0,00%	12488,35	0,00	12488,35
81	CONJUNTO CEARA I	0,98%	98,80%	1,20%	12342,27	150,00	12492,27
82	MONDUBIM II	0,98%	100,00%	0,00%	12598,33	0,00	12598,33
83	JOSE BONIFACIO	1,00%	99,33%	0,67%	12664,78	85,50	12750,28
84	LAGOA REDONDA	1,00%	99,88%	0,12%	12765,25	15,60	12780,85
85	JARDIM GUANABARA	1,00%	100,00%	0,00%	12860,74	0,00	12860,74

Tabela B.2 - Bairros de Fortaleza com Potencial de Geração de OGR Entre 1% e 2% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 15% do Volume total de Óleo Consumido.

Número	Bairro	% de OGR Gerado Relativo ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
1	CAIS DO PORTO	1,02%	100,00%	0,00%	13087,71	0,00	13087,71
2	PICI	1,03%	100,00%	0,00%	13223,89	0,00	13223,89
3	PARREAO	1,04%	100,00%	0,00%	13339,11	0,00	13339,11
4	SIQUEIRA	1,04%	99,33%	0,67%	13283,41	90,00	13373,41
5	ANTONIO BEZERRA	1,06%	100,00%	0,00%	13510,41	0,60	13511,01
6	CONJUNTO CEARA II	1,11%	100,00%	0,00%	14184,18	0,00	14184,18
7	HENRIQUE JORGE	1,11%	99,97%	0,03%	14224,43	4,50	14228,93
8	PALMEIRAS	1,14%	99,86%	0,14%	14617,50	19,91	14637,41
9	GENIBAU	1,15%	100,00%	0,00%	14779,69	0,00	14779,69
10	PARANGABA	1,17%	100,00%	0,00%	14983,23	0,00	14983,23
11	JOQUEI CLUBE	1,21%	100,00%	0,00%	15446,45	0,00	15446,45
12	MONTESE	1,23%	99,99%	0,01%	15739,48	0,90	15740,38
13	SAO JOAO DO TAUAPE	1,23%	100,00%	0,00%	15782,79	0,00	15782,79
14	CRISTO REDENTOR	1,26%	99,89%	0,11%	16055,18	18,00	16073,18
15	SERRINHA	1,28%	99,63%	0,37%	16296,25	60,00	16356,25
16	PIRAMBU	1,33%	100,00%	0,00%	17076,38	0,00	17076,38
17	MESSEJANA	1,35%	99,30%	0,70%	17146,60	120,15	17266,75
18	JARDIM IRACEMA	1,42%	100,00%	0,00%	18194,77	0,00	18194,77
19	QUNTINO CUNHA	1,45%	100,00%	0,00%	18543,22	0,00	18543,22
20	VILA MANOEL SATIRO	1,49%	100,00%	0,00%	19062,74	0,00	19062,74
21	PAUPINA	1,50%	100,00%	0,00%	19241,98	0,00	19241,98
22	VILA VELHA	1,63%	100,00%	0,00%	20816,47	0,00	20816,47
23	PARQUE DOIS IRMAOS	1,76%	100,00%	0,00%	22500,21	0,00	22500,21
24	ALDEOTA	1,79%	70,25%	29,75%	16052,40	6798,75	22851,15
25	VICENTE PIZON	1,80%	96,81%	3,19%	22301,39	735,00	23036,39
26	BARRA DO CEARA	1,85%	99,87%	0,13%	23614,34	30,30	23644,64
27	PREFEITO JOSE WALTER	1,92%	100,00%	0,00%	24627,13	0,00	24627,13

Tabela b.3 - Bairros de Fortaleza com Geração Potencial de OGR Maior que 2% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 15% do Volume total de Óleo Consumido

Número	Bairro	% de OGR Gerado Relativo ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
1	MONDUBIM I	2,19%	100,00%	0,00%	28041,45	0,00	28041,45
2	MEIRELES	2,39%	35,59%	64,41%	10877,35	19683,45	30560,80
3	CENTRO	2,55%	37,90%	62,10%	12346,48	20227,20	32573,68
4	GRANJA LISBOA	4,21%	100,00%	0,00%	53873,68	0,00	53873,68

Tabela b.4 - Bairros de Fortaleza com Potencial Geração de OGR Abaixo de 1% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 33% do Volume total de Óleo Consumido

Número	Bairro	% de OGR			Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
		Relativo ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas			
1	SALINAS	0,14%	100,00%	0,00%	3.978,68	0,00	3.978,68
2	COUTO FERNANDES	0,18%	100,00%	0,00%	4.908,13	0,00	4.908,13
3	COACU	0,18%	99,70%	0,30%	4.979,52	14,74	4.994,26
4	GUAJERU	0,19%	100,00%	0,00%	5.215,32	0,00	5.215,32
5	CURIO	0,21%	100,00%	0,00%	5.729,82	0,00	5.729,82
6	DUNAS LUCIANO	0,23%	100,00%	0,00%	6.459,21	0,00	6.459,21
7	CAVALCANTE	0,24%	100,00%	0,00%	6.659,27	0,00	6.659,27
8	PARQUE SAO JOSE	0,24%	100,00%	0,00%	6.714,62	0,00	6.714,62
9	GUARARAPES	0,26%	100,00%	0,00%	7.397,12	0,00	7.397,12
10	DENDE	0,30%	100,00%	0,00%	8.358,05	0,00	8.358,05
11	SABIAGUABA	0,30%	100,00%	0,00%	8.362,15	0,00	8.362,15
12	PRAIA DO FUTURO I	0,30%	100,00%	0,00%	8.465,64	0,00	8.465,64
13	MATA GALINHA	0,32%	100,00%	0,00%	8.907,23	0,00	8.907,23
14	PAN AMERICANO	0,33%	100,00%	0,00%	9.227,96	0,00	9.227,96
15	ALAGADICO NOVO PARQUE PRES.	0,33%	100,00%	0,00%	9.275,08	0,00	9.275,08
16	VARGAS	0,33%	100,00%	0,00%	9.344,75	0,00	9.344,75
17	CIDADE 2000	0,36%	100,00%	0,00%	9.961,73	0,00	9.961,73
18	VILA ELLERY	0,37%	100,00%	0,00%	10.431,13	0,00	10.431,13
19	CASTELAO	0,38%	99,68%	0,32%	10.578,32	34,39	10.612,70
20	DEMOCRITO ROCHA	0,38%	100,00%	0,00%	10.652,85	0,00	10.652,85
21	VARJOTA	0,39%	99,08%	0,92%	10.777,07	99,56	10.876,63
22	PRAIA DE IRACEMA	0,40%	89,78%	10,22%	10.072,59	1.146,25	11.218,84
23	CAJAZEIRAS	0,42%	100,00%	0,00%	11.759,96	0,00	11.759,96
24	CAMBEBA	0,43%	96,59%	3,41%	11.690,09	412,65	12.102,74
25	ALTO DA BALANCA	0,44%	100,00%	0,00%	12.260,56	0,00	12.260,56
26	MARAPONGA	0,46%	100,00%	0,00%	12.815,63	0,00	12.815,63
27	MONTE CASTELO JARDIM DAS	0,47%	99,82%	0,18%	13.132,85	23,58	13.156,43
28	OLIVEIRAS PARQUE SANTA	0,48%	100,00%	0,00%	13.349,44	0,00	13.349,44
29	ROSA	0,49%	100,00%	0,00%	13.606,74	0,00	13.606,74
30	PRAIA DO FUTURO II	0,49%	100,00%	0,00%	13.607,54	0,00	13.607,54

