

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE ENERGIA**

**Análise de redução de custos de transporte de óleo diesel para as termelétricas das áreas  
isoladas de Rondônia**

**Leidy Milena Mora Higuera**

**Outubro de 2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE ENERGIA**

**Leidy Milena Mora Higuera**

**Análise de redução de custos de transporte de óleo diesel para as termelétricas das áreas isoladas de Rondônia**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em ciências em Engenharia de Energia.**

**Área de concentração: Planejamento e Gestão de sistemas energéticos.**

**Orientador: Prof. Dr. Vladimir Rafael Melian Cobas.**

**Outubro de 2017**

**Itajubá**

# **COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA**

---

**Orientador: Prof. Dr. Vladimir Rafael Melian Cobas**  
**UNIFEI, Itajubá (MG).**

---

**Membro da banca: Prof. Dr. Felipe Orlando Centeno González**  
**Universidad De La Costa, Barranquilla (ATL).**

---

**Membro da banca: Prof. Dr. Carlos Henrique Pereira Mello**  
**UNIFEI, Itajubá (MG)**

## Resumo

O setor de transporte de combustíveis nas áreas isoladas de Brasil é pouco explorado. Existem normas que regulam o setor, mais não se tem uma informação detalhada da distribuição logística de combustíveis como o óleo diesel, utilizada na geração de energia elétrica em diferentes áreas do país, principalmente na Região Norte. Esta região tem características e particularidades geográficas que dificultam a interligação ao Sistema Interligado Nacional de Energia. Nas localidades em lugares isolados é feita a geração de energia elétrica na sua maioria com usinas termelétricas. Os custos de combustíveis como o óleo diesel, afetam consideravelmente a economia do país, pela responsabilidade da Conta de Consumo de Combustíveis. Diante o contexto explicado, a presente dissertação, tem como objeto apresentar uma avaliação e análise dos custos logísticos de óleo diesel no estado de Rondônia, pertencente em parte às comunidades isoladas da Região Norte. O estudo do caso é realizado para a comparação de custos do transporte do óleo diesel até as usinas de Rondônia comparando dois esquemas de distribuição de cargas no modal rodoviário. O uso de ferramentas de geoprocessamento (Quantum Gis) e de programação lineal (Solver) permitiu modelar o custo dos trajetos utilizados. O modelo permite construir quantitativamente uma análise detalhada do comportamento logístico para áreas isoladas gerando uma redução de custos de 13% para 14 usinas localizadas em Rondônia, aumentando as capacidades dos caminhões. Como alternativa de redução de rota, foi proposto um mesmo trajeto de Porto Velho até as usinas de Urucumaçuã e Pacaraná, utilizando a metodologia de carga compartilhada para as duas usinas, obtendo uma redução de 51 e 37% dos custos logísticos anuais em relação aos custos se o transporte fosse feito em caminhões separados.

**Palavras-chave:** Sistema Isolado, Usina Termelétrica, Óleo Diesel, Cadeia de Distribuição, Consumo Específico, Geoprocessamento.

## **Abstract**

The fuel transportation sector in the isolated areas of Brazil is not explored enough. There are norms that regulate the sector, but does not exist detailed information on the logistic distribution of fuels such as diesel used in the power generation in different areas of the country, mainly in the North. This region has characteristics and geographic peculiarities that make difficult the connection to the National Interconnected System of Energy, therefore, the system of electric power generation for the localities that are in isolated places is made mostly with thermoelectric power plants. The costs of fuels such as diesel fuel, considerably affect the economy of the country, for the responsibility of the Fuel Consumption Account. Given the context explained, the present dissertation has the objective of presenting an evaluation and analysis of the logistic costs of diesel in the state of Rondônia, belonging to the isolated communities of the North Region. The case study is carried out to compare the cost of transportation of diesel to the plants the Rondônia comparing two schemes the distribution of loads in road transportation. The use of geoprocessing tools (Quantum Gis) and linear programming (Solver) allowed to model the cost of the routes used. The model allows to build quantitatively a detailed analysis of logistic behavior to isolated areas generating a cost reduction of 13% for 14 plants located in Rondônia, increasing the capacity of trucks. As route reduction alternative, was proposed the same route from Porto Velho for the Urucumaçuã and Pacaraná plants, using a same truck with shared load for the two plants, obtaining a saving of 51 and 37% of the annual costs that would be incurred if the transport were carried out on separate trucks.

**Words:** Isolated areas, Thermoelectric Plant, Diesel oil, Distribution chain, Specific Consumption, Geoprocessing.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Considerações Iniciais .....	1
1.2.1 Objetivo Geral .....	2
1.2.2 Objetivos Específicos .....	2
1.3 Justificativa.....	2
1.4 Estrutura do Trabalho .....	3
2. REVISÃO DA LITERATURA .....	5
2.1 Custeios de transporte.....	5
2.1.1 Custeio de transporte no modal rodoviário.....	6
2.1.2 Custeio de transporte no modal fluvial.....	9
2.1.2 Modelagem para custeio de transporte, armazenagem e produto.....	9
2.2 Logística para o transporte de óleo diesel no Norte de Brasil .....	10
2.2.1 Cadeia de distribuição .....	10
2.2.2 Logística de transporte na Região Norte .....	12
2.3 Principais rotas de transporte utilizadas na Região Norte para transporte de cargas.....	18
2.3.1 Rotas fluviais .....	19
2.3.2 Rotas rodoviárias e avaliação de conservação do estado das rodovias por estado.....	25
2.4 Usina Termelétrica .....	30
2.4.1 Usina termelétrica- ciclo combinado.....	31
2.4.2 Surgimento das usinas termelétricas a óleo diesel no Brasil.....	32
2.4.3 Termelétricas a óleo diesel localizadas no norte do Brasil por estado .....	34
2.5 Óleo diesel.....	44
2.5.1 Classificação do diesel.....	46
2.5.2 Preços do óleo diesel .....	46
2.6 Sistemas Isolados.....	48
2.6.1 Gestão e operação dos sistemas isolados no Brasil .....	54
2.7 Determinação de rotas otimizadas através de dados geoespaciais. ....	56
2.8 Programação linear e o método Simplex.....	57
3. MODELAGEM DE CUSTOS DE TRANSPORTE DE ÓLEO DIESEL NAS TERMELÉTRICAS DE RONDÔNIA.....	59
3.1 Considerações iniciais .....	59
3.2 Procedimento metodológico adotado .....	60
3.3 Considerações finais.....	62

4. DESCRIÇÃO DA PESQUISA.....	66
4.1 Localização geográfica das usinas termelétricas e ponto de carregue do produto .....	66
4.2 Caminho mais curto utilizando o Software QGIS .....	68
4.2.1 Distâncias desde a Refinaria de Manaus até Porto Velho .....	68
4.2.2 Distâncias desde Porto Velho até as usinas nessa mesma localidade.....	69
4.2.3 Levantamento das distâncias desde Porto Velho até as usinas nos municípios de Rondônia a exceção de Porto Velho.....	70
4.4 Levantamento de preços do diesel e quantidade de combustível por usina .....	72
4.4.1 Cálculo de custos de transporte de diesel no trecho Manaus- Porto Velho no modal hidroviário para diferentes distribuidoras aplicando inflação para julho de 2016 .....	78
4.4.2 Cálculo de custos de transporte de diesel no trecho Manaus- Porto Velho no modal rodoviário para diferentes distribuidoras .....	79
4.5 Tipos de Transportes utilizados para o carregamento de diesel e suas capacidades .....	80
4.5.1 Capacidade de armazenamento para o transporte fluvial .....	80
4.5.2 Capacidade de armazenamento para o transporte rodoviário.....	81
4.6 Capacidade de armazenamento das distribuidoras de combustíveis líquidos em Porto Velho.....	82
4.7 Capacidade de tancagem das Usinas .....	82
4.8 Exemplo de substituição de variáveis na função objetivo para comparação de custos do esquema real e proposto no mercado.....	83
4.9 Custos fixos e variáveis de transporte rodoviário proposto.....	85
4.10 Cálculos iniciais para o transporte fluvial e Rodoviário para todas as Usinas .....	88
4.11 Cálculos utilizados para a alternativa de otimização de frete de transporte até as usinas.....	92
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	105
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	119
REFERÊNCIAS .....	121
ANEXO A .....	133
ANEXO B.....	135
ANEXO C.....	136
ANEXO D .....	137
ANEXO E.....	138

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodologia para o cálculo de custeio de transporte rodoviário .....	6
Figura 2. Cadeia de distribuição de óleo diesel no Brasil pela empresa Petrobras Distribuidora.....	11
Figura 3. Tambores utilizados no transporte de óleo diesel na Região Norte do Brasil .....	13
Figura 4. Rotas terrestres e fluviais de abastecimento de combustíveis utilizadas pela Petrobras Distribuidora na Região.....	16
Figura 5. Desafios logísticos na Região Norte de Brasil.....	17
Figura 6. Principais rotas rodo fluviais desde a Região Norte .....	19
Figura 7. Hidrovia Solimões-Amazonas .....	21
Figura 8. Rede hidroviária da Região Norte do Brasil .....	23
Figura 9. Bacia Amazônica e principais rotas hidroviárias utilizadas.....	25
Figura 10. Mapa das rodovias na Amazônia .....	27
Figura 11. Investimento/PIB do governo federal em infraestrutura de transporte de 1975 ate 2015.....	29
Figura 12. Usina termelétrica de ciclo combinado .....	31
Figura 13. Termelétricas em operação no Brasil .....	33
Figura 14. Potência em kW de energia elétrica nos estados da Região Norte através de termelétricas e porcentagem destinada para sistemas isolados. ....	43
Figura 15. Modelo de produção para o óleo diesel.....	45
Figura 16. Composição de preços ao consumidor da empresa Petrobrás BR no início de setembro de 2016.....	47
Figura 17. Sistema de transmissão de energia elétrica no brasil. ....	49
Figura 18. Mapa dos sistemas isolados no estado de Rondônia (2009).....	50
Figura 19. Organograma dos setores de planejamento dos sistemas isolados de Eletrobras ...	55
Figura 20. Diagrama de fluxo da Metodologia de Trabalho .....	59
Figura 21. Modelo de caminhões médio e cavalo mecânico mais semirreboque.....	87
Figura 22. Custo específico real e proposto para as usinas no modal Rodoviário .....	97
Figura 23. Tanque de 3 eixos.....	99
Figura 24. Comparação de fretes das Usinas de Urucumaçuã- Pacaraná por rota compartilhada e rotas direitas desde Porto Velho .....	101
Figura 25. Custo de armazenagem em função ao volume movimentado para combustíveis a exceção de GLP.....	103
Figura 26. Alternativas de transporte escolhidas de acordo ao caminho mais curto.....	105
Figura 27. Representatividade da carga de acordo ao modal utilizado .....	109
Figura 28. Porcentagem do custo logístico real de distribuição de diesel na Rondônia para as 14 usinas estudadas.....	110
Figura 29. Porcentagem de custo logístico proposto de distribuição de diesel na Rondônia para as 14 usinas estudadas. ....	110
Figura 30. Transportes utilizados no esquema real e proposto de transporte.....	111
Figura 31. Comparação de custos de salários gerados no transporte de diesel por usina para os esquemas de transporte real e proposto .....	112



Figura 32. Custos variáveis do esquema atual e proposto de distribuição de diesel nos caminhões tanque .....	114
Figura 33. Custos fixos do esquema atual e proposto de distribuição de diesel nos caminhões tanque.....	114
Figura 34. Custos específicos incluindo a rota otimizada para as usinas estudadas .....	116
Figura 35. Custos logísticos incluindo impostos pagados pela distribuidora de diesel para as 14 usinas estudadas.....	117

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fórmula para o cálculo de custos fixos de transporte rodoviário .....	7
Tabela 2. Fórmula para o cálculo de custos variáveis de transporte rodoviário.....	8
Tabela 3. Dados da Logística fluvial na Região Norte de entrega de diesel por dia e número de localidades em torno.....	15
Tabela 4. Termelétricas a óleo diesel no estado de Acre.....	34
Tabela 5. Termelétricas a óleo diesel no estado de Amapá.....	35
Tabela 6. Termelétricas a óleo diesel no estado de Amazonas .....	36
Tabela 7. Termelétricas a óleo diesel no estado do Pará .....	38
Tabela 8. Termelétricas a óleo diesel no estado de Rondônia.....	40
Tabela 9. Termelétricas a óleo diesel no estado de Roraima.....	41
Tabela 10. Termelétricas a óleo diesel no estado de Tocantins.....	41
Tabela 11. Número de sistemas isolados previstos para o ano 2015.....	52
Tabela 12. Consumo de combustível previsto para geração térmica nas comunidades isoladas no ano 2015 .....	53
Tabela 13. Coordenadas geográficas das Usinas termelétricas de Rondônia.....	66
Tabela 14. Coordenadas geográficas Manaus-Porto Velho.....	67
Tabela 15. Distâncias consideradas no trecho Manaus- Porto Velho.....	68
Tabela 16. Distâncias consideradas para as usinas termelétricas desde o Porto de Porto Velho até as usinas localizadas no município de Porto Velho em QGIS.....	69
Tabela 17. Distâncias consideradas para as usinas termelétricas desde Porto Velho até as usinas localizadas nos demais municípios de Rondônia em QGIS .....	71
Tabela 18. Preços por município de óleo diesel praticado no estado de Rondônia.....	73
Tabela 19. Usinas termelétricas que abastecem os sistemas isolados do estado de Rondônia.	73
Tabela 20. Quantidade de óleo diesel consumida nas usinas .....	75
Tabela 21. Custo de inventário dos municípios de Rondônia excetuando Porto Velho.....	76
Tabela 22. Fretes fluviais pagos às distribuidoras no trecho Manaus-Porto Velho em 2005... 78	78
Tabela 23. Valores atualizados para o transporte de diesel entre Manaus e Porto Velho .....	79
Tabela 24. Velocidade média e tempo gastos no trecho.....	80
Tabela 25. Capacidade em litros de tanques para caminhões de 3,4, e 6 eixos.....	81
Tabela 26. Tancagem das distribuidoras de combustíveis líquidos de Rondônia .....	82
Tabela 27. Tancagem das distribuidoras de combustíveis líquidos de Rondônia .....	82
Tabela 28. Variáveis assinadas para os trechos rodoviários desde Porto Velho até as usinas .	83
Tabela 29. Variável de transporte para a alternativa de otimização utilizando uma rota para duas usinas .....	85
Tabela 30. Custos fixos para caminhão tipo tanque dependendo do eixo (Agosto de 2016) ...	86
Tabela 31. Custos variáveis por km para caminhão tipo tanque dependendo do eixo (Agosto-2016).....	86
Tabela 32. Número de Transportes de diesel no ano e dias transcorridos entre as viagens requeridas definidas pela demanda.....	88
Tabela 33. Transportes anuais ao ano por usina e dias transcorridos entre transportes .....	89
Tabela 34. Cálculo de tempos de viagens para cada usina .....	90

Tabela 35. Distribuição da carga à exceção da última viagem no ano definido pela capacidade de armazenamento dos reservatórios das usinas no esquema real.....	93
Tabela 36. Distribuição da carga à exceção da última viagem no ano definido pela capacidade de armazenamento dos reservatórios das usinas no esquema proposto.....	94
Tabela 37. Distribuição da carga excedente ao ano definido pela capacidade de armazenamento dos reservatórios das usinas no esquema real.....	95
Tabela 38. Distribuição da carga excedente ao ano definido pela capacidade de armazenamento dos reservatórios das usinas no esquema proposto.....	96
Tabela 39. Custos de transporte proposto e real.....	97
Tabela 40. Número de Transportes de diesel no ano e dias transcorridos entre as viagens requeridas definidas pela demanda.....	98
Tabela 41. Cálculo de tempos de viagens para cada usina.....	100
Tabela 42. Custos finais das usinas Urucumaçuã e Pacaraná através da rota compartilhada Porto Velho-Urucumaçuã – Pacaraná e direitas desde Porto Velho até as usinas.....	100
Tabela 43. Custos de transporte com otimização da rota Porto Velho- Urucumaçuã- Pacaraná.....	102
Tabela 44. Km reduzidos por caminho para as usinas de Cujubim, Machadinho de Oeste, Vale do Anari, Nova Buritis e Campo Novo de Rondônia.....	106
Tabela 45. Poupança (\$R/l e %) dos custos de distribuição das 14 usinas estudadas no esquema real.....	107
Tabela 46. Poupança (\$R/l e %) dos custos de distribuição das 14 usinas estudadas no esquema proposto.....	108
Tabela 47. Valores (R\$) de Poupança obtidos ao utilizar o esquema proposto de distribuição de diesel.....	113
Tabela 48. Custos fixos e propostos para cada usina.....	115
Tabela 49. Custos fixos e variáveis rota Urucumacuã- Pacaraná.....	116

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

O Brasil gera perto de 98,3% da sua energia elétrica, através do Sistema Interligado Nacional para atender a demanda da população (OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO, 2011), com exceção da totalidade da Região Amazônica pelas suas características geográficas. As vastas florestas e enormes rios impedem a construção de linhas de transmissão de grande extensão, que permitam conexão direta ao Sistema Interligado Nacional. As cidades de maior porte do Norte do Brasil utilizam na sua maioria termelétricas a diesel adquiridas de forma particular ou doadas pelas autoridades locais e outras instituições. O funcionamento das termelétricas depende da disponibilidade do combustível nas cidades, afetado pelas dificuldades de transporte do produto. As peculiaridades geográficas e enormes distâncias complicam os tempos de chegada do diesel até seu destino. Além do anterior, os custos de transporte de combustíveis líquidos são maiores quando não há uma gestão logística adequada (CRUZ; OLIVEIRA, 2008). Tais fatos evidenciam a necessidade de procurar novas metodologias que permitam reduzir os elevados custos de transporte. Neste estudo, são abordados os principais aspectos logísticos do transporte de óleo diesel na Região Norte do Brasil, nos quais são desenvolvidas as análises das características de um estado em particular: Rondônia. O estado apresenta constante desenvolvimento e uma localização estratégica, além que a conservação de sua infraestrutura rodoviária e destacada em comparação com outros estados da Região Norte, de acordo com a pesquisa da Confederação Nacional de Transporte feita no ano 2016, o que amostra que o estado, tem potencial para melhorar a economia estadual e nacional se as devidas entidades aumentam a eficiência da sua infraestrutura de transporte e asseguram um melhor nível da qualidade das rodovias. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE, 2016).

A seguir será apresentada uma revisão bibliográfica da Região Norte, destacando-se informação base para o desenvolvimento da pesquisa. Isso inclui características das áreas isoladas, a capacidade de geração das termelétricas por estado e rotas de transporte utilizadas.

Nessas análises, busca-se desenvolver possíveis soluções que permitam avaliar as variáveis que afetam a entrega do produto até o consumidor final.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

- Realizar uma análise dos custos logísticos de transporte do óleo diesel utilizado na geração de energia das comunidades isoladas de Rondônia, e propor alternativas que permitam melhorar seu desempenho.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Criar uma base de dados que recopile informações de custos de transporte de óleo diesel na Rondônia para seu estudo econômico.
- Identificar rotas de transporte para conhecimento da logística do óleo diesel de Rondônia a partir da localização geográfica das usinas termelétricas que operam neste estado.
- Desenvolver uma modelagem de programação linear utilizando o aplicativo Solver do Excel e, de acordo com os resultados obtidos, fazer uma análise das variáveis que afetam os custos de transporte do diesel para as termelétricas estudadas.

## **1.3 Justificativa**

As dificuldades estruturais, econômicas e burocráticas afetam a infraestrutura logística do Brasil gerando elevados custos no frete. No caso da Região Norte, a mobilidade das cargas está comprometida, muitas áreas não contam com rodovias e as existentes têm péssimo estado de conservação comprometendo o equilíbrio socioeconômico desta Região (CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO, 2013). Os rios nesta área não têm seu potencial aproveitado, sendo pouco o investimento no setor hidroviário. Além disso, há erros no planejamento logístico que dificultam a entrega de qualquer produto, atrasando os tempos de entrega. Na Região Norte, os sistemas isolados dependem na sua predominância de unidades térmicas cujo combustível para seu funcionamento é o óleo diesel. O combustível diesel é subsidiado através da Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), que cobra elevados custos, produto das enormes distâncias e outros fatores que representam a composição de custos de combustíveis. (FONSECA, 2000). Na capital do estado de Amazonas, Manaus, os custos para

o transporte do óleo diesel superam os de outras cidades para o constante abastecimento das usinas. No ano 2016, foram abastecidas 54 usinas termelétricas neste estado, cujo volume por carregamento foi de aproximadamente 23.767.775 litros. (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2016). O custo de óleo diesel depende de muitos fatores que devem ser estudados a nível logístico. Estes custos afetam a economia geral do Brasil pela responsabilidade da CCC paga pelo país inteiro.

O estudo do trabalho foi realizado para as termelétricas dos sistemas isolados de Rondônia, estado cuja localização geográfica é estratégica, ligando o noroeste brasileiro e os países andinos. Rondônia é ponto de conexão para o comércio e o melhoramento e implantação de rodovias no estado, propiciaria uma melhor integração dos demais estados da Região Norte com o resto do país permitindo reduzir radicalmente o custo operacional do transporte rodoviário. A malha rodoviária, obtida através de sistemas de georreferenciamento, permitiu o desenvolvimento do estudo no estado de Rondônia, caso que não tivesse sido fatível em outros estados da Região Norte cuja tecnologia ainda não tem sido desenvolvida na sua totalidade.

## **1.4 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho está dividido em 5 capítulos. O Capítulo 1 define a introdução, justificativas e objetivos traçados.

O Capítulo 2 está composto por cinco blocos que constituem a revisão bibliográfica utilizada no desenvolvimento da pesquisa. O primeiro bloco apresenta informação correspondente aos sistemas isolados de energia elétrica que operam a Região Norte do país.

O segundo bloco mostra o funcionamento e os conceitos fundamentais na geração de energia através de usinas termelétricas. Seguem as informações da classificação do combustível diesel utilizado nas termelétricas; as características logísticas de transporte na região Norte e rotas utilizadas. Além disso, são apresentadas as metodologias de cálculo de custos de transporte de carga. O último bloco discorre sobre ferramentas de geoprocessamento e programação linear.

O Capítulo 3 define a metodologia de pesquisa e explica as justificativas, métodos e procedimentos desenvolvidos.

O Capítulo 4 aborda a descrição da pesquisa que inclui os dados recolhidos, os esquemas reais e proposta de distribuição de cargas para o modal rodoviário de 14 usinas. O anterior, para a análise de custos de transporte e procurar sua diminuição.

O Capítulo 5 desenvolve a análise dos resultados obtidos na pesquisa.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões e sugestões definidas para futuros trabalhos.

Finalmente são inseridos os anexos.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Custeios de transporte**

O transporte de cargas pode ser medido através de indicadores financeiros como custos, faturamento e lucro. Através do estudo dos custos das atividades de transporte pode-se administrar e organizar os recursos destinados na distribuição de bens e serviços. As atividades anteriores fazem parte da logística (YATES; GORDON. Et al, 2010) (CAI; JIN. Et al, 2011), cuja função é destinada para a gestão de transporte, armazenagem, manutenção de estoque, gerenciamento de materiais, serviço ao cliente, planejamento, suporte, entre outros (SEGRETI, 2004).

Cada modal de transporte contém uma estrutura de custos que depende das características dos produtos transportados nas operações. Na escolha do modal de transporte deve ser considerada a prestação de um bom serviço procurando otimizar tempos de entrega e custos operacionais. Os custos de transporte no Brasil diminuem conforme a seguinte ordenação modal: aéreo (maior), rodoviário, ferroviário, dutoviário e aquaviário. De acordo com os tempos de entrega, o modal aéreo é considerado o mais veloz, seguido pelos modais rodoviário, ferroviário, aquaviário e dutoviário. São incluídos nos tempos de demora o estado das vias de transporte e os congestionamentos nos modais rodoviários e aquaviários. (WANKE; FLEURY, 2006).

Qualquer modalidade de transporte escolhida depende do tipo de carga, peso, densidade, tempos de entrega, local de carregamento, fretes, distâncias, mercado e condições climáticas. (RIBEIRO; PACHECO, 2012).

Os custos podem ser classificados como fixos e variáveis. Os determinantes são os preços da mão de obra, toneladas-quilômetro percorrida, preço do combustível. As decisões de transporte afetam a relação dos custos fixos e variáveis. Por exemplo, no momento de escolher o modo de transporte, se é escolhido o modo aquaviário e ferroviário o custo de transporte na sua maioria é fixo enquanto no transporte rodoviário e aéreo o custo predomina de acordo com a distância e volume do produto (valores variáveis) (WANKE; FLEURY, 2006).

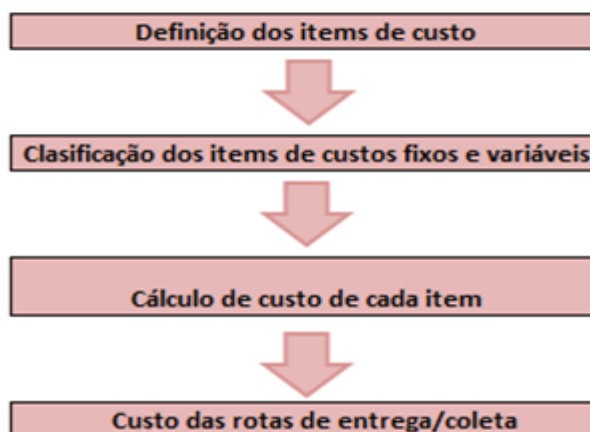


### 2.1.1 Custeio de transporte no modal rodoviário

Os custos logísticos estão presentes na maioria das empresas. São muitos os custos não observáveis a causa do material desperdiçado e improdutivos apresentados durante os processos logísticos. Uma das causas do aumento dos custos está representada na operação de transporte do produto (RUEDA, 2012).

Inúmeras práticas de gestão são utilizadas experimentando diferentes formas de operação para permitir uma redução significativa de custos na cadeia de suprimentos (CHOLETTE; VENKAT, 2014), por exemplo, os estudos de variação de demanda, permitem planejar adequadamente os recursos e analisar detalhadamente as atividades logísticas e características de transporte incluindo a capacidade dos caminhões-tanque, rotas utilizadas, alternativas para a redução de risco de acidentes, danos ambientais, etc. (CRUZ; OLIVEIRA, 2008).

O transporte rodoviário contém os seguintes custos: Depreciação no que o ponto de vista gerencial é o capital que deve ser reservado para fazer a reposição dos bens no final da sua vida útil; remuneração do capital que equivale ao custo da oportunidade do capital imobilizado na compra dos ativos); pessoal (motorista): custo de seu salário; seguro dos veículos, IPVA/ seguro obrigatório, custos administrativos, combustível, pneus, lubrificantes, manutenção, pedágio. Estes custos de acima são categorizados em custos fixos e variáveis dependendo de algum parâmetro de comparação. Para as empresas industriais todos os custos que independem do nível da atividade são custos fixos e variáveis aqueles que aumentam com o crescimento do nível da atividade (LIMA, 2001).



**Figura 1.** Metodologia para o cálculo de custeio de transporte rodoviário

Fonte: (LIMA, 2001)

São considerados geralmente como custos fixos: depreciação, remuneração do capital, pessoal (motorista), custos administrativos, seguro do veículo, IPVA/seguro obrigatório; e como custos variáveis: combustíveis, pneus, lubrificantes, lavagem, lubrificação, manutenção e pedágio. A classificação entre custos fixos e variáveis tem dependência do procedimento de pagamento das empresas, por exemplo, no Brasil o pagamento a um motorista é mensal, representa um custo fixo enquanto no EUA o motorista é remunerado dependendo da quilometragem percorrida (LIMA, 2001). Na hora do cálculo dos custos, é importante primeiro calcular os custos unitários dos veículos a utilizar (rodoviário), deve-se montar uma planilha, onde se encontra o custo fixo e variável dos veículos utilizados em função de seus respectivos parâmetros (por exemplo, consumo de combustível, número de pneus, salário do motorista) (NETO; JUNIOR. Et al, 2011). Os custos fixos são constantes de mês a mês com exceção das variações de preço e salariais: estes são calculados com relação ao mês (R/Mês). O custo do pessoal deve considerar o salário, horas extras e outros benefícios do empregado. (LIMA, 2001). Outros custos são os estoques: se o transporte é rápido e frequente, os níveis de estoque podem ser baixos e geralmente é mais caro o transporte; mais se os lotes são grandes (grandes volumes, pouca frequência), então o estoque médio será alto (COELHO, 2010).

Para o cálculo dos custos de transporte rodoviário é necessário utilizar as variáveis apresentadas nas tabelas 1 e 2. Na tabela 1 encontra-se o cálculo dos custos fixos enquanto que na tabela 2 podem-se observar as fórmulas para o cálculo dos custos variáveis.

**Tabela 1.** Fórmula para o cálculo de custos fixos de transporte rodoviário

Item de Custos Fixos	Fórmula
Depreciação	$C_{dep} = \frac{V_{adquisição} - V_{residual}}{n \text{ de meses}}$
Remuneração do Capital	$C_{rcap} = V_{compra} + V_{revenda} \times T_{de \text{ juros anual } \% 24}$
Custos administrativos	$C_{adm} = \frac{\text{custo adm total}}{n \text{ de veículos}}$
IPVA/ seguro obrigatório	$C_{seg/IPVA} = \frac{\text{Valor anual}}{12}$
Salario de Pessoal	Salários+ encargos e benefícios

Fonte: (GUIA DO TRC, 2017a)

**Tabela 2.** Fórmula para o cálculo de custos variáveis de transporte rodoviário

<b>Item de Custos variáveis</b>	<b>Fórmula</b>
Pneu	$C_{\text{pneus}} = \frac{V_{\text{adquisição}}}{n \text{ de meses}}$ $C_{\text{dep}} = \frac{V_{\text{adquisição}} - V_{\text{residual}}}{n \text{ de meses}}$
Óleo	$C_{\text{oleo}} = \frac{\text{preço por capacidade}}{\text{intervalo entre trocas}}$
Lavagem/Lubrificação	$C_{\text{lubri}} = \frac{\text{custo de lubrificação}}{\text{intervalo entre trocas}}$
Combustível	$C_{\text{comb}} = \frac{\text{preço por litro}}{\text{consumo}}$
Manutenção	Custo estimado por quilometro
Pedágio	Custo de acordo com a rota

Fonte: (LIMA, 2001)

A Agência Nacional de Transportes Terrestres disponibiliza ao público a Planilha de Simulação de custos de operação de transporte rodoviário de Cargas permitindo maior clareza no tema, além dos custos da tabela 1 encontra-se incluso o custo do Arla. A metodologia que está aplicada nesta planilha e feita seguindo os pontos apresentados pela Resolução ANTT N 4810 de 19 de agosto de 2015. (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE, 2016).

### 2.1.2 Custeio de transporte no modal fluvial

Os custos gerados da operação do transporte fluvial incluem pagamentos de custos como as taxas dos portos e custos das operações de manuseio de carga, além da consecução da equipe de transporte e administrativa. Entre os custos variáveis estão, os relacionados aos combustíveis e sua manutenção (FLORENTINO, 2010).

Outros custos derivados da operação de transporte neste modal são impostos, seguro da carga, armazenagem e estoque. No anexo 1, encontra-se um exemplo relacionado aos custos de transporte fluvial para as usinas termelétricas no baixo do Rio Madeira, ano 2007.

### 2.1.2 Modelagem para custeio de transporte, armazenagem e produto.

O processo de transporte é considerado dentro do estudo de otimização de custos. Podem-se propor modelos que permitam analisar as variáveis que compõem os custos. Através destes modelos, permitem a medição quantitativa na mudança da demanda, mercado, condições das rodovias e outros fatores (CUI, 2012) (DMITRY; DE GUIO, 2011). O objeto de otimizar o setor de transporte, é a distribuição ótima das quantidades a transportar pelo menor custo (KONSTATIN; BYKOV. Et al, 2013). Um modelo de transporte tradicional consiste na construção de uma fórmula objetivo com suas respectivas restrições (GUO, 2015).

Existem diferentes modelos para determinação de custos logísticos. Além dos custos de produção e de transporte, são determinados custos de armazenagem, e outros, derivados da cadeia de distribuição do produto. De acordo com a bibliografia, os custos de distribuição podem ser representados através da seguinte fórmula:

$$C_d = (C_{arm} + C_{tr}) + C_{pv} \quad (1)$$

Onde  $C_{arm}$  corresponde ao custo de armazenagem do produto pronto,  $C_{tr}$  representa custo de transporte do produto pronto e  $C_{pv}$  relaciona o custo do produto pronto vendido.  $C_{tr}$  adota os gastos feitos no atendimento do pedido do cliente. Geralmente se quantifica o valor multiplicando a quantidade de produto a ser transportada pelo seu peso, distância percorrida e a taxa de frete fornecida pela transportadora.  $C_{pv}$  representa o valor utilizado para cobrir custos de produção, é calculado multiplicando o custo unitário do produto pela quantidade vendida. Outros custos podem ser estabelecidos pela empresa, que decide o que deve ser considerado

segundo seus critérios. Para esta variável, podem ser inclusos custos de estoque em trânsito, perdas de entrega, adicional de transporte, vendas perdidas e outros (BORBA; GIBBON, 2010).

## **2.2 Logística para o transporte de óleo diesel no Norte de Brasil**

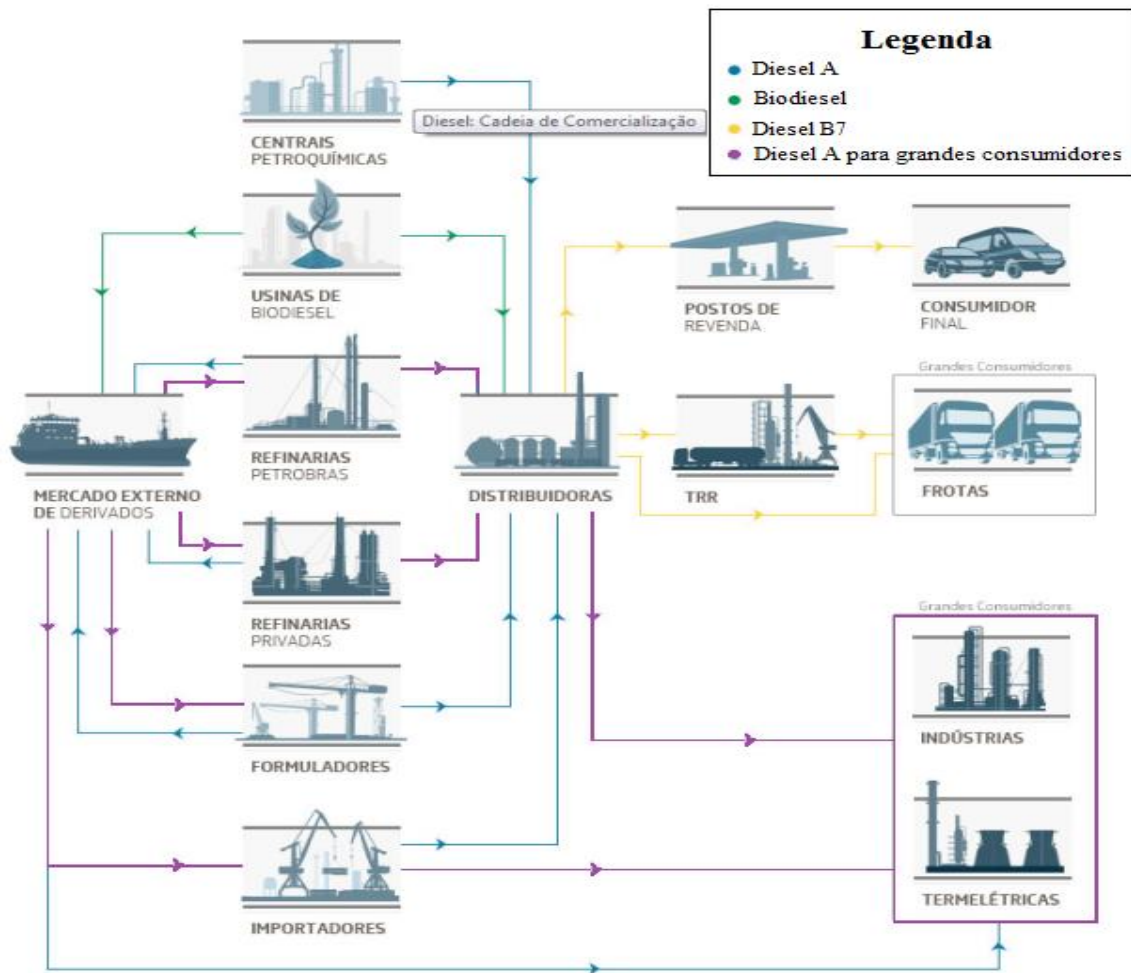
### **2.2.1 Cadeia de distribuição**

Operações como produção, armazenagem e transporte são os desafios diários que enfrentam os produtores, concessionárias e revendedoras que atuam no mercado do óleo diesel. Para cada operação, é importante atuar de forma preventiva, evitando o aumento de custos de manutenção e consumo, além dos impactos ambientais que podem ser gerados antes do produto chegar nas mãos do cliente. (TRANSPORTAR CARGO, 2016).