Tabela b.4 - Bairros de Fortaleza com Potencial Geração de OGR Abaixo de 1% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 33% do Volume total de Óleo Consumido (Continuação 2/3)

Número	Bairro	% de OGR Gerado Relativo ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
31	JARDIM AMERICA	0,51%	100,00%	0,00%	14.283,35	0,00	14.283,35
32	MUCURIBE	0,52%	99,19%	0,81%	14.349,51	117,90	14.467,41
33	JARDIM CEARENSE	0,54%	100,00%	0,00%	15.076,89	0,00	15.076,89
34	PARQUE MANIBURA	0,55%	100,00%	0,00%	15.364,08	0,00	15.364,08
35	BENFICA	0,55%	97,62%	2,38%	15.025,47	366,80	15.392,27
36	DIAS MACEDO	0,57%	100,00%	0,00%	15.886,23	0,00	15.886,23
37	VILA UNIAO	0,58%	100,00%	0,00%	16.212,33	0,00	16.212,33
38	CIDADE DOS FUNCIONARIOS	0,59%	94,33%	5,67%	15.581,54	937,31	16.518,84
39	COCO	0,59%	80,44%	19,56%	13.339,53	3.242,91	16.582,44
40	JACARECANGA	0,60%	99,80%	0,20%	16.677,96	33,08	16.711,03
41	PARQUE ARAXA	0,60%	100,00%	0,00%	16.876,12	0,00	16.876,12
42	AMADEU FURTADO	0,61%	100,00%	0,00%	17.050,83	0,00	17.050,83
43	VILA PERY	0,61%	100,00%	0,00%	17.051,98	0,00	17.051,98
44	AEROPORTO JOAQUIM	0,62%	100,00%	0,00%	17.333,90	0,00	17.333,90
45	TAVORA	0,62%	100,00%	0,00%	17.443,02	0,00	17.443,02
46	AEROLANDIA	0,64%	100,00%	0,00%	17.874,66	0,00	17.874,66
47	ANCURI	0,66%	100,00%	0,00%	18.416,01	0,00	18.416,01
48	PARQUELANDIA	0,67%	99,68%	0,32%	18.538,03	59,93	18.597,97
49	FARIAS BRITO	0,67%	100,00%	0,00%	18.826,54	0,00	18.826,54
50	CARLITO PAMPLONA	0,68%	100,00%	0,00%	18.865,42	0,00	18.865,42
51	FATIMA	0,68%	85,79%	14,21%	16.249,39	2.690,74	18.940,13
52	PADRE ANDRADE	0,69%	100,00%	0,00%	19.286,91	0,00	19.286,91
53	PAPICU	0,71%	92,03%	7,97%	18.145,16	1.572,00	19.717,16
54	DIONISIO TORRES	0,71%	94,33%	5,67%	18.800,85	1.129,88	19.930,72
55	CONJUNTO ESPERANCA	0,72%	100,00%	0,00%	20.195,43	0,00	20.195,43
56	PEDRAS DEMOCRITO	0,72%	100,00%	0,00%	20.232,76	0,00	20.232,76
57	ROCHA	0,73%	100,00%	0,00%	20.317,09	0,00	20.317,09
58	AUTRAN NUNES	0,73%	100,00%	0,00%	20.521,57	0,00	20.521,57
59	CANINDEZINHO	0,76%	100,00%	0,00%	21.125,52	0,00	21.125,52
60	SAO GERARDO	0,76%	99,98%	0,02%	21.142,19	4,91	21.147,10

Tabela b.4 - Bairros de Fortaleza com Potencial Geração de OGR Abaixo de 1% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 33% do Volume total de Óleo Consumido (Continuação 3/3)

Número	Bairro	% de OGR Gerado Relativo ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
61	JANGURUSSU	0,79%	99,86%	0,14%	22.178,13	30,21	22.208,34
62	BELA VISTA	0,84%	100,00%	0,00%	23.378,10	0,00	23.378,10
63	EDSON QUEIROZ	0,84%	99,32%	0,68%	23.347,78	160,15	23.507,92
64	PARQUE IRACEMA	0,85%	100,00%	0,00%	23.669,48	0,00	23.669,48
65	BOM JARDIM	0,85%	99,56%	0,44%	23.690,14	104,80	23.794,94
66	JOAO XXIII	0,86%	100,00%	0,00%	24.137,89	0,00	24.137,89
67	RODOLFO TEOFILO	0,86%	99,62%	0,38%	24.078,44	91,70	24.170,14
68	FLORESTA	0,88%	100,00%	0,00%	24.725,60	0,00	24.725,60
69	BOM FUTURO	0,89%	96,86%	3,14%	23.986,23	777,81	24.764,04
70	ITAOCA	0,92%	100,00%	0,00%	25.706,16	0,00	25.706,16
71	SAPIRANGA/COITE	0,92%	100,00%	0,00%	25.742,76	0,00	25.742,76
72	ITAPERI	0,93%	100,00%	0,00%	25.867,65	0,00	25.867,65
73	ALVARO WEYNE	0,94%	100,00%	0,00%	26.213,61	0,00	26.213,61
74	BARROSO	0,94%	100,00%	0,00%	26.404,19	0,00	26.404,19
75	PASSARE	0,95%	99,96%	0,04%	26.512,52	11,79	26.524,31
76	DOM LUSTOSA	0,95%	100,00%	0,00%	26.648,53	0,00	26.648,53
77	BONSUCESSO	0,96%	100,00%	0,00%	26.865,76	0,00	26.865,76
78	GRANJA PORTUGAL	0,96%	100,00%	0,00%	26.894,14	0,00	26.894,14
79	DAMAS	0,98%	100,00%	0,00%	27.263,85	0,00	27.263,85
80	PRESIDENTE KENNEDY	0,98%	100,00%	0,00%	27.266,22	0,00	27.266,22
81	CONJUNTO CEARA I	0,98%	98,80%	1,20%	26.947,29	327,50	27.274,79
82	MONDUBIM II	0,98%	100,00%	0,00%	27.506,36	0,00	27.506,36
83	JOSE BONIFACIO	1,00%	99,33%	0,67%	27.651,44	186,68	27.838,12
84	LAGOA REDONDA	1,00%	99,88%	0,12%	27.870,80	34,06	27.904,86
85	JARDIM GUANABARA	1,00%	100,00%	0,00%	28.079,28	0,00	28.079,28

Tabela B.5 - Bairros de Fortaleza com Geração Potencial de OGR entre 1 e 2% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 33% do Volume total de Óleo Consumido