Na Operação do transporte ou logística do óleo diesel distribuído para as termelétricas consideram-se os seguintes elementos na cadeia de distribuição:

- A empresa que produz o combustível (Petróleo Brasileiro S.A, refinarias particulares, mercado externo, outros).
- A empresa distribuidora, que comercializa o combustível (Petrobrás Distribuidora, Ipiranga Produtos de Petróleo, outros).
- Consumidor final (sistemas isolados de energia).

Na figura 2, é apresentado o modelo da cadeia de distribuição para três tipos de combustíveis produzidos no mercado para suprir diferentes setores económicos, “Diesel A, Biodiesel e Diesel B7”. Encontram-se dois tipos de clientes finais para os combustíveis produzidos na cadeia: veículos leves e grandes consumidores (frotas, indústria e termelétricas). Podem-se observar os diferentes elementos que pertencem à cadeia: o mercado externo, mercado de produção nacional de combustíveis, as distribuidoras e empresas que revendem o produto (postos de revenda e transportadores-revendedores-retalhistas). Nessa cadeia de distribuição, podem ser observadas as diferentes alternativas utilizadas para levar o produto até seu destino final. As linhas roxas representam a cadeia de distribuição do diesel automotivo para grandes consumidores, no caso das termelétricas, o óleo diesel pode ser produzido no mercado externo ou interno.



**Figura 2.** Cadeia de distribuição de óleo diesel no Brasil pela empresa Petrobras Distribuidora

Fonte: (PETROBRÁS BR, 2016b)

No mercado nacional do óleo diesel, o produto é obtido por meio de centrais petroquímicas, refinarias (usualmente) e outros produtores. As empresas distribuidoras (atacadistas) podem comercializar legalmente o diesel com os postos revendedores, TRR e consumidores finais (varejistas). As empresas distribuidoras podem comercializar o diesel com outras distribuidoras, grandes consumidores que possuam pontos de abastecimento para o produto, por exemplo, termelétricas. No Brasil, na distribuição de combustíveis líquidos, os preços gerados pela empresa Petróleo Brasileiro S.A para as distribuidoras resulta em vantagens para as que operam em maior escala. A Petróleo Brasileiro S.A é responsável por mais de 95% dos derivados importados no território brasileiro, 90% das vendas de óleo diesel e feito através de contratos entre produtor e distribuidor. (BORGUES; BICALHO, 2008).

A ANP disponibiliza a informação em detalhe, das atividades relacionadas ao abastecimento de combustíveis e, agentes autorizados no setor. Aqui são incluídos vários agentes da cadeia, por exemplo, de lubrificantes (coletor, produtor, refino), distribuidores, revendedores (venda a varejo de combustíveis automotivos, de aviação e GLP), TRR (autorizados para adquirir combustíveis a granel e lubrificantes envasado para vender particionado), (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GAS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2016c).

De acordo a literatura, na cadeia logística de combustíveis líquidos, das refinarias, os combustíveis são levados ate as bases primarias das distribuidoras, geralmente no Brasil por modais dutoviários e fluvial através de cabotagem. As transferências de produto entre as bases primárias e secundárias são feitas através dos modais rodoviário e ferroviário (JÚNIOR. et al, 2007).

No setor das termelétricas, a empresa Petrobrás Distribuidora, vende o óleo diesel as concessionárias. A REMAN é a refinaria utilizada pela empresa, para o suprimento de energia da maioria dos estados localizados na Região Norte incluindo Amazonas e Rondônia, situada no estado de Manaus (TARGON, 2016).

No ano 2004, as distribuidoras de óleo diesel, no trecho Manaus-Porto Velho em operação no mercado foram: a Petrobrás Br, Texaco, Ipiranga, Petro Amazon e DNP. (BISAGGIO; CECCHI, 2006).

De acordo as investigações, as distribuidoras autorizadas por estado no setor de combustíveis, são relacionadas na base de informações da ANP, a informação é continuamente atualizada conforme ao cumprimento da normativa ( AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GAS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2016b).

### **2.2.2 Logística de transporte na Região Norte**

Os modais de transporte geralmente utilizados no transporte do diesel na Região Norte do país correspondem ao “hidroviário” e “rodoviário”. O modo de transporte hidroviário tem prevalência apesar do pouco investimento no setor, enquanto se é utilizado o modal aéreo os custos representados neste modal são geralmente elevados (DOURADO; PEREIRA, 2015). Os

modais ferroviário e dutoviário contém uma estrutura limitada para o transporte do derivado do diesel (COELHO, 2010).

Na Região Norte do Brasil pela baixa acessibilidade geográfica, o transporte dos combustíveis nas áreas isoladas é habitualmente feito através de tambores e galões (observa-se a figura 3) (DUARTE; BEZERRA. Et al, 2010). Ainda que parte do volume seja sacrificado através deste tipo de armazenagem para o transporte, os custos são mais baixos.



**Figura 3.** Tambores utilizados no transporte de óleo diesel na Região Norte do Brasil

Fonte: (SILVA, 2014)

Devido às características físico-químicas da carga, exige-se no Brasil o enquadramento do transporte na norma regulamentadora específica NR 20. A norma tem requisitos com relação aos fatores de risco de acidentes na transferência dos líquidos combustíveis e inflamáveis e nas suas operações. A norma NR 20 descreve que no processo de transferência, enchimento de recipientes ou tanques devem ser usadas medidas preventivas para procurar a eliminação e/ou minimização de emissões de vapores e gases inflamáveis. O transporte de óleo diesel é um processo que gera riscos ambientais pelo tanto é necessária à capacitação do pessoal que participa no processo logístico recebendo informações dos perigos, riscos e movimentação da carga. (MINISTERIO DE TRABALHO E EMPREGO, 2014).

O procedimento para garantir a qualidade do diesel armazenado em tambores e galões recomendado e o seguinte:



- Armazenar os tambores num lugar que seja fresco, livre de calor, chuva e excesso de água ou mudanças de temperatura que afetem a qualidade do produto.
- Quando possível cobrir com uma lona evitando a acumulação de sujeira e poeira na boca do tambor.
- Verificar os tempos de estoque dependendo do tipo de diesel. No caso do diesel S50 a validade do produto é por 30 dias e para os demais de 90 dias no máximo;
- Durante o abastecimento do produto independentemente do tipo de bomba utilizada, deve-se filtrar o produto.
- Após o abastecimento, deve-se drenar o tambor em local adequado e com área de contenção, evitando a poluição do solo. Deve-se limpar o tambor com o próprio combustível, evitando a formação de borra (SILVA, 2014).

Outros procedimentos no transporte logístico do óleo diesel são apresentados no Manual de Recebimento, armazenagem, manuseio e qualidade de produtor derivados de petróleo em usinas térmicas onde estão definidas as instruções técnicas para cada procedimento, no manual encontram-se procedimentos como o utilizado para o recebimento de produtos derivados de petróleo por caminhão-tanque, para recebimento de produtos derivados de petróleo por balsatanque e procedimentos gerais em caso de acidente com derivados de petróleo com impacto ambiental. (GRUPO TÉCNICO OPERACIONAL DA REGIÃO NORTE, 2006).

De acordo com a literatura (SOARES, 2008), a logística fluvial é o principal fator que permite o abastecimento de energia das localidades nas áreas isoladas do Norte de Brasil. Nas localidades como Ipixuna (Amazonas), distante 3.334 km de Manaus para fazer uma viagem de ida e volta em balsa à viagem demora 35 dias aproximadamente através do rio Juruá.

O transporte de combustíveis adquirido nos centros urbanos pode demorar de horas até dias, sendo que cidades como, por exemplo, Lábrea estão recebendo o combustível óleo diesel mensalmente. As comunidades espalhadas na Região Norte, têm problemas de comunicação pela histórica omissão do Governo no atendimento básico de suas necessidades e a precária situação das rodovias, sendo poucas e na sua maioria não pavimentadas. Por exemplo, a Rodovia Transamazônica (BR-230) localizada na Costa Leste contém trechos não pavimentados complicando o transporte de combustíveis durante a estação chuvosa. Alguns trechos têm passagem por rios, então se tem que utilizar balsas porque não há pontes que permitam a mobilização (RODRIGUES; BONFIM, 2012). O abastecimento de combustíveis

só no modal terrestre não poderia ser viável para o Norte de Brasil, as rodovias além de ser poucas, a maioria delas não são pavimentadas na sua totalidade. Na maioria dos casos, o transporte de combustíveis é feito diretamente no modo fluvial, através de balsas-tanque ou forma híbrida se os sistemas isolados não estão na margem dos rios. (RODRIGUES; BONFIM, 2012).

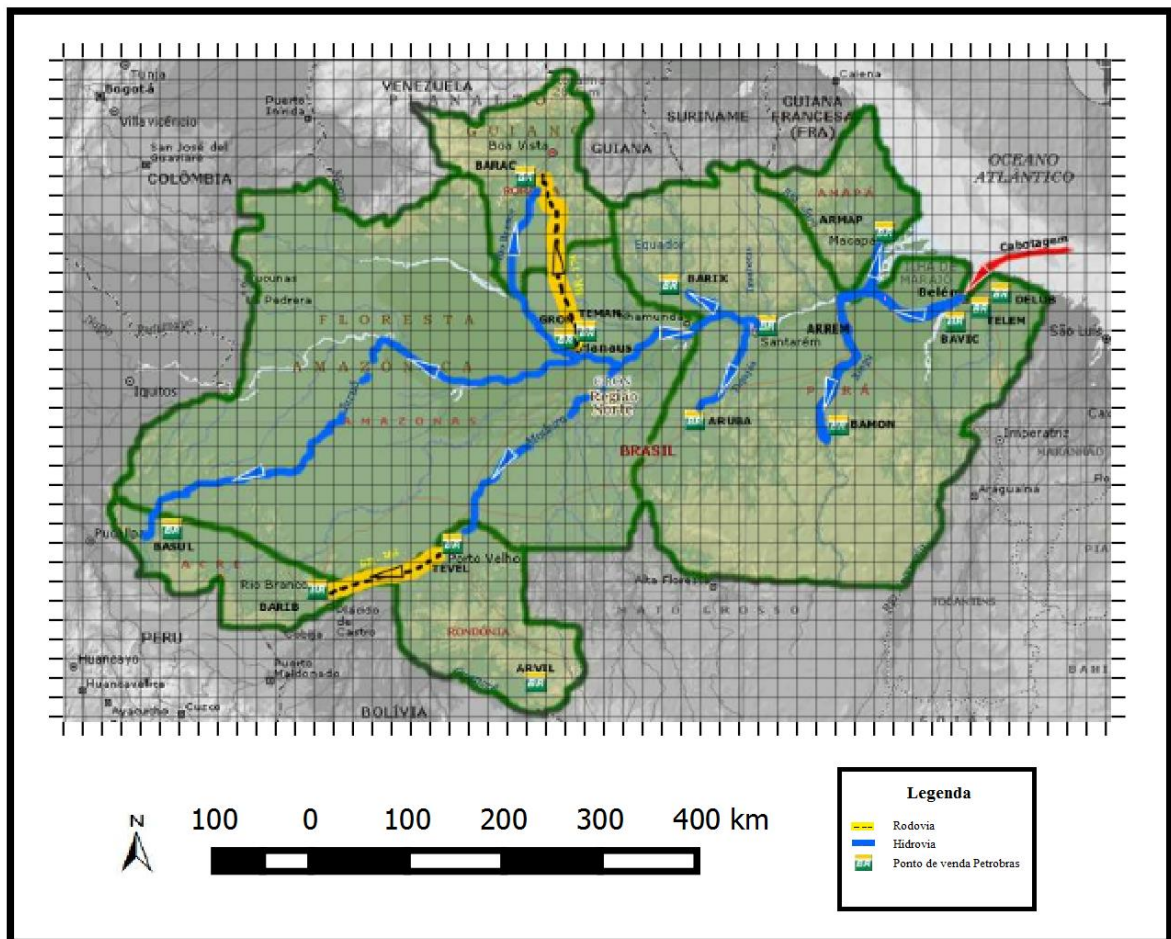
Na tabela 3, são detalhados os dias de viagens dos principais rios da Região Norte do país.

**Tabela 3.** Dados da Logística fluvial na Região Norte de entrega de diesel por dia e número de localidades em torno

Rotas	Dias de Viagem	N de Localidades
Médio Amazonas	20 a 25	19
Rio Madeira	20 a 25	11
Rio Purus	45 a 50	6
Rio Juruá	45 a 55	6
Rio Solimões (alto)	30 a 40	14
Rio Solimões (médio)	25 a 35	7
Rio Negro	30 a 40	2

Fonte: (SOARES, 2008)

A figura 4 mostra a distribuição dos principais rios e rodovias da Região Norte do Brasil, as linhas azuis representam os rios navegáveis e as linhas amarelas simbolizam as rodovias aproveitadas pela empresa Petrobras Distribuidora, concessionária do transporte de combustíveis. No Mapa, encontrassem os pontos de venda de produtos da empresa.



**Figura 4.** Rotas terrestres e fluviais de abastecimento de combustíveis utilizadas pela Petrobras Distribuidora na Região

Fonte: (RODRIGUES; BONFIM, 2012)

A logística de combustíveis no Norte de Brasil é difícil sendo que para o cumprimento das necessidades de transporte da região, devem ser considerados os seguintes pontos:

- O transporte tem que ser feito procurando otimizar os custos associados no transporte.
- Os pontos de venda têm que ser o mais próximo possível evitando perdas durante a trajetória de transporte do combustível.
- Armazenamento adequado do combustível para minimizar as perdas. (RODRIGUES; BONFIM, 2012).



**Figura 5.** Desafios logísticos na Região Norte de Brasil

Fonte: (PACHECO, 2007)

A fase do transporte de combustíveis geralmente, não é contemplada no Manual de recebimento, manuseio e qualidade de produtos derivados de petróleo em Usinas térmicas. De acordo com investigações, esta fase é feita de forma precária e em tanques mal conservados, ou seja, contém problemas no processo de armazenagem. (RODRIGUES; BONFIM, 2012).

Para as frotas, a Petrobrás Distribuidora disponibiliza um sistema de controle de abastecimento procurando economia e segurança nas cargas. O sistema é automatizado e os veículos utilizados contém um dispositivo (UVE-Unidade de veículo). Os postos têm unidades controladoras também. O sistema permite registrar informações específicas do abastecimento relacionadas ao veículo, quilometragem e combustível sendo armazenados em uma base, dados de abastecimento por veículo, abastecimento por mês e abastecimentos pela marca do veículo. (PETROBRÁS BR, 2016a).