Número	Bairro	% de OGR Gerado Relativo ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
1	CAIS DO PORTO	1,02%	100,00%	0,00%	28.574,83	0,00	28.574,83
2	PICI	1,03%	100,00%	0,00%	28.872,15	0,00	28.872,15
3	PARREAO	1,04%	100,00%	0,00%	29.123,72	0,00	29.123,72
4	SIQUEIRA ANTONIO	1,04%	99,33%	0,67%	29.002,11	196,50	29.198,61
5	BEZERRA CONJUNTO	1,06%	100,00%	0,00%	29.497,73	1,31	29.499,04
6	CEARA II	1,11%	100,00%	0,00%	30.968,80	0,00	30.968,80
7	HENRIQUE JORGE	1,11%	99,97%	0,03%	31.056,68	9,83	31.066,51
8	PALMEIRAS	1,14%	99,86%	0,14%	31.914,87	43,48	31.958,34
9	GENIBAU	1,15%	100,00%	0,00%	32.269,00	0,00	32.269,00
10	PARANGABA	1,17%	100,00%	0,00%	32.713,38	0,00	32.713,38
11	JOQUEI CLUBE	1,21%	100,00%	0,00%	33.724,74	0,00	33.724,74
12	MONTESE SAO JOAO DO	1,23%	99,99%	0,01%	34.364,53	1,97	34.366,50
13	TAUAPE CRISTO	1,23%	100,00%	0,00%	34.459,10	0,00	34.459,10
14	REDENTOR	1,26%	99,89%	0,11%	35.053,80	39,30	35.093,10
15	SERRINHA	1,28%	99,63%	0,37%	35.580,15	131,00	35.711,15
16	PIRAMBU	1,33%	100,00%	0,00%	37.283,44	0,00	37.283,44
17	MESSEJANA JARDIM	1,35%	99,30%	0,70%	37.436,74	262,33	37.699,07
18	IRACEMA	1,42%	100,00%	0,00%	39.725,24	0,00	39.725,24
19	QUNTINO CUNHA VILA MANOEL	1,45%	100,00%	0,00%	40.486,04	0,00	40.486,04
20	SATIRO	1,49%	100,00%	0,00%	41.620,31	0,00	41.620,31
21	PAUPINA	1,50%	100,00%	0,00%	42.011,66	0,00	42.011,66
22	VILA VELHA PARQUE DOIS	1,63%	100,00%	0,00%	45.449,30	0,00	45.449,30
23	IRMAOS	1,76%	100,00%	0,00%	49.125,45	0,00	49.125,45
24	ALDEOTA	1,79%	70,25%	29,75%	35.047,74	14.843,94	49.891,68
25	VICENTE PIZON BARRA DO	1,80%	96,81%	3,19%	48.691,37	1.604,75	50.296,12
26	CEARA PREFEITO JOSE	1,85%	99,87%	0,13%	51.557,97	66,16	51.624,12
27	WALTER	1,92%	100,00%	0,00%	53.769,24	0,00	53.769,24

Tabela b.6 - Bairros de Fortaleza com Geração Potencial de OGR Maior que 2% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 33% do Volume total de Óleo Consumido

Número	Bairro	% de OGR Gerado Relativo ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
1	MONDUBIM I	2,19%	100,00%	0,00%	61.223,84	0,00	61.223,84
2	MEIRELES	2,39%	35,59%	64,41%	23.748,89	42.975,53	66.724,42
3	CENTRO	2,55%	37,90%	62,10%	26.956,48	44.162,72	71.119,20
4	GRANJA LISBOA	4,21%	100,00%	0,00%	117.624,20	0,00	117.624,20

Tabela b.7 - Bairros de Fortaleza com Potencial Geração de OGR Abaixo de 1% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 58% do Volume total de Óleo Consumido

Número	Bairro	% de OGR Gerado Por Bairro com Relação ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
1	SALINAS	0,14%	100,00%	0,00%	7.046,21	0,00	7.046,21
2	COUTO FERNANDES	0,17%	100,00%	0,00%	8.692,25	0,00	8.692,25
3	COACU	0,18%	99,70%	0,30%	8.818,69	26,10	8.844,79
4	GUAJERU	0,19%	100,00%	0,00%	9.236,29	0,00	9.236,29
5	CURIO	0,20%	100,00%	0,00%	10.147,47	0,00	10.147,47
6	DUNAS	0,23%	100,00%	0,00%	11.439,22	0,00	11.439,22
7	LUCIANO CAVALCANTE	0,24%	100,00%	0,00%	11.793,51	0,00	11.793,51
8	PARQUE SAO JOSE	0,24%	100,00%	0,00%	11.891,53	0,00	11.891,53
9	JACARECANGA	0,24%	99,80%	0,20%	12.109,98	24,02	12.134,00
10	GUARARAPES	0,26%	100,00%	0,00%	13.100,24	0,00	13.100,24
11	DENDE	0,30%	100,00%	0,00%	14.802,05	0,00	14.802,05
12	SABIAGUABA	0,30%	100,00%	0,00%	14.809,30	0,00	14.809,30
13	PRAIA DO FUTURO I	0,30%	100,00%	0,00%	14.992,58	0,00	14.992,58
14	MATA GALINHA	0,32%	100,00%	0,00%	15.774,63	0,00	15.774,63
15	PAN AMERICANO	0,33%	100,00%	0,00%	16.342,64	0,00	16.342,64
16	ALAGADICO NOVO	0,33%	100,00%	0,00%	16.426,10	0,00	16.426,10
17	PARQUE PRES. VARGAS	0,33%	100,00%	0,00%	16.549,48	0,00	16.549,48
18	CIDADE 2000	0,35%	100,00%	0,00%	17.642,14	0,00	17.642,14
19	VILA ELLERY	0,37%	100,00%	0,00%	18.473,46	0,00	18.473,46
20	CASTELAO	0,38%	99,68%	0,32%	18.734,12	60,90	18.795,02
21	DEMOCRITO ROCHA	0,38%	100,00%	0,00%	18.866,11	0,00	18.866,11
22	VARJOTA	0,39%	99,08%	0,92%	19.086,11	176,32	19.262,43
23	PRAIA DE IRACEMA	0,40%	89,78%	10,22%	17.838,47	2.030,00	19.868,47
24	CAJAZEIRAS	0,42%	100,00%	0,00%	20.826,79	0,00	20.826,79
25	CAMBEBA	0,43%	96,59%	3,41%	20.703,05	730,80	21.433,85
26	ALTO DA BALANCA	0,44%	100,00%	0,00%	21.713,35	0,00	21.713,35
27	MARAPONGA	0,46%	100,00%	0,00%	22.696,38	0,00	22.696,38
28	MONTE CASTELO	0,47%	99,82%	0,18%	23.258,19	41,76	23.299,95
29	JARDIM DAS OLIVEIRAS	0,47%	100,00%	0,00%	23.641,75	0,00	23.641,75
30	PARQUE SANTA ROSA	0,48%	100,00%	0,00%	24.097,42	0,00	24.097,42

Tabela b.7 - Bairros de Fortaleza com Potencial Geração de OGR Abaixo de 1% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 58% do Volume total de Óleo Consumido (continuação 2/3)