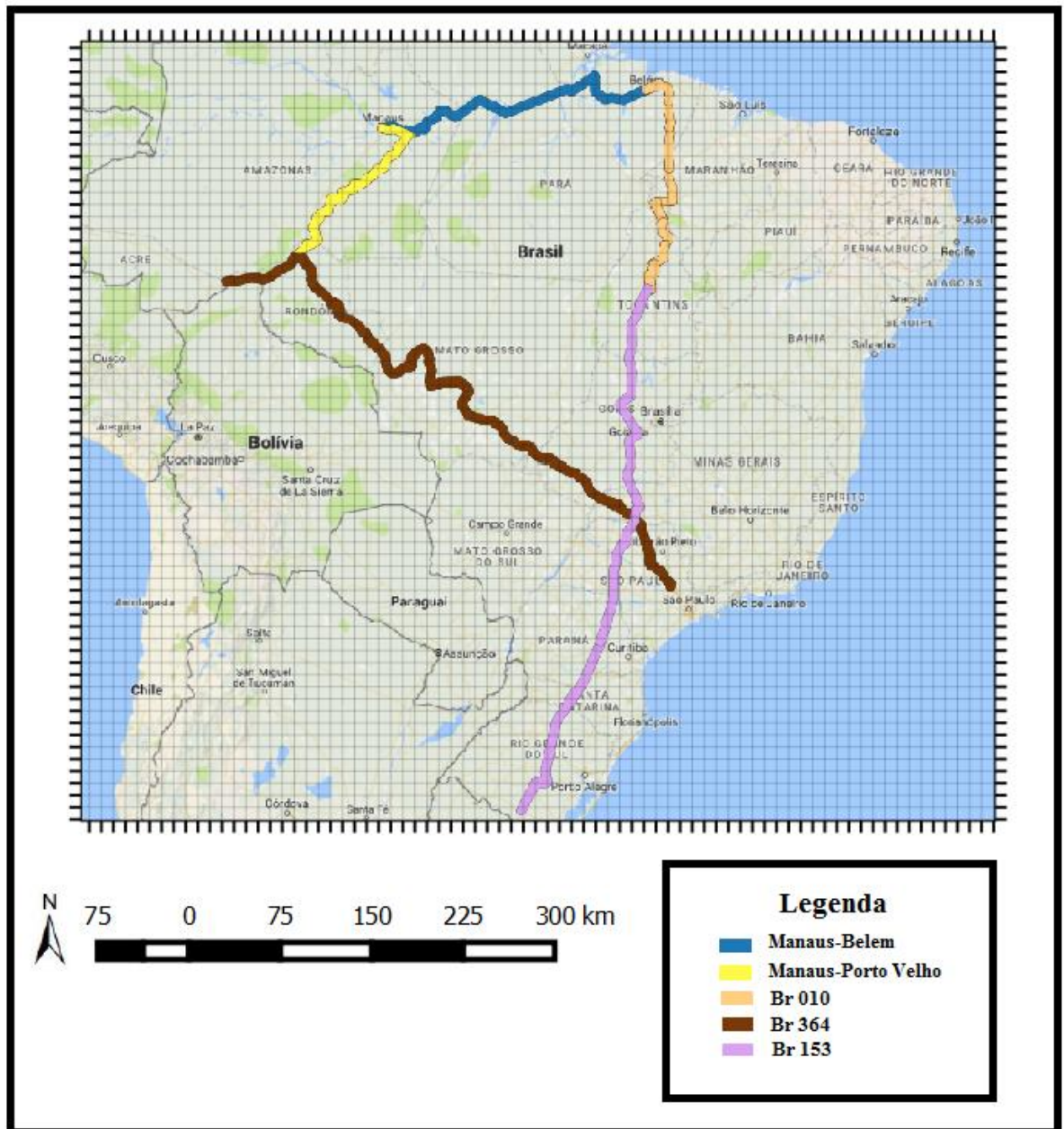
## **2.3 Principais rotas de transporte utilizadas na Região Norte para o transporte de cargas**

O transporte na região Norte é caracterizado pelo modal Rodo-fluvial e feito ida e volta nessa região através de duas rotas fundamentais:

- 1) Manaus-Belém (Rio Amazonas) e a partir daí para o resto do país pela BR 010 (Rodovia Bernardo Sayão) /153 (Rodovia Transbrasiliana) Belém-Brasília.
- 2) Manaus- Porto Velho (Rio Madeira) e a partir desta rota, para a cidade de Cuiabá e o sul do país através da BR 364 (que liga o norte e centro-oeste do país) (SANT´ANNA, 1998).

Na Figura 6, estão representadas as principais rotas de transporte de carga, de Manaus (Amazonas) até as demais regiões do país. As principais rotas fluviais utilizadas são o Rio Madeira que conecta Manaus- Porto Velho (linha amarela no mapa) e o Rio Amazonas (linha azul), quando o transporte é feito para a cidade de Belém.

No meio da linha marrom (rodovia BR 364), encontra-se a cidade de Cuiabá. As rodovias BR153 e BR 010 estão representadas com as linhas rosa e laranja.



**Figura 6.** Principais rotas rodo fluviais desde a Região Norte

Fonte: QGIS

### 2.3.1 Rotas fluviais

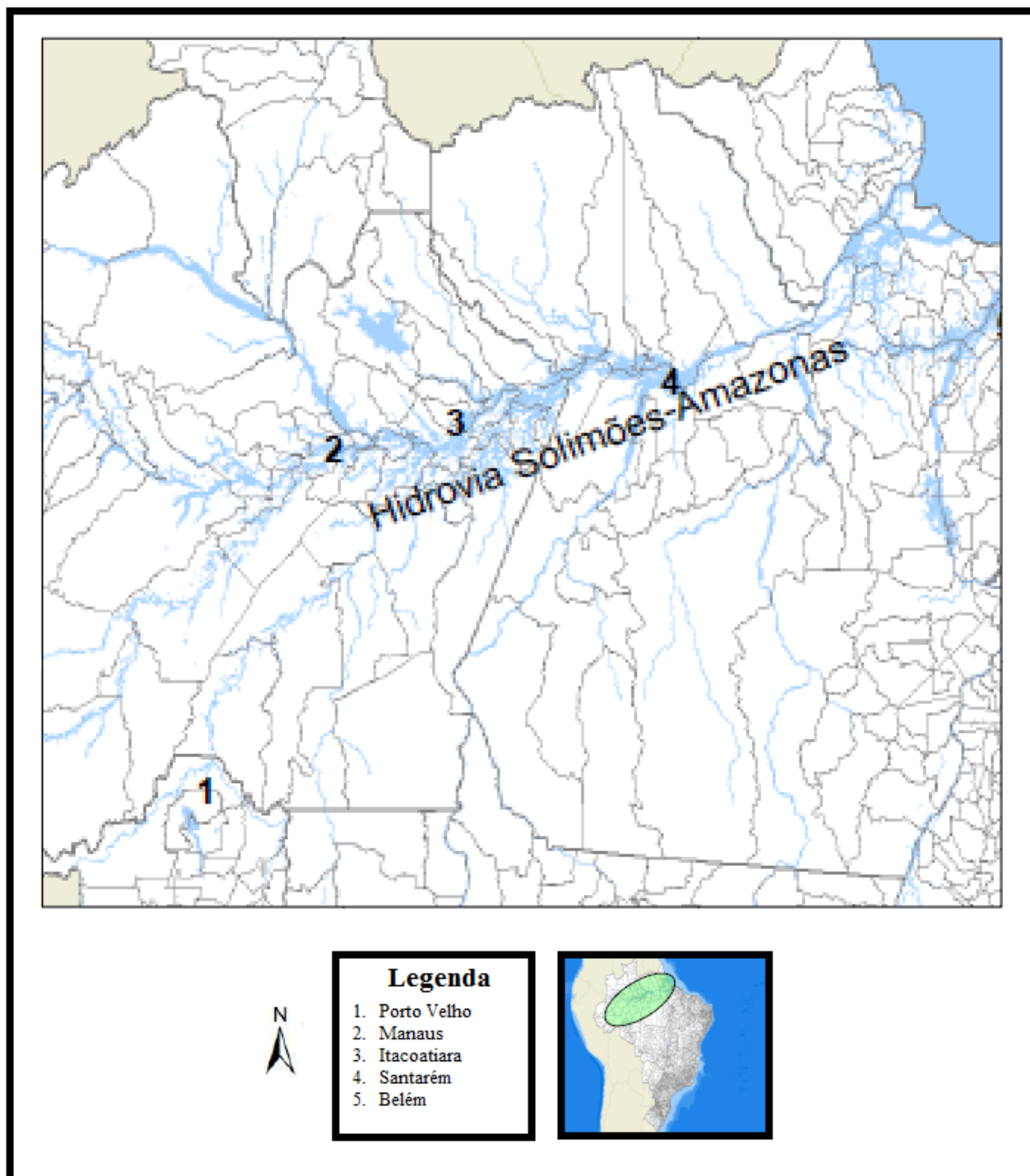
O transporte no modal aquaviário representa o sistema de transporte menos caro na movimentação de cargas com grandes volumes e distâncias. Isso, pelo baixo custo gerado por unidade transportada. Na sua maioria, as cargas levadas neste tipo de transporte são os combustíveis líquidos, cereais, carvão. Manaus, capital de Amazonas, gera a maior quantidade do transporte da carga na Região Amazônica. O país possui a terceira rede hidroviária do mundo mais não é aproveitada potencialmente com relação ao transporte, pois 60% das cargas

transportadas é feito através das rodovias, sendo o pouco investimento no setor hidroviário responsável pelo desbalanceamento da matriz de transportes. (PINTO; LEE; JONQUA, 2011).

No Brasil, a Agência Nacional de Transporte Aquaviários regula, supervisa e fiscaliza as atividades do setor do transporte aquaviário para garantir a movimentação de bens e pessoas, e encontra-se ligada ao Ministério Nacional de Transportes cuja finalidade é obter maior eficiência e segurança nas atividades marítimas (DE CASTRO, 2015). O Governo do país tem o objetivo de incrementar o Transporte Hidroviário na matriz do país e ampliar sua contribuição no desenvolvimento econômico nacional de acordo com as informações do Plano Hidroviário Estratégico. O plano contém recomendações e as ações a serem realizadas em longo prazo (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2013).

O transporte de cargas no modal hidroviário tem crescido ultimamente, sendo importante para o trânsito de mercadorias. No desenvolvimento econômico fluvial participa a hidrovia Solimões-Amazonas sendo o principal corredor hidroviário em volume transportado e distância percorrida (TKU); a hidrovia do Madeira ocupa o segundo lugar. (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, 2014).

Pode-se observar na figura 7 a rota da Hidrovia Solimões-amazonas, composta pelo rio Solimões, que está na tríplice fronteira Brasil-Peru-Colômbia no seu encontro com o rio Negro, através do rio Amazonas. Conforma uma rede de quase 7000 km de extensão. Os principais rios da hidrovia são: Solimões, Amazonas, Negro, Branco, Purus, Jari e Trombetas somando 6505 km. Nesta hidrovia têm-se dois portos organizados, 20 terminais de uso privativo e uma estação de transbordo de carga. A hidrovia banha os estados do Amazonas, Pará e Amapá. Para o ano de 2010 o transporte registrado pela ANTAQ foi quase sete milhões de toneladas de cargas na hidrovia Solimões-Amazonas. As quatro linhas mais utilizadas são: Manaus (AM)-Belém (PA); Porto Velho (RO)-Itacoatiara (AM); Porto Velho (RO)-Santarém (PA); Manaus-Porto Velho (RO). As quatro linhas juntas foram responsáveis pelo transporte de 87,7% do total das cargas e o 64% do total foi pelas primeiras duas linhas. (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, 2011b).



**Figura 7.** Hidrovia Solimões-Amazonas

Fonte: (FIALHO, 2011b)

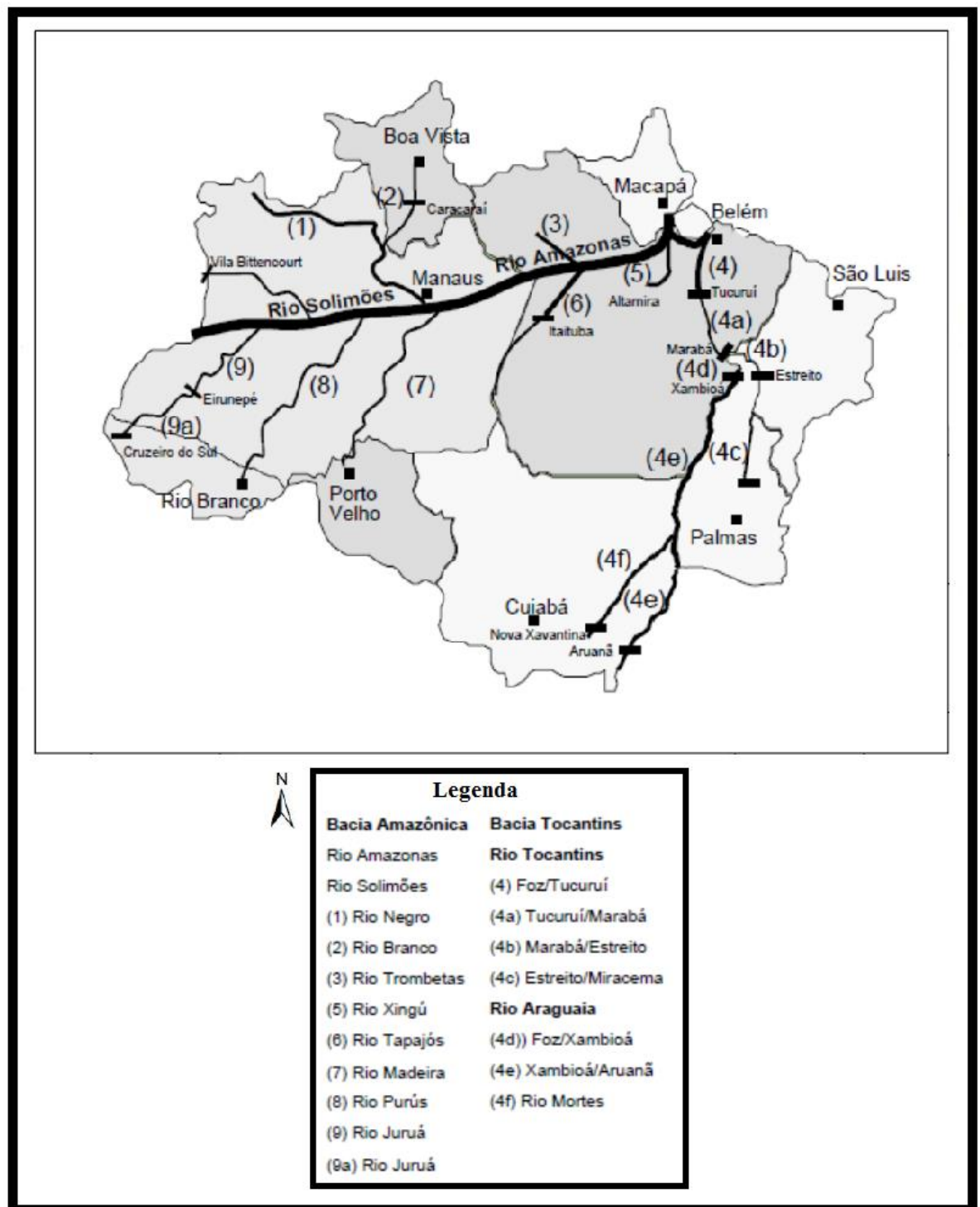
O transporte fluvial, no Norte de Brasil, é caracterizado como o principal meio de transporte. Tem assumido grande importância na cadeia de suprimentos sendo parte das cadeias logísticas intermodais ou para o transporte entre portos de carga e pessoas. Devido a geografia da Região Norte, o transporte é caracterizado pelo uso de comboios, utilizando balsas e empurradores. O empurrador tem custos associados de consumo específico do combustível, o



tamanho da tripulação, capacidade de empurre, quantidade de balsas. Outras variáveis podem ser consideradas dependendo do tipo de frota a utilizar e das características da rede de transporte a utilizar. (ROSSETO. Et al, 2009).

A hidrovia Madeira, é de vital importância pela sua posição na Região Amazônica. (FIALHO, 2011a). Banha os estados do Amazonas e Rondônia, sendo das principais rotas fluviais de balsa e navios para o transporte de carga. Pelo rio navegam balsas de carga e embarcações mistas transportando produtos incluindo combustíveis. De acordo com informações apresentadas pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), no mês de março de 2015, de Porto Velho até Itacoatiara (descendo o rio) leva 70 horas para navegar o Rio Madeira. Para subir rio acima, contra corrente é preciso navegar 130 horas. No período das cheias, em média são oito dias navegados no trajeto de Manaus-Porto Velho utilizando o trecho do Rio Madeira. No período da vazante o transporte leva 15 dias navegando o mesmo trecho. O tempo é maior pela impossibilidade de navegar durante a noite e a madrugada, elevando o 30% dos custos de transporte. Outro problema é a falta de sinalização e dragagem. O rio tem muito sedimento sendo a navegação de dia uma navegação segura (PORTAL AMAZÔNIA, 2015). Na hidrovia do Madeira a navegação é orientada por satélite, possibilitando o tráfego noturno. (DE BRITO, 2008).

Para conhecer a distribuição hidrográfica do norte do Brasil, a figura 8 mostra suas redes hidrográficas, distâncias e profundidades.



**Figura 8.** Rede hidroviária da Região Norte do Brasil

Fonte: (PINTO; LEE; JONQUA, 2011)

A rede fluvial da Região Norte apresenta dois sistemas em geral: a bacia de Amazonas/Solimões e Tocantins/Araguaia. De acordo com as informações, a primeira contém

mais de 10.000 km de vias navegáveis com profundidades maiores de 1 m durante o 90 % do ano (COELHO, 2010).

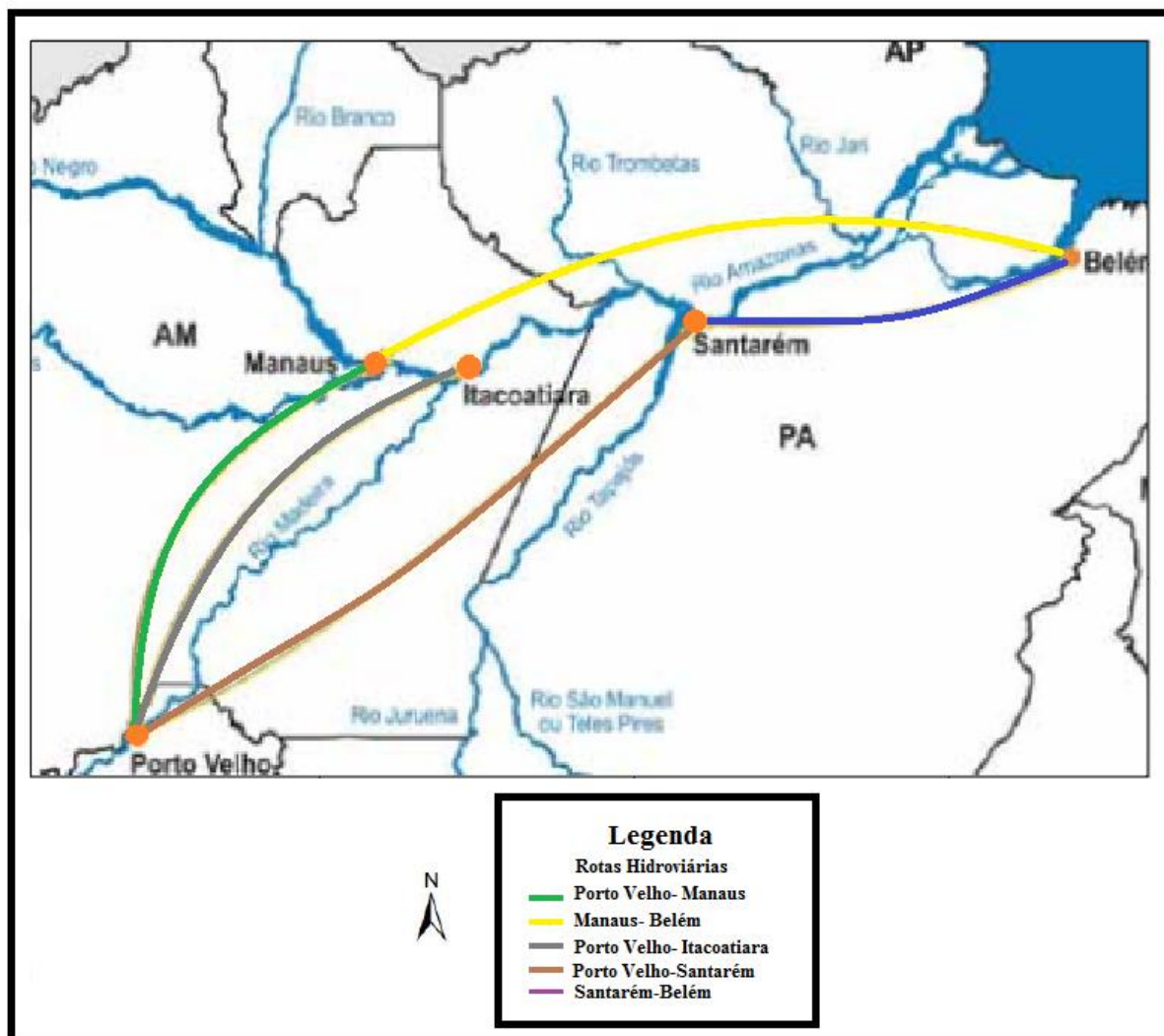
De acordo com o Ministério de transportes e a Agência Nacional de Aguas, a Hidrovia do Amazonas liga as principais cidades comerciais de Porto Velho (RO), Manaus (AM), Santarém (PA), Macapá, (AP) e Belém (PA) (DE BRITO, 2008).