Número	Bairro	% de OGR Gerado Por Bairro com Relação ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
31	PRAIA DO FUTURO II	0,48%	100,00%	0,00%	24.098,85	0,00	24.098,85
32	JARDIM AMERICA	0,51%	100,00%	0,00%	25.295,70	0,00	25.295,70
33	MUCURIPE	0,51%	99,19%	0,81%	25.412,86	208,80	25.621,66
34	JARDIM CEARENSE	0,54%	100,00%	0,00%	26.701,06	0,00	26.701,06
35	PARQUE MANIBURA	0,55%	100,00%	0,00%	27.209,66	0,00	27.209,66
36	BENFICA	0,55%	97,62%	2,38%	26.609,98	649,60	27.259,58
37	DIAS MACEDO	0,56%	100,00%	0,00%	28.134,39	0,00	28.134,39
38	VILA UNIAO	0,58%	100,00%	0,00%	28.711,90	0,00	28.711,90
39	CIDADE DOS FUNCIONARIOS	0,59%	94,33%	5,67%	27.594,78	1.659,96	29.254,74
40	COCO	0,59%	80,44%	19,56%	23.624,21	5.743,16	29.367,37
41	PARQUE ARAXA	0,60%	100,00%	0,00%	29.887,48	0,00	29.887,48
42	AMADEU FURTADO	0,61%	100,00%	0,00%	30.196,89	0,00	30.196,89
43	VILA PERY	0,61%	100,00%	0,00%	30.198,93	0,00	30.198,93
44	AEROPORTO	0,62%	100,00%	0,00%	30.698,20	0,00	30.698,20
45	JOAQUIM TAVORA	0,62%	100,00%	0,00%	30.891,46	0,00	30.891,46
46	AEROLANDIA	0,63%	100,00%	0,00%	31.655,88	0,00	31.655,88
47	ANCURI	0,65%	100,00%	0,00%	32.614,62	0,00	32.614,62
48	PARQUELANDIA	0,66%	99,68%	0,32%	32.830,72	106,14	32.936,86
49	FARIAS BRITO	0,67%	100,00%	0,00%	33.341,65	0,00	33.341,65
50	CARLITO PAMPLONA	0,67%	100,00%	0,00%	33.410,51	0,00	33.410,51
51	FATIMA	0,67%	85,79%	14,21%	28.777,55	4.765,28	33.542,83
52	PADRE ANDRADE	0,68%	100,00%	0,00%	34.156,97	0,00	34.156,97
53	PAPICU	0,70%	92,03%	7,97%	32.134,93	2.784,00	34.918,93
54	DIONISIO TORRES	0,71%	94,33%	5,67%	33.296,16	2.001,00	35.297,16
55	CONJUNTO ESPERANCA	0,72%	100,00%	0,00%	35.765,95	0,00	35.765,95
56	PEDRAS	0,72%	100,00%	0,00%	35.832,06	0,00	35.832,06
57	DEMOCRITO ROCHA	0,72%	100,00%	0,00%	35.981,40	0,00	35.981,40
58	AUTRAN NUNES	0,73%	100,00%	0,00%	36.343,54	0,00	36.343,54
59	CANINDEZINHO	0,75%	100,00%	0,00%	37.413,14	0,00	37.413,14
60	SAO GERARDO	0,75%	99,98%	0,02%	37.442,65	8,70	37.451,35

Tabela b.7 - Bairros de Fortaleza com Potencial Geração de OGR Abaixo de 1% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 58% do Volume total de Óleo Consumido (continuação 3/3)

Número	Bairro	% de OGR Gerado Por Bairro com Relação ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
61	BELA VISTA	0,83%	100,00%	0,00%	41.402,44	0,00	41.402,44
62	EDSON QUEIROZ	0,83%	99,32%	0,68%	41.348,73	283,62	41.632,35
63	PARQUE IRACEMA	0,84%	100,00%	0,00%	41.918,46	0,00	41.918,46
64	BOM JARDIM	0,84%	99,56%	0,44%	41.955,05	185,60	42.140,65
65	JOAO XXIII	0,86%	100,00%	0,00%	42.748,03	0,00	42.748,03
66	RODOLFO TEOFILO	0,86%	99,62%	0,38%	42.642,74	162,40	42.805,14
67	FLORESTA	0,88%	100,00%	0,00%	43.788,86	0,00	43.788,86
68	BOM FUTURO	0,88%	96,86%	3,14%	42.479,42	1.377,50	43.856,92
69	ITAOCA	0,91%	100,00%	0,00%	45.525,42	0,00	45.525,42
70	SAPIRANGA/COITE	0,91%	100,00%	0,00%	45.590,24	0,00	45.590,24
71	ITAPERI	0,92%	100,00%	0,00%	45.811,41	0,00	45.811,41
72	ALVARO WEYNE	0,93%	100,00%	0,00%	46.424,10	0,00	46.424,10
73	BARROSO	0,94%	100,00%	0,00%	46.761,61	0,00	46.761,61
74	PASSARE	0,94%	99,96%	0,04%	46.953,47	20,88	46.974,35
75	DOM LUSTOSA	0,95%	100,00%	0,00%	47.194,35	0,00	47.194,35
76	BONSUCESSO	0,95%	100,00%	0,00%	47.579,05	0,00	47.579,05
77	GRANJA PORTUGAL	0,95%	100,00%	0,00%	47.629,32	0,00	47.629,32
78	DAMAS	0,97%	100,00%	0,00%	48.284,06	0,00	48.284,06
79	PRESIDENTE KENNEDY	0,97%	100,00%	0,00%	48.288,27	0,00	48.288,27
80	CONJUNTO CEARA I	0,97%	98,80%	1,20%	47.723,45	580,00	48.303,45
81	MONDUBIM II	0,98%	100,00%	0,00%	48.713,56	0,00	48.713,56
82	JOSE BONIFACIO	0,99%	99,33%	0,67%	48.970,49	330,60	49.301,09
83	LAGOA REDONDA	0,99%	99,88%	0,12%	49.358,97	60,32	49.419,29
84	JARDIM GUANABARA	1,00%	100,00%	0,00%	49.728,18	0,00	49.728,18

Tabela B.8 - Bairros de Fortaleza com Geração Potencial de OGR entre 1 e 2% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 58% do Volume total de Óleo Consumido

Número	Bairro	% de OGR Gerado Por Bairro com Relação ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
1	CAIS DO PORTO	1,01%	100,00%	0,00%	50.605,80	0,00	50.605,80
2	PICI	1,03%	100,00%	0,00%	51.132,36	0,00	51.132,36
3	PARREAO	1,03%	100,00%	0,00%	51.577,88	0,00	51.577,88
4	SIQUEIRA	1,04%	99,33%	0,67%	51.362,51	348,00	51.710,51
5	ANTONIO BEZERRA	1,05%	100,00%	0,00%	52.240,25	2,32	52.242,57
6	CONJUNTO CEARA II	1,10%	100,00%	0,00%	54.845,51	0,00	54.845,51
7	HENRIQUE JORGE	1,10%	99,97%	0,03%	55.001,15	17,40	55.018,55
8	PALMEIRAS	1,13%	99,86%	0,14%	56.520,98	77,00	56.597,98
9	GENIBAU	1,15%	100,00%	0,00%	57.148,14	0,00	57.148,14
10	PARANGABA	1,16%	100,00%	0,00%	57.935,15	0,00	57.935,15
11	JOQUEI CLUBE	1,20%	100,00%	0,00%	59.726,27	0,00	59.726,27
12	MONTESE	1,22%	99,99%	0,01%	60.859,32	3,48	60.862,80
13	SAO JOAO DO TAUAPE	1,22%	100,00%	0,00%	61.026,80	0,00	61.026,80
14	CRISTO REDENTOR	1,25%	99,89%	0,11%	62.080,02	69,60	62.149,62
15	SERRINHA	1,27%	99,63%	0,37%	63.012,18	232,00	63.244,18
16	PIRAMBU	1,32%	100,00%	0,00%	66.028,69	0,00	66.028,69
17	MESSEJANA	1,34%	99,30%	0,70%	66.300,18	464,58	66.764,76
18	JARDIM IRACEMA	1,41%	100,00%	0,00%	70.353,09	0,00	70.353,09
19	QUNTINO CUNHA	1,44%	100,00%	0,00%	71.700,47	0,00	71.700,47
20	VILA MANOEL SATIRO	1,48%	100,00%	0,00%	73.709,26	0,00	73.709,26
21	PAUPINA	1,49%	100,00%	0,00%	74.402,33	0,00	74.402,33
22	VILA VELHA	1,61%	100,00%	0,00%	80.490,37	0,00	80.490,37
23	PARQUE DOIS IRMAOS	1,74%	100,00%	0,00%	87.000,80	0,00	87.000,80
24	ALDEOTA	1,77%	70,25%	29,75%	62.069,29	26.288,50	88.357,79
25	VICENTE PIZON	1,79%	96,81%	3,19%	86.232,04	2.842,00	89.074,04
26	BARRA DO CEARA	1,83%	99,87%	0,13%	91.308,76	117,16	91.425,92
27	PREFEITO JOSE WALTER	1,91%	100,00%	0,00%	95.224,91	0,00	95.224,91
28	JANGURUSSU	1,92%	99,86%	0,14%	95.798,28	130,50	95.928,78