A Amazônia contém uma extensa rede de rios naturalmente navegáveis, e podem ser acomodados como hidrovias. As hidrovias têm que cumprir as seguintes características:

- Navegação 24 horas/365 dias durante o ano.
- Apresentar sinalização e manutenção, para garantir a navegação.
- Conter suportes de navegação através de cartas de navegabilidade.
- Utilizar conexões intermodais, por exemplo: pontos de intercâmbio entre os modos fluvial e terrestre como instalações portuárias.
- Ter condições legais e contratuais para que a segurança e condições de transporte sejam respeitados.

Na bacia da Amazônia os tipos de transporte utilizados compreendem pequenas e grandes embarcações como canoas pequenas chamadas “peque peque” (transporte de pessoas e bens de pouca escala), canoas intermediarias e grandes, navios de maior porte, barcaças, plataformas flutuantes e embarcações de tipo militar. (NETO; SANCHEZ; WINSMEIER, 2006).

Na Figura 9, são apresentadas as rotas hidroviárias existentes para o transporte de cargas fluvial na Região Amazônica. O transporte é feito, através de embarcações mistas que permitem ativar a economia. Os Rios Solimões e Amazonas, contém várias redes de afluentes.



**Figura 9.** Bacia Amazônica e principais rotas hidroviárias utilizadas

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, 2013)

Na movimentação de cargas destacassem como rotas mais utilizadas no mercado: Belém-Manaus, Belém- Santarém, Manaus- Porto Velho, Porto Velho Itacoatiara, Porto Velho-Santarém.

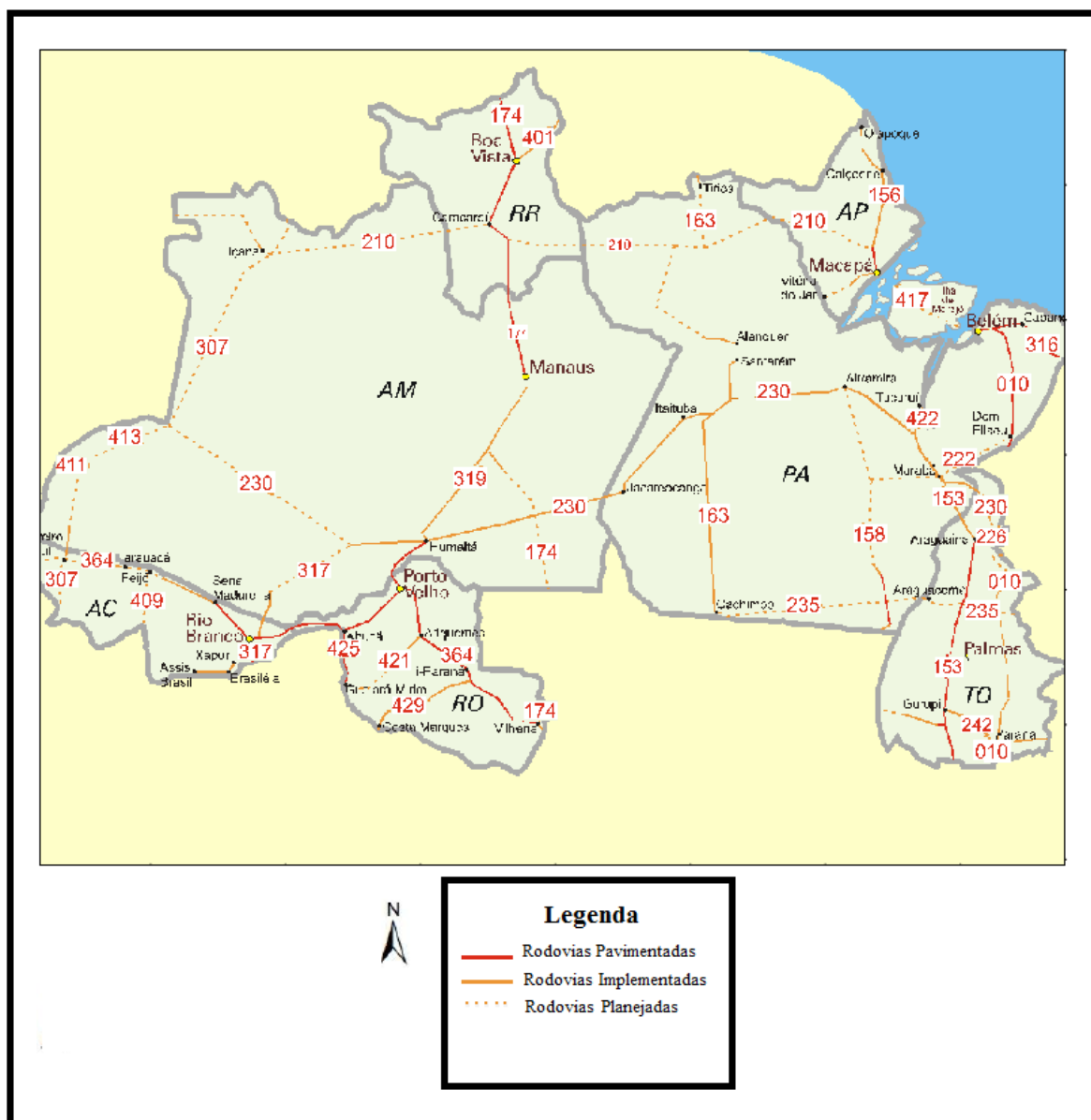
### **2.3.2 Rotas rodoviárias e avaliação de conservação do estado das rodovias por estado.**

A atividade do transporte rodoviário de cargas e feita nas vias públicas por conta de terceiros e mediante remuneração, pode ser pessoa física ou jurídica conforme Lei 11.442/2007 é com inscrição no Registro Nacional de transportadores Rodoviários de Cargas- RNTRC onde são categorizadas as entidades como: Empresas de Transporte Rodoviário de

Cargas- ETC, Cooperativas de Transporte Rodoviário de Cargas-CTC e Transportadores Autônomos de Cargas-TAC. (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES, 2014). O transporte rodoviário de cargas é importante no Brasil, dominando a Matriz de Transportes Nacional na coleta e entrega dos produtos no início e/o final das operações (JUNIOR. Et al, 2007). (DA COSTA, 2015). Através do transporte rodoviário foram movimentadas quase o valor de 60% das cargas do país (1995-2005) (PEREIRA, 2011).

As rotas rodoviárias geralmente permitem complementar o sistema hidroviário da logística de transporte de mercadorias e produtos utilizados na Região Norte. No desenvolvimento da infraestrutura rodoviária ainda encontram-se diferentes gargalos que geram dificuldades na hora de realizar o transporte, tais como o distanciamento dos polos produtivos aos portos, os preços dos fretes, rodovias que tem más condições, inadequado gerenciamento da logística de transporte e ineficiência no sistema de armazenamento. O modal Rodoviário lidera a movimentação de produtos perigosos e o índice de acidentes com relação ao transporte sendo importante a escolha das empresas transportadoras para a cadeia logística (DE ALMEIDA, 2011).

O regulamento do transporte terrestre no Brasil é feito através da Agência Nacional de Transporte Terrestre cuja finalidade é promover a melhoria na operação e serviço de transporte terrestre e nas atividades de exploração da infraestrutura rodoviária e ferroviária, atuando também no modal dutoviário (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES, 2015). De acordo com as informações da base de dados do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a nomenclatura definida das rodovias no Brasil é a sigla BR, cujo significado é Rodovia Federal. Existem diferentes tipos de rodovias no Brasil, como as rodovias radiais que iniciam na capital federal indo até os extremos do país (BR-0XX); rodovias longitudinais, cortando o país de Norte ao Sul (BR-1XX); rodovias transversais, que cortam de este ao oeste (BR-2XX); rodovias diagonais que apresentam dois tipos de sentidos: noroeste-sudeste e nordeste-sudoeste (BR-3XX), rodovias de ligação que como seu nome indica ligam rodovias federais (BR-4XX) No DNIT, encontra-se por estado, informações de seu sistema rodoviário explicado em detalhe. (ALMEIDA, 2016).



**Figura 10.** Mapa das rodovias na Amazônia

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GAS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2016f)

Na figura 10, se observa a pouca existência de rodovias na Região Norte para o transporte de bens e pessoas. Feita uma comparação entre o sistema rodoviário da Região Norte e as demais regiões que constituem o país, é notório o desenvolvimento rodoviário das outras regiões.

Na base de dados da ANEEL podem-se comparar os mapas o desenvolvimento no sistema rodoviário de cada região. No estado de Amazonas, destaca-se a rodovia 319 e no estado de

Rondônia a rodovia 364. A rodovia transamazônica (BR 230) atravessa horizontalmente Amazonas e Pará.

A continuação é feita uma pequena descrição das principais rodovias da Região Norte:

BR 319: a rodovia conecta as cidades de Manaus e Porto Velho. Neste trecho, apresenta forma diagonal.

BR 174: a rodovia vertical conecta as cidades de Manaus e Boa Vista. A rodovia é longitudinal, e conecta o estado de Roraima ao restante do **país**. Conta com pavimento irregular no trecho da fronteira com a Venezuela.

BR 401: interligada com a BR 174 no estado de Roraima. Conta com bom tráfego e conecta Boa Vista com a divisa do país e Guiana.

BR 364: conecta as cidades de Porto Velho-Vilhena atravessando parte do estado de Rondônia. A rodovia é de maior importância para as regiões Norte e Centro-oeste. Liga as cidades de Porto Velho, Rio Branco e Cuiabá. De Porto Velho, a rodovia é estendida sentido sudeste até a divisa com o Mato Grosso.

BR 230: ou chamada rodovia transamazônica, é uma rodovia extensa. A rodovia atravessa vários estados incluindo Amazonas, Pará, Tocantins na Região Norte.

BR 153: Possui trechos descontínuos, liga a cachoeira porteira ao extremo norte do país (divisa).

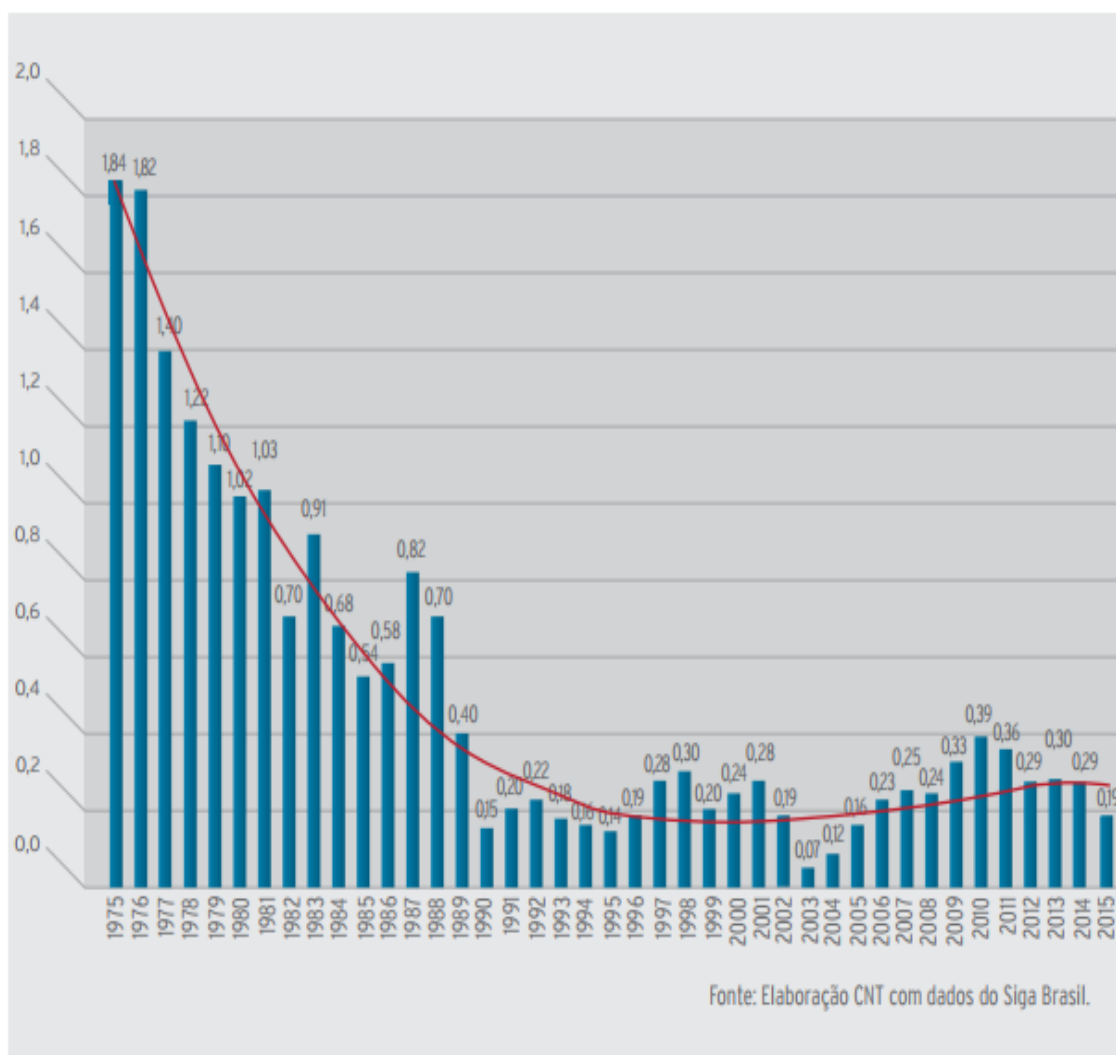
BR 163: a rodovia longitudinal encontrasse no estado do Pará. Contém alguns atoleiros nos trechos. Perto do Rio Tapajós apresenta pavimento terroso, mais com bom estado para o tráfego.

BR 156: encontrasse no estado de Macapá, conecta esse estado com o Pará.

BR 429: a rodovia conecta as cidades de Costa Marques e São Miguel do Guaporé, é São Miguel do Guaporé com a cidade de Presidente Médici no estado de Rondônia. (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, 2013).

De acordo com as bases de informações da CNT (2016), a Região Norte e Nordeste, tem menor desenvolvimento de infraestrutura rodoviária, em comparação com as demais regiões do país, devido a diferentes fatores como características próprias da região, ocupação do território e histórico de investimentos no desenvolvimento regional. A baixa qualidade das rodovias incide no elevado custo do transporte e reduz o desempenho dos veículos e serviços prestados. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE, 2016).

Segue a figura 11, que representa o panorama anual de investimento em infraestrutura de transporte com relação ao PIB no Brasil de 1975 até 2015.



**Figura 11.** Investimento/PIB do governo federal em infraestrutura de transporte de 1975 a 2015.

Fonte: (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE, 2015).

Pode-se observar na figura 11 o baixo investimento em infraestrutura de transporte onde a cúspide de investimento em infraestrutura de transporte se encontra nos anos 70, depois disso essa porcentagem de investimento começa a cair.. De acordo as investigações, a crise que atingiu o país no ano 2014, afetou o orçamento do governo no ano de 2015 gerando menores investimentos. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE, 2015).

No ano 2016, das rodovias pesquisadas pela Confederação Nacional de Transporte, se pode argumentar que as que se encontram em melhor estado são as de o sudeste do país ressaltando os estados de São Paulo e Rio de Janeiro. No anexo H, pode-se observar o valor em



porcentagens do estado geral e da pavimentação das rodovias da Região Norte. Para os sete estados que formam a Região, a infraestrutura rodoviária ainda precisa de maiores investimentos. O estado que se destaca com as rodovias em bom estado é Rondônia de acordo ao informe da CNT, com 44,8% nesta condição, seguem Pará com 31,5% Roraima com 22,1%, Tocantins com 20,2 %. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE, 2016). A infraestrutura logística é um desafio para o setor transporte, a etapa de distribuição envolve mais que o carregamento e descarregamento de mercadorias. O custos logísticos são bastante significativos, devido a ineficiência da infraestrutura logística. De acordo a Castro (1993), a participação rodoviária é do valor de 70% no comércio internacional, enquanto as porcentagens para a o modal hidroviário e ferroviário correspondem a 27% e 3% respectivamente, o que denota a importância de melhorar e infraestrutura das rodovias brasileiras. Segundo o instituto ILOS, para o ano 2008, o modal rodoviário segue sendo a cúspide do setor de transporte sendo responsável por quase 63% e 770 bilhões de toneladas de produto transportado por quilometro útil (MORAIS, 2016). Na procura de melhoramento dos problemas logísticos que afronta Brasil, tem que ser afrontados o pouco investimento na infraestrutura de transportes, o elevado custo operacional, e as diferenças nas legislações estaduais (DEIMLING, 2016).