Tabela b.9 - Bairros de Fortaleza com Geração Potencial de OGR Maior que 2% com Relação ao Volume Total Gerado em Fortaleza Para o Cenário de 58% do Volume total de Óleo Consumido

Número	Bairro	% de OGR Gerado Por Bairro com Relação ao Total Gerado em Fortaleza	% de OGR Gerado Por Residências	% de OGR Gerado Por Empresas	Volume Total de OGR Gerado Por Residências	Volume Total de OGR Gerado Por Empresas (Litros)	Volume Total de OGR Gerado Nos Bairros (Litros)
1	MONDUBIM I	2,17%	100,00%	0,00%	108.426,96	0,00	108.426,96
2	MEIRELES	2,37%	35,59%	64,41%	42.059,11	76.109,34	118.168,45
3	CENTRO	2,53%	37,90%	62,10%	47.739,72	78.211,84	125.951,56
4	GRANJA LISBOA	4,18%	100,00%	0,00%	208.311,55	0,00	208.311,55

ANEXO C - Cenários para instalação de usinas de pré-tratamento de óleos de gorduras residuais modelados como problemas de programação linear e as respectivas respostas impressas pelo software lindo 6.1 versão acadêmica

Problema modelado para a instalação de 5 usinas de OGR na cidade de Fortaleza.

//Função Objetivo

Min 300000 Y1 + 300000 Y2 + 300000 Y3 + 300000 Y4 + 300000 Y5 + 300000 Y6 + 300000 Y7 + 300000 Y8 + 300000 Y9 + 300000 Y10 + 300000 Y11 + 300000 Y12 + 8.7 A1U2 + 4.7 A1U3 + 13.6 A1U4 + 8.8 A1U5 + 10 A1U6 + 2 A1U7 + 8.6 A1U8 + 13.4 A1U9 + 8 A1U10 + 4.9 A1U11 + 8.1 A1U12 + 8.7 A2U1 + 11.9 A2U3 + 6 A2U4 + 6.9 A2U5 + 7.1 A2U6 + 9.2 A2U7 + 8.3 A2U8 + 7 A2U9 + 7.2 A2U10 + 8.1 A2U11 + 11.8 A2U12 + 4.1 A3U1 + 11.9 A3U2 + 20.2 A3U4 + 16 A3U5 + 11.4 A3U6 + 2.6 A3U7 + 10.9 A3U8 + 16.5 A3U9 + 8.7 A3U10 + 8.9 A3U11 + 8.1 A3U12 + 13.6 A4U1 + 6 A4U2 + 20.2 A4U3 + 8 A4U5 + 11.3 A4U6 + 17.3 A4U7 + 13.3 A4U8 + 4.2 A4U9 + 12.3 A4U10 + 10.1 A4U11 + 16.6 A4U12 + 8.8 A5U1 + 6.9 A5U2 + 16 A5U3 + 8 A5U4 + 13.6 A5U6 + 13.1 A5U7 + 14.4 A5U8 + 6.5 A5U9 + 13.3 A5U10 + 9.8 A5U11 + 19.8 A5U12 + 10 A6U1 + 7.1 A6U2 + 11.4 A6U3 + 11.3 A6U4 + 13.6 A6U5 + 10.5 A6U7 + 3 A6U8 + 12.9 A6U9 + 3.6 A6U10 + 10.6 A6U11 + 7.9 A6U12 + 2 A7U1 + 9.2 A7U2 + 2.6 A7U3 + 17.3 A7U4 + 13.1 A7U5 + 10.5 A7U6 + 10.8 A7U8 + 13.6 A7U9 + 8.9 A7U10 + 5.5 A7U11 + 8.5 A7U12 + 8.6 A8U1 + 8.3 A8U2 + 10.9 A8U3 + 13.3 A8U4 + 14.4 A8U5 + 3 A8U6 + 10.8 A8U7 + 14.2 A8U9 + 2.2 A8U10 + 11.2 A8U11 + 7.6 A8U12 + 13.4 A9U1 + 7 A9U2 + 16.5 A9U3 + 4.2 A9U4 + 6.5 A9U5 + 12.9 A9U6 + 13.6 A9U7 + 14.2 A9U8 + 13.2 A9U10 + 9.9 A9U11 + 17.6 A9U12 + 8 A10U1 + 7.2 A10U2 + 8.7 A10U3 + 12.3 A10U4 + 13.3 A10U5 + 3.6 A10U6 + 8.9 A10U7 + 2.2 A10U8 + 13.2 A10U9 + 9.2 A10U11 + 5.2 A10U12 + 4.9 A11U1 + 8.1 A11U2 + 8.9 A11U3 + 10.1 A11U4 + 9.8 A11U5 + 10.6 A11U6 + 5.5 A11U7 + 11.2 A11U8 + 9.9 A11U9 + 9.2 A11U10 + 12.3 A11U12 + 8.1 A12U1 + 11.8 A12U2 + 8.1 A12U3 + 16.6 A12U4 + 19.8 A12U5 + 7.9 A12U6 + 8.5 A12U7 + 7.6 A12U8 + 17.6 A12U9 + 5.2 A12U10 + 12.3 A12U11

S.T.

//Restrição referente ao número de usinas a instalar

$$Y1 + Y2 + Y3 + Y4 + Y5 + Y6 + Y7 + Y8 + Y9 + Y10 + Y11 + Y12 = 5$$

//Restrições de oferta

A1U1 + A2U1 + A3U1 + A4U1 + A5U1 + A6U1 + A7U1 + A8U1 + A9U1 + A10U1 + A11U1 + A12U1 - 90000 Y1 <= 0
 A1U2 + A2U2 + A3U2 + A4U2 + A5U2 + A6U2 + A7U2 + A8U2 + A9U2 + A10U2 + A11U2 + A12U2 - 90000 Y2 <= 0
 A1U3 + A2U3 + A3U3 + A4U3 + A5U3 + A6U3 + A7U3 + A8U3 + A9U3 + A10U3 + A11U3 + A12U3 - 90000 Y3 <= 0
 A1U4 + A2U4 + A3U4 + A4U4 + A5U4 + A6U4 + A7U4 + A8U4 + A9U4 + A10U4 + A11U4 + A12U4 - 90000 Y4 <= 0
 A1U5 + A2U5 + A3U5 + A4U5 + A5U5 + A6U5 + A7U5 + A8U5 + A9U5 + A10U5 + A11U5 + A12U5 - 90000 Y5 <= 0
 A1U6 + A2U6 + A3U6 + A4U6 + A5U6 + A6U6 + A7U6 + A8U6 + A9U6 + A10U6 + A11U6 + A12U6 - 90000 Y6 <= 0
 A1U7 + A2U7 + A3U7 + A4U7 + A5U7 + A6U7 + A7U7 + A8U7 + A9U7 + A10U7 + A11U7 + A12U7 - 90000 Y7 <= 0
 A1U8 + A2U8 + A3U8 + A4U8 + A5U8 + A6U8 + A7U8 + A8U8 + A9U8 + A10U8 + A11U8 + A12U8 - 90000 Y8 <= 0
 A1U9 + A2U9 + A3U9 + A4U9 + A5U9 + A6U9 + A7U9 + A8U9 + A9U9 + A10U9 + A11U9 + A12U9 - 90000 Y9 <= 0
 A1U10 + A2U10 + A3U10 + A4U10 + A5U10 + A6U10 + A7U10 + A8U10 + A9U10 + A10U10 + A11U10 + A12U10 - 90000 Y10 <= 0
 A1U11 + A2U11 + A3U11 + A4U11 + A5U11 + A6U11 + A7U11 + A8U11 + A9U11 + A10U11 + A11U11 + A12U11 - 90000 Y11 <= 0
 A1U12 + A2U12 + A3U12 + A4U12 + A5U12 + A6U12 + A7U12 + A8U12 + A9U12 + A10U12 + A11U12 + A12U12 - 90000 Y12 <= 0