## **2.4 Usina Termelétrica**

O termo usina termelétrica se considera como o conjunto de obras ou equipamentos para gerar eletricidade por meio de um processo que contem basicamente três etapas. Para as usinas térmicas convencionais, a primeira etapa consiste na queima de um combustível fóssil, por exemplo, carvão, óleo ou gás, neste processo, a água é transformada em vapor pelo calor gerado na caldeira. Na segunda etapa é utilizado o vapor em alta pressão para girar a turbina, que por sua vez, aciona o gerador elétrico. Na última etapa o vapor passa pelo processo de condensação transferindo o resíduo de sua energia térmica para um circuito independente de refrigeração onde a água é retornada à caldeira, completando o ciclo. (FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A, 2015).

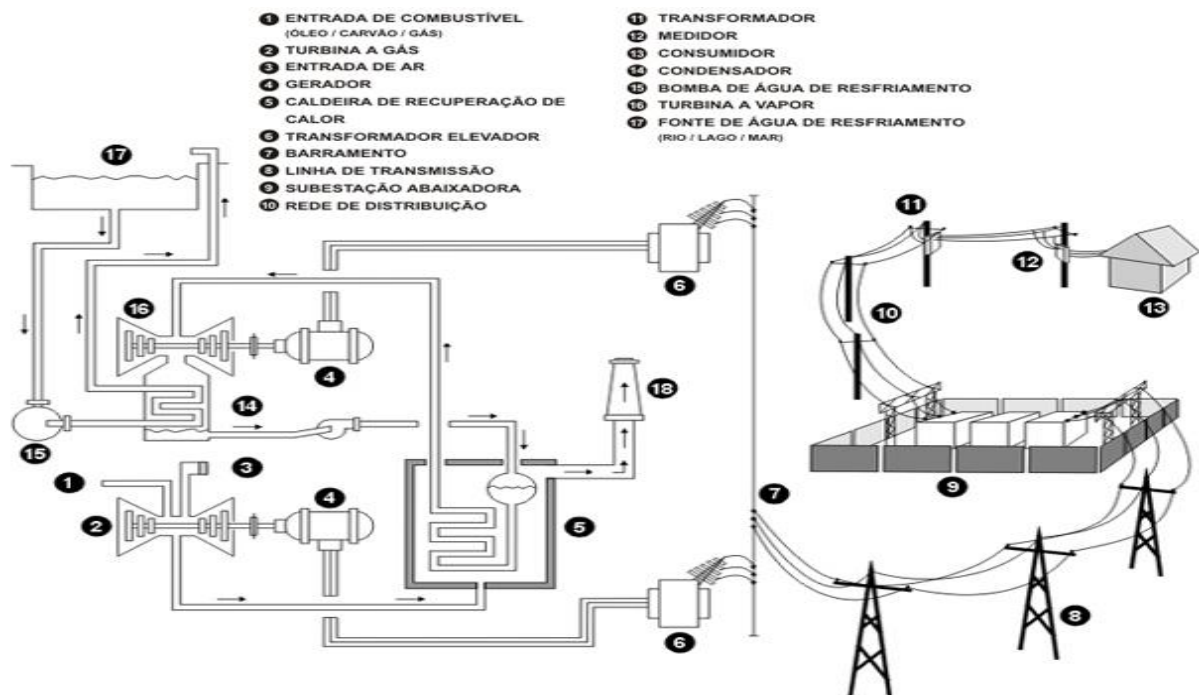
O funcionamento das usinas termelétricas é o seguinte: primeiro a potência mecânica do sistema é obtida pela passagem do vapor através da turbina, fazendo que gire; o gerador também gira porque está acoplado mecanicamente na turbina onde ocorre uma transformação da potência mecânica em potência elétrica. A energia gerada é transportada por meio de cabos ou

as também chamadas barras condutoras, logo pelos terminais do gerador até o transformador elevador, onde tem sua tensão elevada para adequada condução, através das linhas de transmissão, até os centros de consumo. Daí, através de transformadores abaixadores, a energia tem sua tensão levada a níveis adequados para utilização pelos consumidores (FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A, 2015).

### 2.4.1 Usina termelétrica- ciclo combinado

Definida como o conjunto de obras ou equipamentos cuja finalidade é gerar eletricidade por médio de um processo que combina a operação de uma turbina á gás, movida pela queima de gás natural ou óleo diesel, diretamente acoplada a um gerador. Os gases de escape da turbina á gás devido pela temperatura, promovem a transformação de água em vapor para acionar uma turbina a vapor, nas mesmas condições que foram descritas no processo de operação de uma termelétrica convencional (FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A, 2015).

Na figura 12, se mostra o modelo de usina termelétrica ciclo combinado e componentes:



**Figura 12.** Usina termelétrica de ciclo combinado

Fonte: (FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A, 2015).

### **2.4.2 Surgimento das usinas termelétricas a óleo diesel no Brasil**

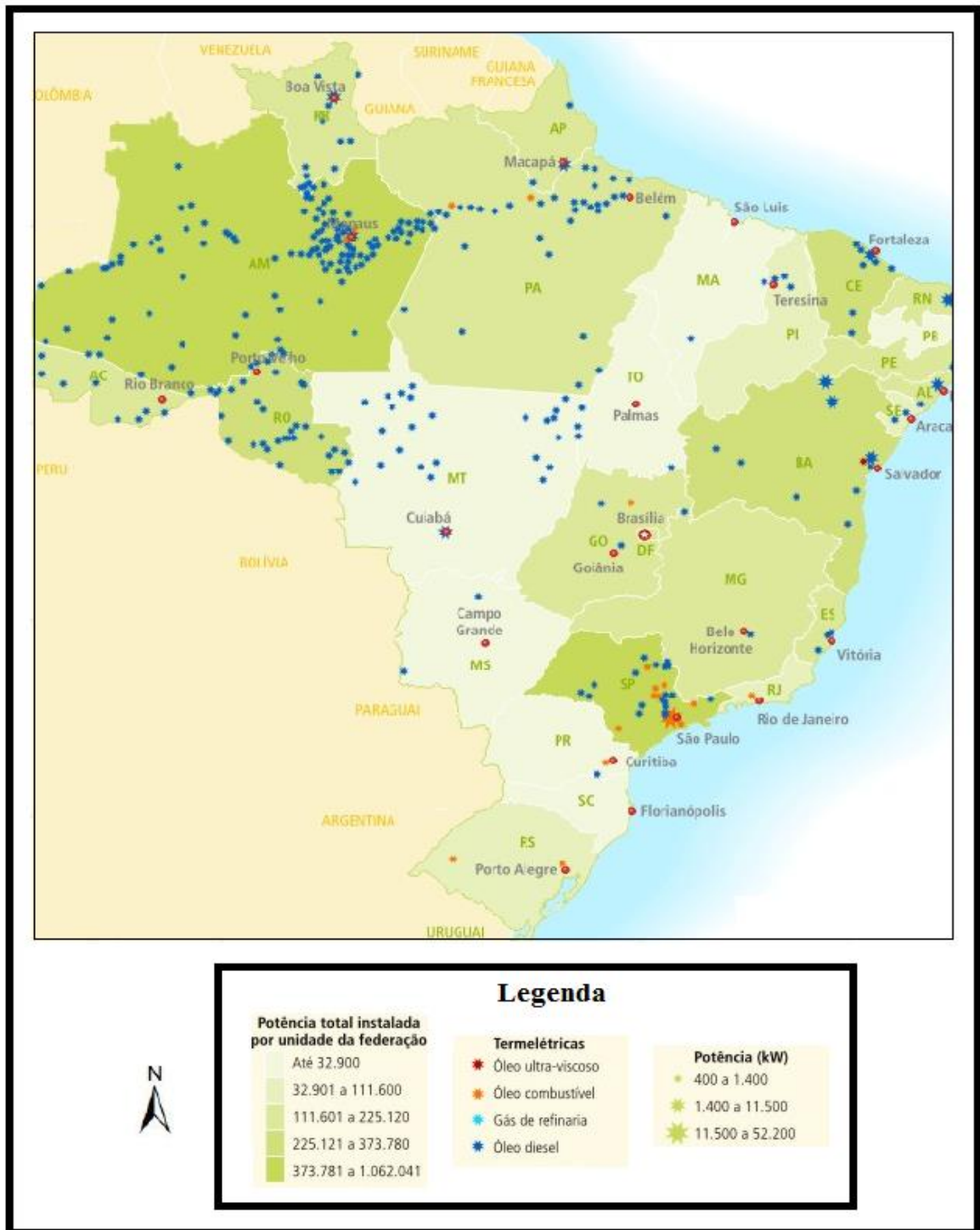
A produção de energia no Brasil na sua maioria é feita pelas hidrelétricas de acordo com sua matriz energética atual. No ano 2001 pela falta de chuvas e baixos investimentos no setor elétrico do Brasil ocorreu um “apagão elétrico” levando a elaboração de um plano decenal de ampliação da capacidade de energia elétrica onde foi inclusa a construção por emergência de usinas termelétricas. A maior produção de termelétricas foi no início do ano de 2008 autorizada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) por falta de chuvas. Em 2014 eram 1871 termelétricas instaladas no território brasileiro, de acordo com as informações obtidas pela ANEEL. As usinas termelétricas foram classificadas em dois tipos: as usinas geradoras a óleo diesel localizadas na Região Norte e as integradas no Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), acionadas de emergência quando existe um déficit nas usinas hidrelétricas. Quando ocorre a emergência, as usinas consomem um volume significativo de combustível diesel que impacta todo o mercado Nacional (LUZ, 2015).

No Brasil, a energia termelétrica é utilizada estrategicamente. Em comparação com as usinas hidrelétricas sempre as usinas termelétricas são mais rápidas de construir devido às características técnicas e econômicas no valor da implantação (LIMA, 2013).

Na figura 13, se relaciona a distribuição geográfica para o ano 2003, das termelétricas instaladas no Brasil e potência instalada de acordo ao estado de implantação. Também se pode diferenciar das termoelétricas quais funcionam com óleo ou gás.

Os desenvolvimentos de projetos de operação das usinas termelétricas são autorizados e fiscalizados pela ANEEL. O critério, para ativação de uma termelétrica consiste em selecionar a que gere o melhor custo benefício.

As usinas termelétricas geralmente complementam as hidrelétricas, já que ao diminuir o nível dos reservatórios das hidrelétricas, as termelétricas devem ser ligadas, (ROSA, 2007a).



**Figura 13.** Termelétricas em operação no Brasil

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016c)

Na figura 13 encontram-se as termelétricas instaladas no país, capacidade de geração por estado e tipo de combustível utilizado. Note-se a predominância de usinas na Região Norte, comparado com as demais regiões do país. As usinas termelétricas a óleo diesel estão representadas com o símbolo de cor azul.

Os geradores térmicos a diesel podem ser instalados de forma rápida e seu custo de instalação é pequeno comparado com a geração da biomassa. Os tempos entre aquisição e operação variam de 4 a 8 meses, dependendo da potência necessária na instalação. A manutenção dos geradores térmicos a diesel é dominada já que existe no Brasil a disponibilidade de peças de reposição e pessoal qualificado para executar os serviços requeridos. Os custos do combustível fóssil e os empregos gerados pelos sistemas termelétricos que requerem pessoal qualificado e que se encontra fora da localidade, gerando muitas tensões económicas. Para o suprimento do combustível diesel nas comunidades isoladas, este é transportado por rios e estradas. Outros aspetos para levar em conta são os custos de meio ambiente, que igualam ou superam os custos de instalação e flexibilidade, tendo em vista os acidentes com vazamento de combustível e a contaminação de rios e florestas da região. (FAGUNDES BARRETO, 2008).

### 2.4.3 Termelétricas a óleo diesel localizadas no norte do Brasil por estado

A seguir, são apresentados dados quantitativos do Banco de Informações da ANEEL, atualizados ao 1 de Julho de 2016. A quantidade de termelétricas a óleo diesel, registradas no Brasil, foi de 2135 unidades nessa data.

A potência de geração outorgada no país registrou 4.614.694 kW. O valor é variável, considerando os novos empreendimentos, os que ficam em construção, e projetos termelétricos que são desativadas temporal ou definitivamente pelas empresas donas do mercado de energia termelétrica.

No caso da região Norte de Brasil, a quantidade de termelétricas registradas pela ANEEL ao 1 de julho de 2016, foi de 405 unidades, cuja soma total de potência de geração soma 1.767.304 kW. As tabelas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 apresentam as potências geradas em kW para os sete estados da Região Norte de Brasil no mediados do ano 2016:

**Tabela 4.** Termelétricas a óleo diesel no estado de Acre

<b>Municípios de Acre</b>	<b>No. de Termelétricas</b>	<b>Potência (kW)</b>
Assis Brasil	1	1.999,20

Cruzeiro do Sul	4	25.090,40
Feijó	2	9.149,20
Jordão	2	1.156,80
Manoel Urbano	1	1.689,60
Marechal Thaumaturgo	1	1.579,40
Porto Walter	1	1.081,00
Rio Branco	17	146.799,50
Santa Rosa do Purus	1	905,60
Tarauacá	1	4.748,00
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>194.198,70</b>

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a)

Na tabela 4 temos um total de 31 termelétricas no estado de Acre. Destaca-se o município de Rio Branco com a maior quantidade de termelétricas em operação e 194.198,70 kW de energia elétrica.

**Tabela 5.** Termelétricas a óleo diesel no estado de Amapá

<b>Municípios de Amapá</b>	<b>No. de Termelétricas</b>	<b>Potência (kW)</b>
Calçoene	2	2.016,00
Laranjal do Jari	1	8.675,00
Macapá	2	5.128,00
Oiapoque	3	21.208,00
Santana	1	178.100,00
Serra do Navio -	1	21.600,00
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>236.727,00</b>

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a)

Na tabela 5 pode-se observar que é menor a quantidade de termelétricas existentes neste estado. Da região Norte, Amapá tem a menor quantidade de termelétricas, em comparação com os outros seis estados, tendo em conta a interligação do Município de Amapá ao SIN no ano 2015.

O maior número de Termelétricas que contem Amapá por município e só três no município de Oiapoque. Todas as termelétricas do estado somam um total de 10kW com capacidade de geração de 236.727 kW.

**Tabela 6.** Termelétricas a óleo diesel no estado de Amazonas

<b>Municípios de Amazonas</b>	<b>No. de Termelétricas</b>	<b>Potência (kW)</b>
Alvarães	1	3.180,00
Amaturá	1	1.920,00
Anamã	1	85,00
Apuí	2	5.100,00
Atalaia do Norte	3	2.530,00
Autazes	3	9.540,00
Barcelos	5	3.090,00
Barreirinha	4	4.344,00
Benjamin Constant	2	5.755,20
Beruri	4	4.774,80
Boa Vista do Ramos	1	2.062,00
Boca do Acre	1	11.300,00
Borba	2	6.845,00
Caapiranga	1	324,00
Canutama	2	3.730,00
Carauari	2	5.496,00
Careiro	1	6.000,00
Careiro - Iranduba	1	50,00
Careiro da Várzea	1	2.500,00
Coari	1	22.260,00
Codajás	1	100,00
Eirunepé	3	6.874,00
Envira	1	3.380,00
Fonte Boa	1	3.550,00
Guajará	1	580,00
Humaitá	1	12.930,00

Iauretê	1	1.110,00
Ipixuna	1	2.680,00
Iranduba	1	50.000,00
Itacoatiara	4	32.482,00
Itamarati	1	1.760,00
Itapiranga	1	4.100,00
Japurá	3	2.518,00
Juruá	2	2.173,00
Jutaí	1	4.540,00
Lábrea	1	6.300,00
Manacapuru	6	26.842,40
Manaquiri	1	3.080,00
Manaus	16	336.630,00
Manicoré	4	10.953,00
Maraã	1	1.968,00
Maués	1	11.670,00
Nhamundá	1	2.800,00
Nova Olinda do Norte	1	4.910,00
Novo Airão	2	4.098,00
Novo Aripuanã	1	4.670,00
Parintins	5	28.251,00
Pauini	1	4.280,00
Rio Preto da Eva	1	3.200,00
Santa Isabel do Rio Negro	1	2.840,00
Santo Antônio do Içá	4	3.765,60
São Gabriel da Cachoeira	4	6.998,00
São Paulo de Olivença	2	3.890,00
São Sebastião do Uatumã	2	3.020,00
Silves	1	2.622,00
Tabatinga	4	22.266,00
Tapauá	1	3.780,00
Tefé	5	18.473,00



Tonantins	1	2.070,00
Uarini	1	3.100,00
Urucará	1	3.750,00
Urucurituba	3	3.609,00
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>759.499,00</b>

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a)

De acordo com a tabela 6, o estado com maior potência de geração no Norte de Brasil, é Amazonas, cuja potência é de 759.499 kW, através de 134 termelétricas. A maior quantidade de termelétricas encontra-se no município de Manaus com 16 unidades.