//Restrição referente à demanda

A1U1 + A1U2 + A1U3 + A1U4 + A1U5 + A1U6 + A1U7 + A1U8 + A1U9 + A1U10 + A1U11 + A1U12 = 37500
 A2U1 + A2U2 + A2U3 + A2U4 + A2U5 + A2U6 + A2U7 + A2U8 + A2U9 + A2U10 + A2U11 + A2U12 = 37500
 A3U1 + A3U2 + A3U3 + A3U4 + A3U5 + A3U6 + A3U7 + A3U8 + A3U9 + A3U10 + A3U11 + A3U12 = 37500
 A4U1 + A4U2 + A4U3 + A4U4 + A4U5 + A4U6 + A4U7 + A4U8 + A4U9 + A4U10 + A4U11 + A4U12 = 37500
 A5U1 + A5U2 + A5U3 + A5U4 + A5U5 + A5U6 + A5U7 + A5U8 + A5U9 + A5U10 + A5U11 + A5U12 = 37500
 A6U1 + A6U2 + A6U3 + A6U4 + A6U5 + A6U6 + A6U7 + A6U8 + A6U9 + A6U10 + A6U11 + A6U12 = 37500
 A7U1 + A7U2 + A7U3 + A7U4 + A7U5 + A7U6 + A7U7 + A7U8 + A7U9 + A7U10 + A7U11 + A7U12 = 37500
 A8U1 + A8U2 + A8U3 + A8U4 + A8U5 + A8U6 + A8U7 + A8U8 + A8U9 + A8U10 + A8U11 + A8U12 = 37500
 A9U1 + A9U2 + A9U3 + A9U4 + A9U5 + A9U6 + A9U7 + A9U8 + A9U9 + A9U10 + A9U11 + A9U12 = 37500
 A10U1 + A10U2 + A10U3 + A10U4 + A10U5 + A10U6 + A10U7 + A10U8 + A10U9 + A10U10 + A10U11 + A10U12 = 37500
 A11U1 + A11U2 + A11U3 + A11U4 + A11U5 + A11U6 + A11U7 + A11U8 + A11U9 + A11U10 + A11U11 + A11U12 = 37500
 A12U1 + A12U2 + A12U3 + A12U4 + A12U5 + A12U6 + A12U7 + A12U8 + A12U9 + A12U10 + A12U11 + A12U12 = 37500

END

//Designação de variável binária para o LINDO:

```

INTEGER Y1
INTEGER Y2
INTEGER Y3
INTEGER Y4
INTEGER Y5
INTEGER Y6
INTEGER Y7
INTEGER Y8
INTEGER Y9
INTEGER Y10
INTEGER Y11
INTEGER Y12

```

Resposta do software LINDO 6.1 para o cenário idealizado para a instalação de 5 usinas de pré-tratamento de OGR na cidade de Fortaleza.

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 26
OBJECTIVE VALUE = 1695000.00

```

```

SET Y4 TO <= 0 AT 1, BND= -0.2681E+07 TWIN=-0.2684E+07 209
SET Y1 TO >= 1 AT 2, BND= -0.2693E+07 TWIN=-0.2699E+07 234
SET Y2 TO <= 0 AT 3, BND= -0.2705E+07 TWIN=-0.2706E+07 261
SET Y7 TO <= 0 AT 4, BND= -0.2705E+07 TWIN=-0.2765E+07 281
SET Y3 TO >= 1 AT 5, BND= -0.2750E+07 TWIN=-0.2786E+07 305
SET Y10 TO <= 0 AT 6, BND= -0.2768E+07 TWIN=-0.2766E+07 325
SET Y6 TO >= 1 AT 7, BND= -0.2782E+07 TWIN=-0.2840E+07 341
SET Y8 TO >= 1 AT 8, BND= -0.2906E+07 TWIN=-0.2861E+07 383

```

```

NEW INTEGER SOLUTION OF 2906250.00 AT BRANCH 8 PIVOT 383
BOUND ON OPTIMUM: 2684449.

```

```

FLIP Y8 TO <= 0 AT 8 WITH BND= -2861339.0
SET Y11 TO <= 0 AT 9, BND= -0.2878E+07 TWIN=-0.3006E+07 412
SET Y12 TO <= 0 AT 10, BND= -0.2979E+07 TWIN=-0.3358E+07 447
DELETE Y12 AT LEVEL 10
DELETE Y11 AT LEVEL 9
DELETE Y8 AT LEVEL 8
FLIP Y6 TO <= 0 AT 7 WITH BND= -2840339.0
SET Y8 TO >= 1 AT 8, BND= -0.2840E+07 TWIN=-0.1000E+31 470
SET Y11 TO <= 0 AT 9, BND= -0.2857E+07 TWIN=-0.2985E+07 498
SET Y12 TO <= 0 AT 10, BND= -0.2947E+07 TWIN=-0.3360E+07 542
DELETE Y12 AT LEVEL 10
DELETE Y11 AT LEVEL 9
DELETE Y8 AT LEVEL 8
DELETE Y6 AT LEVEL 7
FLIP Y10 TO >= 1 AT 6 WITH BND= -2766411.8
SET Y6 TO <= 0 AT 7, BND= -0.2770E+07 TWIN=-0.2842E+07 625
SET Y8 TO >= 1 AT 8, BND= -0.2880E+07 TWIN=-0.2890E+07 674

```

```

NEW INTEGER SOLUTION OF 2880000.00 AT BRANCH 14 PIVOT 674
BOUND ON OPTIMUM: 2684449.

```

```

DELETE Y8 AT LEVEL 8
FLIP Y6 TO >= 1 AT 7 WITH BND= -2841750.0

```

```

NEW INTEGER SOLUTION OF 2841750.00 AT BRANCH 14 PIVOT 682
BOUND ON OPTIMUM: 2684449.

```

```

DELETE Y6 AT LEVEL 7
DELETE Y10 AT LEVEL 6
FLIP Y3 TO <= 0 AT 5 WITH BND= -2786412.0
SET Y8 TO <= 0 AT 6, BND= -0.2792E+07 TWIN=-0.2802E+07 774
SET Y6 TO >= 1 AT 7, BND= -0.2809E+07 TWIN=-0.2924E+07 840
SET Y5 TO >= 1 AT 8, BND= -0.2837E+07 TWIN=-0.2852E+07 875
SET Y9 TO >= 1 AT 9, BND= -0.2874E+07 TWIN=-0.2968E+07 910
DELETE Y9 AT LEVEL 9
DELETE Y5 AT LEVEL 8
DELETE Y6 AT LEVEL 7
FLIP Y8 TO >= 1 AT 6 WITH BND= -2802412.2
SET Y10 TO >= 1 AT 7, BND= -0.2860E+07 TWIN=-0.2849E+07 965
DELETE Y10 AT LEVEL 7

```