**Tabela 7.** Termelétricas a óleo diesel no estado do Pará

<b>Municípios de Pará</b>	<b>No. de Termelétricas</b>	<b>Potência (kW)</b>
Afuá	1	2.872,80
Alenquer	1	7.972,00
Almeirim	4	16.592,00
Altamira	1	80,00
Anajás	1	1.112,00
Ananindeua	6	8.218,15
Aveiro	1	624,00
Bagre	1	1.222,00
Bannach	1	720,00
Barcarena	1	4.960,00
Belém	16	21.817,92
Benevides	1	128,00
Breves	1	8.700,80
Cachoeira do Arari	1	1.728,00
Castanhal	1	2.392,00
Chaves	1	584,00
Conceição do Araguaia	1	528,00
Currálinho	1	2.601,60
Faro	1	2.565,60

Gurupá	1	2.584,80
Itaituba	1	4.920,00
Jacareacanga	2	2.029,00
Juruti	3	17.147,20
Marabá	2	1.480,00
Melgaço	1	720,00
Monte Alegre	1	66.66,00
Muaná	1	3.408,00
Novo Progresso	1	9.125,00
Óbidos	2	652,00
Oeiras do Pará	1	2.168,00
Oriximiná	1	40,00
Parauapebas	1	2.032,00
Ponta de Pedras	1	2.659,20
Portel	1	4.188,00
Porto de Moz	1	2.566,00
Prainha	1	2.608,80
Salinópolis	1	667,50
Salvaterra	1	6.470,40
Santa Cruz do Arari	1	720,00
Santa Maria das Barreiras	1	1.112,00
Santana do Araguaia	3	8.504,80
Santarém	3	23.078,18
São Félix do Xingu	1	408,00
São Sebastião da Boa Vista		
Vista	1	2.912,00
Soure	1	6.508,00
Terra Santa	1	3.648,80
Trairão	1	800,00
Tucumã	1	2.480,00
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>207.722,55</b>

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a)

Pará é o segundo estado do norte de Brasil, com maiores quantidades de termelétricas instaladas depois do estado de Amazonas. O estado dispõe de 80 usinas termelétricas e uma potência de geração de energia de 207.722 kW.

**Tabela 8.** Termelétricas a óleo diesel no estado de Rondônia

<b>Municípios de Rondônia</b>	<b>No. de Termelétricas</b>	<b>Potência (kW)</b>
Alta Floresta d'Oeste	1	537,00
Alvorada d'Oeste	1	6.311,00
Buritis	1	18.894,00
Campo Novo	1	3.362,96
Candeias do Jamari	1	8.600,00
Chupinguaia	3	8.314,00
Colorado do Oeste	1	10.946,00
Costa Marques	1	4.986,00
Cujubim	1	6.682,00
Espigão d'Oeste	1	2.384,00
Guajará-Mirim	3	954,00
Jamari	1	4.340,00
Ji-Paraná	1	1.000,00
Machadinho d'Oeste	2	13.424,00
Pimenta Bueno	1	13.000,00
Porto Velho	21	82.144,92
Rolim de Moura	1	1.120,00
São Francisco do Guaporé	3	8.828,00
Vale do Anari	1	4.384,00
Vilhena	2	24.278,00
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>224.489,88</b>

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a)

De acordo com a tabela 8, Rondônia contém 48 termelétricas instaladas, a maioria delas localizadas em Porto Velho (capital), município que apresenta a maior quantidade de termelétricas em comparação com os demais municípios, com um total de 21 unidades e potência registrada de 224.489 kW.

**Tabela 9.** Termelétricas a óleo diesel no estado de Roraima

<b>Municípios de Roraima</b>	<b>No. de Termelétricas</b>	<b>Potência (kW)</b>
Alto Alegre	2	580,00
Amajari	7	3.506,00
Boa Vista	10	110.469,20
Bonfim	7	536,80
Cantá	6	1.084,00
Caracaráí	10	6.800,00
Iracema	1	360,00
Mucajaí	1	10,00
Normandia	12	1.660,80
Pacaraima	5	3.111,60
Rorainópolis	11	3.877,40
São João da Baliza	1	1.000,00
Uiramutã	5	1.162,00
<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>134157,80</b>

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a)

O estado de Roraima contém 134.157 kW de Geração de energia termelétrica. Neste estado, o município com maior quantidade de termelétricas instaladas é Normandia com 12, mais Boa Vista é o município com maior potência de geração com 110.469kW.

**Tabela 10.** Termelétricas a óleo diesel no estado de Tocantins

<b>Municípios de Tocantins</b>	<b>No. de Termoelétricas</b>	<b>Potência (kW)</b>
Araguaína	8	3.956,00

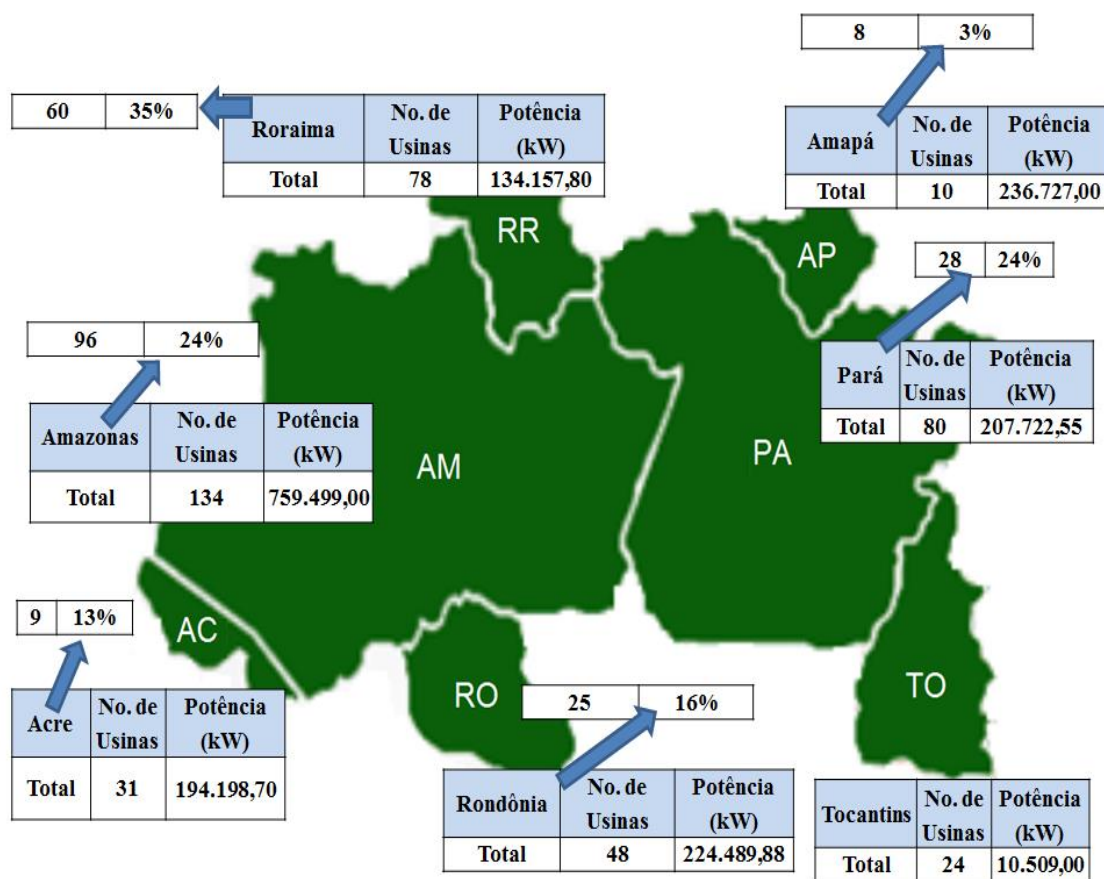
Guaraí	1	400,00
Monte Santo do Tocantins	1	368,00
Nova Olinda	1	347,00
Palmas	10	4.974,00
Paraíso do Tocantins	1	184,00
Tocantinópolis	2	280,00
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>10509</b>

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a)

O estado de Tocantins contém 24 termelétricas, com capacidade de geração de 10509 kW na sua maioria no município de Palmas, e maior capacidade de geração de energia no município de Araguaína com 3956 kW.

Em geral, na Região Norte do país foram registrados 405 empreendimentos térmicos à óleo diesel. Desses 405, 267 tiveram uma potência abaixo de 1000 kW. As termelétricas com menor valor de geração de energia registrado pela ANEEL foram em Santarém-Pará e Bomfim-Roraima com 0,18 kW e 4,8 kW de potência, enquanto as usinas de maior quantidade de geração de energia termelétrica, elas encontram-se em Santana- Amapá com 178.100 kW de potência e em Manaus-Amazonas com 120.000 kW.

Segue a figura 14, referente aos estados que compõem a Região Norte de Brasil, e a potência total de geração por estado através de termelétricas.



**Figura 14.** Potência em kW de energia elétrica nos estados da Região Norte através de termelétricas e porcentagem destinada para sistemas isolados.

Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016a), (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2015a).

Nesta figura, se pode ver que de acordo com a capacidade de Potência, o estado que tem maior dependência das termelétricas corresponde ao Amazonas, seguido do Amapá, Rondônia, Pará, Acre, Roraima, e Tocantins respectivamente. Relacionando esses valores de Potência com a demandada pelos sistemas isolados do SIN (os atendidos através de termelétricas a óleo diesel), a dependência das usinas, toma o primeiro lugar para o estado de Roraima com o valor de 35%, seguem Amazonas, Pará, Rondônia, Acre e Amapá. Tocantins não utiliza termelétricas para geração de energia nas áreas isoladas do sistema elétrico, pelo tanto, não existe uma porcentagem na figura 14 para este estado.

Com referência na quantidade de termoelétricas construídas na Região Norte, o estado onde se determino maior utilização desta tecnologia, foi Amazonas, seguem Pará, Roraima, Rondônia, Acre, Tocantins e Amapá respectivamente. A maior quantidade de usinas utilizadas

para as áreas isoladas do SIN corresponde ao estado de Amazonas, seguem Roraima, Pará, Rondônia, Acre, Amapá.

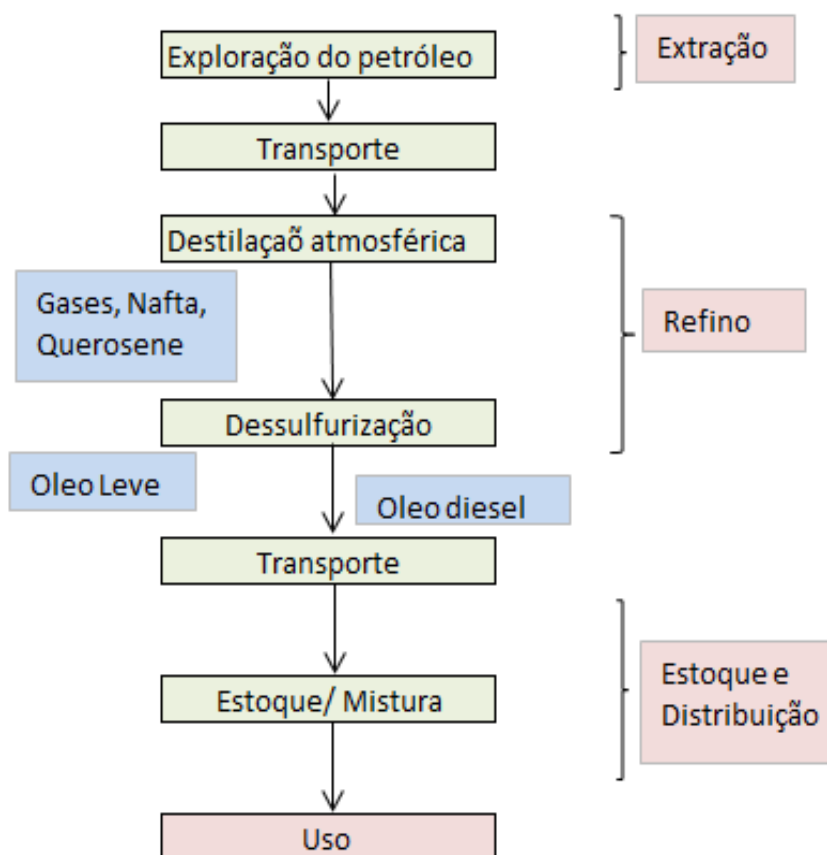
## 2.5 Óleo diesel

O óleo diesel é um subproduto do petróleo obtido pelo processo de refinamento é formulado mediante misturas de diversos derivados como querosene, gasóleos, nafta pesada, diesel leve, diesel pesado e outros. Também conhecido como gasóleo está constituído por hidrocarbonetos, compostos de átomos de carbono, hidrogênio e enxofre, nitrogênio e oxigênio e cujas características dependem da aplicação do tipo de óleo diesel. Sua fórmula é representada como:  $C_{16}H_{34}$ . O óleo diesel tem como características principais ser um produto inflamável, tóxico, volátil e límpido. Entre suas aplicações temos que, é utilizado em motores de combustão interna e ignição por compressão (motores do ciclo diesel) para automóveis, furgões, ônibus, caminhões, pequenas embarcações marítimas, máquinas de grande porte, locomotivas, navios e aplicações estacionárias (geradores elétricos, por exemplo) (PETROBRAS BR, 2015).

O óleo diesel é mais pesado que a gasolina. Na composição da sua cadeia carbônica contém desde 6 até 30 átomos. (ANENG, 2015).

O atual modelo energético brasileiro é apoiado entre outros pontos, no transporte de cargas em motores diesel, por via rodoviária, em detrimento do transporte ferroviário, fluvial ou cabotagem fazendo que o óleo diesel seja o derivado propulsor do refino no Brasil (PETROBRAS BR, 2015).

A continuação, e apresentado o modelo dos processos envolvidos na produção do diesel.



**Figura 15.** Modelo de produção para o óleo diesel

Fonte: (SALLABERRY, 2009)

Como se pode observar na figura 5, existem três etapas gerais para a obtenção de diesel: extração do petróleo, refino e, estoque e distribuição. Na etapa de destilação atmosférica, o petróleo é aquecido e fracionado em uma torre que possui pratos perfurados em várias alturas. Como a parte inferior da torre é mais quente, os hidrocarbonetos gasosos sobem e condensam-se ao passarem pelos pratos. A etapa seguinte da destilação atmosférica é a vácuo onde são extraídos, por ordem crescente de densidade gases, combustíveis, GLP, gasolina, nafta, solventes e querosenes. O óleo diesel é um óleo pesado chamado resíduo atmosférico que é extraído do fundo da torre. Esse resíduo é reaquecido e levado para outra torre, onde seu fracionamento ocorrerá a uma pressão abaixo da atmosfera. Nesta torre deve ser extraída mais uma parcela de óleo diesel e um produto chamado genericamente de gasóleo, que não constitui um produto pronto. Após a destilação, as frações que serão misturadas para o óleo diesel são dessulfurizadas. Esse processo é utilizado para retirar compostos de enxofre do óleo, tais como:



gás sulfídrico, mercaptanas, sulfetos e dissulfetos melhorando a qualidade desejada no produto final (SALLABERRY, 2009).

### **2.5.1 Classificação do diesel**

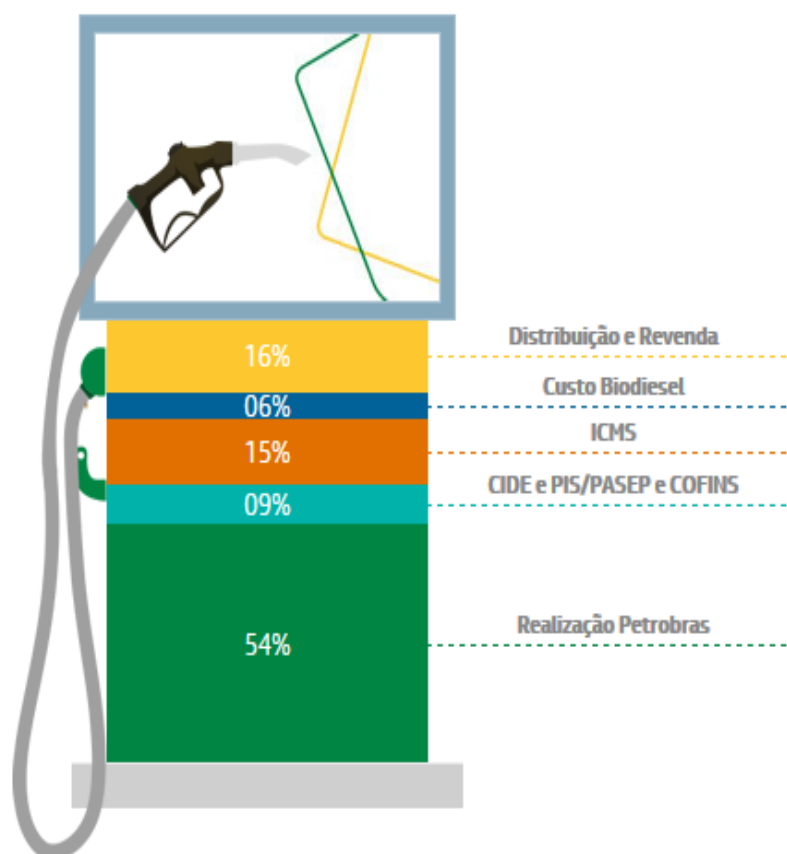
O derivado do petróleo mais utilizado no Brasil e o óleo diesel predominantemente no transporte. O Óleo Diesel é comercializado dependendo da sua aplicação. De acordo com as informações do Departamento Nacional de Combustíveis-DNC existem quatro tipos de óleo diesel classificados com as letras A B, C, D.

- O combustível tipo A é utilizado para motores de ciclo diesel e instalações de aquecimento de pequeno porte. Contem teor de enxofre no máximo 1,0%.
- O tipo B ou metropolitano tem igual aplicação do diesel tipo A, mais a quantidade máxima de enxofre é de 0,5%, sendo comercializada só para umas regiões do país.
- Os tipos C só contem máximo 0,3% de enxofre, disponível desde o 1 de outubro de 1996 pela empresa Petrobras.
- O tipo D é o óleo diesel para motores de embarcações marítimas. Além desses quatro tipos existe o óleo diesel aditivado, combinação dos combustíveis A, B, C que depois de sair da refinaria, recebe aditivação para que o produto tenha melhores características á futuro desempenho permitindo aumentar a vida útil dos motores diesel (ANENG, 2015).