```

DELETE  Y8 AT LEVEL  6
DELETE  Y3 AT LEVEL  5
FLIP   Y7 TO >=    1 AT  4 WITH BND= -2764606.5
SET    Y12 TO <=   0 AT  5, BND=-0.2765E+07 TWIN=-0.1000E+31 1014
SET    Y10 TO <=   0 AT  6, BND=-0.2783E+07 TWIN=-0.2781E+07 1043
SET    Y6 TO >=    1 AT  7, BND=-0.2797E+07 TWIN=-0.2898E+07 1063
SET    Y8 TO <=   0 AT  8, BND=-0.2919E+07 TWIN=-0.2884E+07 1101
DELETE  Y8 AT LEVEL  8
DELETE  Y6 AT LEVEL  7
FLIP   Y10 TO >=   1 AT  6 WITH BND= -2781412.0
SET    Y6 TO <=   0 AT  7, BND=-0.2785E+07 TWIN=-0.2816E+07 1160
SET    Y8 TO <=   0 AT  8, BND=-0.2924E+07 TWIN=-0.2848E+07 1212
DELETE  Y8 AT LEVEL  8
FLIP   Y6 TO >=    1 AT  7 WITH BND= -2816250.0

NEW INTEGER SOLUTION OF 2816249.75 AT BRANCH 24 PIVOT 1233
BOUND ON OPTIMUM: 2684449.
DELETE  Y6 AT LEVEL  7
DELETE  Y10 AT LEVEL 6
DELETE  Y12 AT LEVEL 5
DELETE  Y7 AT LEVEL  4
FLIP   Y2 TO >=    1 AT  3 WITH BND= -2705749.5
SET    Y9 TO >=    1 AT  4, BND=-0.2730E+07 TWIN=-0.2740E+07 1311
SET    Y7 TO <=   0 AT  5, BND=-0.2730E+07 TWIN=-0.2797E+07 1349
SET    Y8 TO <=   0 AT  6, BND=-0.2739E+07 TWIN=-0.2746E+07 1370
SET    Y6 TO >=    1 AT  7, BND=-0.2756E+07 TWIN=-0.2787E+07 1418
SET    Y10 TO >=   1 AT  8, BND=-0.2893E+07 TWIN=-0.2834E+07 1457
DELETE  Y10 AT LEVEL 8
FLIP   Y6 TO <=   0 AT  7 WITH BND= -2786999.8

NEW INTEGER SOLUTION OF 2786999.75 AT BRANCH 29 PIVOT 1487
BOUND ON OPTIMUM: 2684449.
DELETE  Y6 AT LEVEL  7
FLIP   Y8 TO >=    1 AT  6 WITH BND= -2746499.8
SET    Y10 TO >=   1 AT  7, BND=-0.2894E+07 TWIN=-0.2791E+07 1532
DELETE  Y10 AT LEVEL 7
DELETE  Y8 AT LEVEL  6
DELETE  Y7 AT LEVEL  5
FLIP   Y9 TO <=   0 AT  4 WITH BND= -2739749.5
SET    Y7 TO <=   0 AT  5, BND=-0.2740E+07 TWIN=-0.2799E+07 1626
SET    Y3 TO >=    1 AT  6, BND=-0.2784E+07 TWIN=-0.2821E+07 1645
SET    Y5 TO >=    1 AT  7, BND=-0.2871E+07 TWIN=-0.2949E+07 1694
DELETE  Y5 AT LEVEL  7
DELETE  Y3 AT LEVEL  6
DELETE  Y7 AT LEVEL  5
DELETE  Y9 AT LEVEL  4
DELETE  Y2 AT LEVEL  3
FLIP   Y1 TO <=   0 AT  2 WITH BND= -2699399.0
SET    Y11 TO <=  0 AT  3, BND=-0.2724E+07 TWIN=-0.2724E+07 1823
SET    Y3 TO >=    1 AT  4, BND=-0.2745E+07 TWIN=-0.2805E+07 1861
SET    Y7 TO <=   0 AT  5, BND=-0.2837E+07 TWIN=-0.2793E+07 1911
DELETE  Y7 AT LEVEL  5
DELETE  Y3 AT LEVEL  4
FLIP   Y11 TO >=   1 AT  3 WITH BND= -2724499.2
SET    Y2 TO <=   0 AT  4, BND=-0.2734E+07 TWIN=-0.2764E+07 1974
SET    Y5 TO <=   0 AT  5, BND=-0.2782E+07 TWIN=-0.2788E+07 2013

NEW INTEGER SOLUTION OF 2782499.75 AT BRANCH 38 PIVOT 2013
BOUND ON OPTIMUM: 2684449.
DELETE  Y5 AT LEVEL  5
FLIP   Y2 TO >=    1 AT  4 WITH BND= -2764499.5
SET    Y9 TO >=    1 AT  5, BND=-0.2806E+07 TWIN=-0.2798E+07 2054
DELETE  Y9 AT LEVEL  5
DELETE  Y2 AT LEVEL  4
DELETE  Y11 AT LEVEL 3
DELETE  Y1 AT LEVEL  2
FLIP   Y4 TO >=    1 AT  1 WITH BND= -2684449.2
SET    Y1 TO <=   0 AT  2, BND=-0.2703E+07 TWIN=-0.2707E+07 2110
SET    Y11 TO <=  0 AT  3, BND=-0.2739E+07 TWIN=-0.2749E+07 2138
SET    Y3 TO >=    1 AT  4, BND=-0.2753E+07 TWIN=-0.2821E+07 2158
SET    Y7 TO >=    1 AT  5, BND=-0.2809E+07 TWIN=-0.2853E+07 2188
DELETE  Y7 AT LEVEL  5
DELETE  Y3 AT LEVEL  4
FLIP   Y11 TO >=   1 AT  3 WITH BND= -2749499.5

```

```

SET   Y2 TO <=  0 AT  4, BND= -0.2751E+07 TWIN=-0.2828E+07 2277
SET   Y5 TO <=  0 AT  5, BND= -0.2751E+07 TWIN=-0.2874E+07 2309
SET   Y9 TO <=  0 AT  6, BND= -0.2801E+07 TWIN=-0.2940E+07 2355
DELETE Y9 AT LEVEL  6
DELETE Y5 AT LEVEL  5
DELETE Y2 AT LEVEL  4
DELETE Y11 AT LEVEL  3
FLIP  Y1 TO >=  1 AT  2 WITH BND= -2706999.2
SET   Y8 TO <=  0 AT  3, BND= -0.2716E+07 TWIN=-0.2724E+07 2418
SET   Y6 TO >=  1 AT  4, BND= -0.2733E+07 TWIN=-0.2809E+07 2483
SET   Y7 TO <=  0 AT  5, BND= -0.2733E+07 TWIN=-0.2784E+07 2505
SET   Y10 TO >= 1 AT  6, BND= -0.2763E+07 TWIN=-0.2826E+07 2558
SET   Y3 TO >=  1 AT  7, BND= -0.2864E+07 TWIN=-0.2840E+07 2599
DELETE Y3 AT LEVEL  7
DELETE Y10 AT LEVEL  6
DELETE Y7 AT LEVEL  5
DELETE Y6 AT LEVEL  4
FLIP  Y8 TO >=  1 AT  3 WITH BND= -2723699.5
SET   Y3 TO <=  0 AT  4, BND= -0.2724E+07 TWIN=-0.2752E+07 2697
SET   Y7 TO >=  1 AT  5, BND= -0.2763E+07 TWIN=-0.2789E+07 2730
SET   Y10 TO <= 0 AT  6, BND= -0.2785E+07 TWIN=-0.2857E+07 2783
DELETE Y10 AT LEVEL  6
DELETE Y7 AT LEVEL  5
FLIP  Y3 TO >=  1 AT  4 WITH BND= -2752500.0
SET   Y10 TO <= 0 AT  5, BND= -0.2770E+07 TWIN=-0.2902E+07 2856
SET   Y2 TO <=  0 AT  6, BND= -0.2771E+07 TWIN=-0.2816E+07 2874
SET   Y9 TO <=  0 AT  7, BND= -0.2774E+07 TWIN=-0.2966E+07 2897
SET   Y5 TO >=  1 AT  8, BND= -0.2923E+07 TWIN=-0.2886E+07 2925
DELETE Y5 AT LEVEL  8
DELETE Y9 AT LEVEL  7
DELETE Y2 AT LEVEL  6
DELETE Y10 AT LEVEL  5
DELETE Y3 AT LEVEL  4
DELETE Y8 AT LEVEL  3
DELETE Y1 AT LEVEL  2
DELETE Y4 AT LEVEL  1
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES=  58 PIVOTS=  2925

```

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2782500.

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.000000	-141000.000000
Y2	0.000000	-429000.000000
Y3	0.000000	-195000.000000
Y4	0.000000	-375000.000000
Y5	0.000000	-582000.000000
Y6	1.000000	210000.000000
Y7	1.000000	390000.000000
Y8	0.000000	-60000.000000
Y9	1.000000	3000.000000
Y10	1.000000	138000.000000
Y11	1.000000	300000.000000
Y12	0.000000	-330000.000000
A1U2	0.000000	11.900000
A1U3	0.000000	4.700000
A1U4	0.000000	16.200001
A1U5	0.000000	13.700000
A1U6	0.000000	6.100000
A1U7	15000.000000	0.000000
A1U8	0.000000	7.700000
A1U9	0.000000	11.799999
A1U10	0.000000	4.900000
A1U11	22500.000000	0.000000
A1U12	0.000000	10.200001
A2U1	0.000000	5.500000
A2U3	0.000000	9.299999
A2U4	0.000000	5.400000
A2U5	0.000000	8.600000
A2U6	30000.000000	0.000000

A2U7	0.000000	4.000000
A2U8	0.000000	4.200000
A2U9	0.000000	2.200000
A2U10	0.000000	0.900000
A2U11	7500.000000	0.000000
A2U12	0.000000	10.700000
A3U1	0.000000	3.500000
A3U2	0.000000	14.500000
A3U4	0.000000	22.200001
A3U5	0.000000	20.299999
A3U6	0.000000	6.900000
A3U7	37500.000000	0.000000
A3U8	0.000000	9.400000
A3U9	0.000000	14.300000
A3U10	0.000000	5.000000
A3U11	0.000000	3.400000
A3U12	0.000000	9.600000
A4U1	0.000000	11.000000
A4U2	0.000000	6.600000
A4U3	0.000000	18.200001
A4U5	0.000000	10.300000
A4U6	0.000000	4.800000
A4U7	0.000000	12.699999
A4U8	0.000000	9.800000
A4U9	37500.000000	0.000000
A4U10	0.000000	6.600000
A4U11	0.000000	2.600000
A4U12	0.000000	16.100000
A5U1	0.000000	3.900000
A5U2	0.000000	5.200000
A5U3	0.000000	11.700000
A5U4	0.000000	5.700000
A5U6	0.000000	4.800000
A5U7	0.000000	6.200000
A5U8	0.000000	8.599999
A5U9	15000.000000	0.000000
A5U10	0.000000	5.300000
A5U11	22500.000000	0.000000
A5U12	0.000000	17.000000
A6U1	0.000000	13.900000
A6U2	0.000000	14.200000
A6U3	0.000000	15.900000
A6U4	0.000000	17.799999
A6U5	0.000000	22.400000
A6U7	0.000000	12.400000
A6U8	0.000000	6.000000
A6U9	0.000000	15.200000
A6U10	0.000000	4.400000
A6U11	0.000000	9.600000
A6U12	0.000000	13.900000
A7U1	0.000000	4.000000
A7U2	0.000000	14.400000
A7U3	0.000000	5.200000
A7U4	0.000000	21.900000
A7U5	0.000000	20.000000
A7U6	0.000000	8.600000
A7U8	0.000000	11.900001
A7U9	0.000000	14.000000
A7U10	0.000000	7.800000
A7U11	0.000000	2.600000
A7U12	0.000000	12.600000
A8U1	0.000000	9.500000
A8U2	0.000000	12.400001
A8U3	0.000000	12.400000
A8U4	0.000000	16.799999
A8U5	0.000000	20.199999
A8U6	22500.000000	0.000000
A8U7	0.000000	9.700000
A8U9	0.000000	13.500000
A8U10	15000.000000	0.000000
A8U11	0.000000	7.200000
A8U12	0.000000	10.600000
A9U1	0.000000	15.000000
A9U2	0.000000	11.800000

A9U3	0.000000	18.700001
A9U4	0.000000	8.400000
A9U5	0.000000	13.000000
A9U6	0.000000	10.599999
A9U7	0.000000	13.200001
A9U8	0.000000	14.900000
A9U10	0.000000	11.700000
A9U11	0.000000	6.599999
A9U12	0.000000	21.300001
A10U1	0.000000	11.100000
A10U2	0.000000	13.500000
A10U3	0.000000	12.400000
A10U4	0.000000	18.000000
A10U5	0.000000	21.299999
A10U6	0.000000	2.800000
A10U7	0.000000	10.000000
A10U8	0.000000	4.400000
A10U9	0.000000	14.700000
A10U11	0.000000	7.400000
A10U12	0.000000	10.400000
A11U1	0.000000	9.800000
A11U2	0.000000	16.200001
A11U3	0.000000	14.400000
A11U4	0.000000	17.600000
A11U5	0.000000	19.600000
A11U6	0.000000	11.600000
A11U7	0.000000	8.400000
A11U8	0.000000	15.200000
A11U9	0.000000	13.200000
A11U10	0.000000	11.000000
A11U12	0.000000	19.299999
A12U1	0.000000	6.000000
A12U2	0.000000	12.900001
A12U3	0.000000	6.600000
A12U4	0.000000	17.100000
A12U5	0.000000	22.599998
A12U6	0.000000	1.900000
A12U7	0.000000	4.400000
A12U8	0.000000	4.600000
A12U9	0.000000	13.900001
A12U10	37500.000000	0.000000
A12U11	0.000000	5.300000
A1U1	0.000000	0.000000
A2U2	0.000000	0.000000
A3U3	0.000000	0.000000
A4U4	0.000000	0.000000
A5U5	0.000000	0.000000
A6U6	37500.000000	0.000000
A7U7	37500.000000	0.000000
A8U8	0.000000	0.000000
A9U9	37500.000000	0.000000
A10U10	37500.000000	0.000000
A11U11	37500.000000	0.000000
A12U12	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	4.900000
4)	0.000000	8.100000
5)	0.000000	5.500000
6)	0.000000	7.500000
7)	0.000000	9.800000
8)	0.000000	1.000000
9)	0.000000	2.900000
10)	0.000000	4.000000
11)	0.000000	3.300000
12)	0.000000	1.800000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000000	7.000000
15)	0.000000	-4.900000
16)	0.000000	-8.100000
17)	0.000000	-5.500000
18)	0.000000	-7.500000

19)	0.000000	-9.800000
20)	0.000000	-1.000000
21)	0.000000	-2.900000
22)	0.000000	-4.000000
23)	0.000000	-3.300000
24)	0.000000	-1.800000
25)	0.000000	0.000000
26)	0.000000	-7.000000

NO. ITERATIONS= 2975
BRANCHES= 58 DETERM.= 1.000E 0