### **2.5.2 Preços do óleo diesel**

A Agência Nacional de Petróleos permite o acompanhamento dos preços de óleo diesel através do “Levantamento de preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis”. Considerando que o mercado é livre, e o valor do preço do combustível também, é de interesse dos consumidores, verificar quais são os preços praticados pelos revendedores dos produtos (na cadeia de distribuição). Para informação do consumidor, a base de dados fornecida pela ANP, contribui ao obter mais transparência das práticas comerciais, porque no caso de detectar alguma infração de ordem econômica, comunica aos órgãos pertinentes como o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade) e à Secretaria de Direito Econômico para adotar as medidas adequadas. Os dados são apresentados em reais/litros para o óleo diesel e sempre estão atualizados. (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS, 2015).

A composição do preço de venda de óleo diesel até o consumidor final é composta pelos custos gerados nos processos de produção e distribuição, além dos impostos obrigatórios pagos. No caso da empresa Petrobrás BR, os custos estão representados através das porcentagens da figura 6 no início de setembro de 2016.



**Figura 16.** Composição de preços ao consumidor da empresa Petrobrás BR no início de setembro de 2016

Fonte: (PETROBRÁS BR, 2016b)

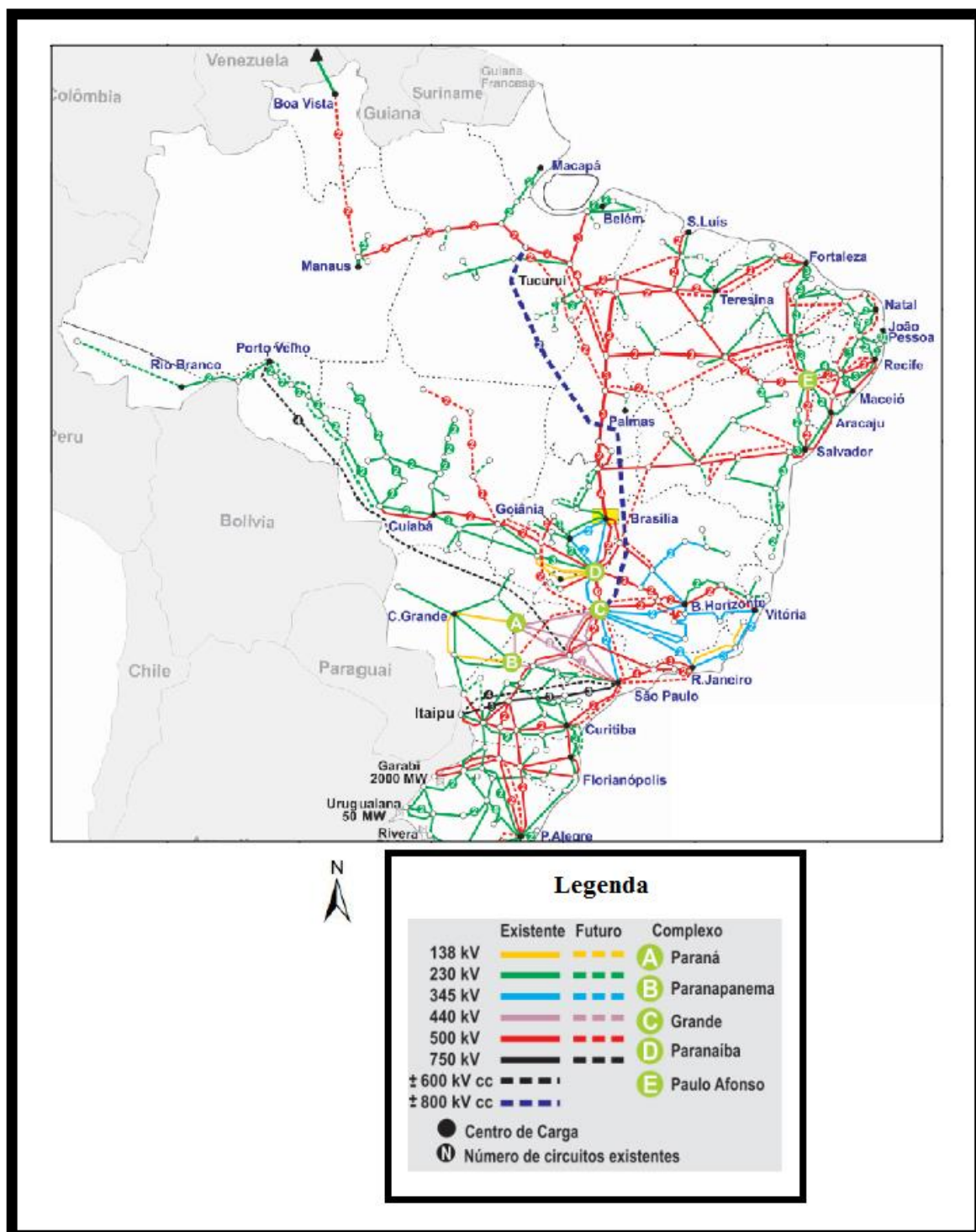
O valor mais representativo encontra-se no processo de produção (realização), outros custos são divididos nas porcentagens restantes. Obrigatoriamente na constituição do diesel existe mistura com uma pequena porcentagem de biodiesel. A partir do ano 2008, foi estabelecida a anterior regra pelo Conselho Nacional de Política Energética de Brasil. (PETROBRÁS BR, 2016b).

O 24% da figura 16 (Composição de preços ao consumidor), representa o pagamento obrigatório de impostos no setor de combustíveis, sendo os seguintes:

- Imposto sobre circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e de comunicação, (ICMS): A porcentagem da alíquota do ICMS é estabelecida pelos governos estaduais. Na operação de importação, o ICMS, é arrecadado de acordo ao valor do estado onde se encontra situado o estabelecimento importador (LIMA, 2009). Representa em outros países, o imposto de Valor Agregado (IVA). A base para calcular o ICMS, está no preço de venda das mercadorias. (ANP, 2002).
- Contribuição de intervenção no domínio económico, (CIDE): considerada como a contribuição que incide na importação e comércio do óleo diesel. (ANP, 2002).
- Contribuição para os programas de integração social (PIS) e de formação do patrimônio do servidor público (PASEP) e programa de formação de patrimônio do servidor público (COFINS): São contribuições para gerar benefícios ao trabalhador.

## **2.6 Sistemas Isolados**

As Comunidades Isoladas no setor elétrico brasileiro não estão interligadas eletricamente ao Sistema Interligado Nacional (SIN) ou principal sistema elétrico de um país vizinho. Estas comunidades podem ser atendidas ou não atendidas. Se a comunidade é atendida pertence a um sistema elétrico isolado, onde a energia gerada e consumida numa área delimitada não está conectada ao SIN. Quando não é atendida, a comunidade tem a problemática dos excluídos elétricos. Na figura 17 encontra-se a distribuição do sistema interligado nacional no território brasileiro.



**Figura 17.** Sistema de transmissão de energia elétrica no Brasil.

Fonte: (ONS, 2017).

As concessionárias da Região Norte, cujas áreas de concessão são recortadas pela malha hidrográfica e amazônica, propõem fazer primeiro o atendimento das comunidades próximas da via terrestre devido a desgastante trajetória fluvial de transporte do combustível utilizado



2009. Nele, se mostram as usinas térmicas isoladas do estado, representadas através da caixa vermelha.

No ano 2008, o 3,4 % da capacidade de produção da energia elétrica estava fora do SIN nos sistemas isolados. Na região do Norte de Brasil, os sistemas isolados representavam uma área de 45% do território brasileiro e uma população aproximada de 1,3 milhões de pessoas (BARRETO, 2008).

Conforme as informações de Eletrobrás (2015), Manaus (Amazonas) e Macapá (Amapá) foram interligadas no Sistema Interligado Nacional (SIN). Logo da interligação, a participação desses sistemas na carga do país ficou restrita aproximadamente ao 1%. Os estudos no desenvolvimento atual das áreas isoladas são resultado do comando da diretoria de Geração da Eletrobrás, empresa responsável da coordenação do Grupo técnico Operacional da Região Norte- GTON. O grupo executa o planejamento da operação dos sistemas isolados e conta com apoio de Centros de Pesquisas de Energia Elétrica (Eletrobrás Cepel) em projetos de desenvolvimento (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2015f).

No início de 2008, existiam 277 sistemas isolados na região Norte do país aprovados pela ANEEL, um total de 1267 unidades geradoras e 3068 MW de potência instalada. Os sistemas isolados mais importantes eram para as capitais de Manaus (Amazonas), Porto Velho (Rondônia), Macapá (Amapá), Rio Branco (Acre) e Boa Vista (Roraima). (BARRETO, 2008).

De acordo com as informações do Plano Anual de Operação dos sistemas isolados feito para o ano 2015, foi feita uma previsão de 234 sistemas isolados. É evidente a redução da quantidade dos sistemas isolados, isso, pela influência da interligação das capitais de Amazonas e Macapá ao Sistema Interligado Nacional (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2015d).

A seguir, será apresentada a tabela 11, com informações das empresas participantes do setor de combustíveis e os sistemas isolados referenciados no plano de operação, realizado no ano 2015:

**Tabela 11.** Número de sistemas isolados previstos para o ano 2015

<b>Empresa</b>	<b>Nº de sistemas no final 2015</b>
CEA	3
Eletrobras Amazonas Energia	99
CELPA	24
CEMAT	3
CERR	63
Eletrobras Distribuição Rondônia	25
Eletrobras Distribuição Acre	9
Eletrobras Distribuição Roraima	1
CELPE	1
AMAPARI	1
JARI CELULOSE	3
PETROBRAS ALCOA- BENEFICIAMENTO	1
PETROBRAS ALCOA-PORTO	1
<b>TOTAL</b>	<b>227</b>
Outras empresas (CELPE, AMAPARI, JERI CELULOSE, Petrobras Alcoa- Beneficiamento e Petrobras Alcoa-Porto).	7
<b>TOTAL</b>	<b>234</b>

Fonte: (ELETROBRÁS, 2015d)

Para as termelétricas, no ano 2015, o total de potência prevista foi 3.253.011 MWh, 21,3% menor que o previsto no documento da empresa Eletrobrás no ano 2014. O anterior ocorre, tendo em conta a interligação ao SIN da cidade de Macapá desde janeiro de 2015, de acordo com o item 6.1 do Sumário Executivo do Plano da Operação Energética 2014/2018 – PEN 2014 do ONS. A interligação do município de Macapá no SIN apresentou uma redução significativa na geração de energia elétrica no sistema de geração de energia termelétrica (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2015d).

A tabela 12, apresenta para o ano 2015 (Plano Anual de operação dos sistemas Isolados), os valores de geração térmica (MWh) e consumo ( $m^3$ ) no caso de óleo diesel, previstos das operadoras do setor de combustíveis nos sistemas isolados.

**Tabela 12.** Consumo de combustível previsto para geração térmica nas comunidades isoladas no ano 2015

<b>Empresa</b>	<b>Tipo de óleo</b>	<b>Geração Térmica (MWh)</b>	<b>Consumo de Combustível</b>
CEA (interior)	Diesel	120.738	31.787
CELPA	Diesel	415.200	117.313
CEMAT	Diesel	7.158	2.068
CERR	Diesel	26.920	8.382
Eletrabras Distribuição Rondônia	Diesel	306.001	82.294
Eletrabras Distribuição Acre	Diesel	218.852	56.888
Eletrabras Distribuição Roraima	Diesel	318.487	67.600
Eletrabras AmE (interior)	Diesel	1.509.297	399.454
Eletrabras AmE (interior)	Gás Natural	45.167	13
CELPE	Diesel	18.085	5.118
JARI CELULOSE	Diesel	19.289	5.488
JARI CELULOSE	Combustível	933	271
AMAPARI	Diesel	154.775	32.503
Petrobras/Alcoa Porto	Diesel	8.370	2.369
Petrobras/Alcoa Beneficiamento	Diesel	40.016	11.325
<b>TOTAL</b>	<b>DIESEL (m<sub>3</sub>)</b>	<b>3.209.288</b>	<b>822.589</b>
	<b>ÓLEO COMBUSTÍVEL (t)</b>		<b>271</b>
	<b>GN (MMm<sub>3</sub>)</b>		<b>13</b>

Fonte: (ELETROBRÁS, 2015d)

De acordo com a informação apresentada na tabela 12, o combustível com maior predominância no uso das usinas termelétricas e o óleo diesel, só duas empresas aproveitam óleo combustível e gás natural como alternativas de geração de energia.



### **2.6.1 Gestão e operação dos sistemas isolados no Brasil**

Os sistemas isolados utilizam majoritariamente termelétricas a motores de combustão interna para a geração de energia pela simplicidade da instalação, operação e familiaridade com a tecnologia. Estes sistemas gozam do benefício da CCC; a Eletrobrás e a empresa gestora da Conta de Consumo de Combustíveis e responsável pela aquisição e entrega do óleo diesel para as unidades geradoras (BARRETO, 2008).

A necessidade de subsídios viabiliza a permanência das comunidades isoladas na procura de melhores condições de sobrevivência. O fornecimento de eletricidade das localidades nas áreas isoladas é apoiado pela Conta de Consumo de Combustíveis. Esta conta obtém os recursos através dos pagamentos feitos por todos os consumidores do país. Os valores desta conta são anualmente revisados (FROTA, 2015).

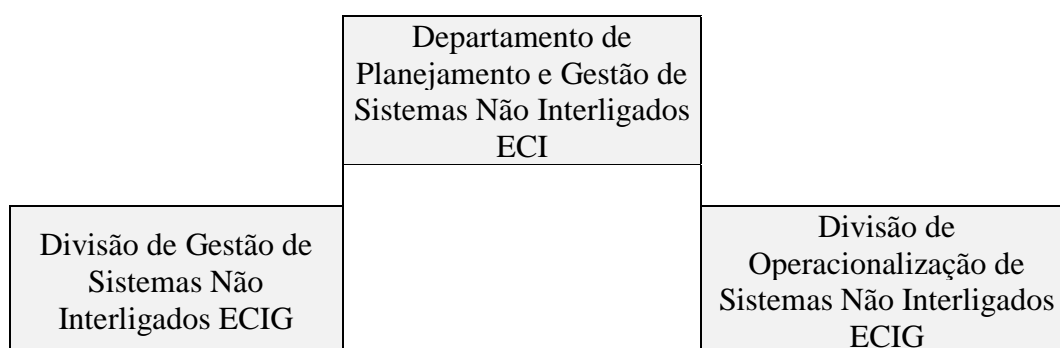
Eletrobras atua na gestão do fundo da Conta de Consumo de Combustíveis em nome do Ministério de Minas e Energia. A conta rateia os custos dos combustíveis na geração de energia elétrica para os sistemas interligados e desde 1992 foi estendida para os sistemas isolados. O fundo, criado através da Lei nº 5.899/1973, justifica que a energia térmica nos sistemas isolados apresenta custos maiores que a geração de energia hidrelétrica à causa dos combustíveis utilizados como óleo combustível, diesel, gás natural ou carvão mineral (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2015c).

Os valores da conta de consumo de combustíveis são fixados pela ANEEL. A conta é recolhida mensalmente pelas concessionárias através de Eletrobras, empresa gestora da conta. A conta de consumo de combustíveis reembolsa os investimentos que são feitos pelos agentes geradores (concessionarias) nos sistemas isolados (RODRIGUES; BONFIM, 2012).

A CCC, está inclusa no faturamento da conta de energia elétrica no item, “encargos setoriais, faturada para a população que consome energia elétrica do país. Para reduzir o faturamento de energia elétrica existem diferentes estratégias tentando o uso otimizado dos recursos, incentivando o uso consciente de energia e integrando a aplicação de conceitos de engenharia, economia e administração na área de geração de energia elétrica (BATISTA, 2012).

Nas informações da mesma ANEEL, a grande fornecedora dos Sistemas Isolados para atender as empresas geradoras é a empresa Petrobras S.A (BR), excetuando Jarí, que faz suas compras na Texaco. (BISSAGIO; CECCHI, 2006).

A lei 12.111/2009 é o resultado da conversão feita na Medida Provisória nº 466/2009, marco legal para a CCC, que introduziu a chamada cobertura do Custo Total de Geração (CTG), para efetuar o atendimento ao serviço público de energia nas áreas isoladas e os empreendimentos sub-rogados (que promovam a economicidade atual ou futura para o fundo). Logo a Lei nº 12.783/2013 fez ajustes para o CTG para que os recursos da cobertura destes subsídios passassem a ocorrer por meio do fundo setorial da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), e não mais por arrecadação direta de quotas (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2015c).



**Figura 19.** Organograma dos setores de planejamento dos sistemas isolados de Eletrobras

Fonte: (RODRIGUES; BONFIM, 2012)

Eletrobras constitui o conjunto de empresas responsáveis pelo atendimento dos Sistemas Isolados no Brasil. A mesma, criou um departamento de Planejamento e Gestão de Sistemas Isolados Não Interligados (ECI). O ECI tem duas divisões: a divisão de Gestão de Sistemas Não Interligados (ECIG), que realiza as atividades de operação dos sistemas isolados e a Divisão de Operacionalização de Sistemas Não Interligados (ECIS) que realiza as atividades de planejamento de Operação de Sistemas Isolados. Eletrobras efetua o controle e contabilização das perdas no transporte através da Divisão de Operacionalização dos sistemas isolados (ECIS) (RODRIGUES; BONFIM, 2012).

Como responsabilidades do ECI estão o desenvolvimento e cumprimento das disposições do Manual de Recebimento, manuseio e qualidade de produtos derivados de petróleo em usinas

térmicas desenvolvidos pelo Grupo técnico Operacional da Região Norte- GTON, fazer planos de contingência no processo de fornecimento de energia elétrica, o desenvolvimento de análises de viabilidade e, as comprovações físicas dos projetos de geração térmica (RODRIGUES; BONFIM, 2012), com recursos da Reserva Global de Reversão-RGR (fundo setorial utilizado para financiar o programa de universalização do acesso ao uso da energia “luz para todos” (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2015e).

A Diretoria da Eletrobras coordena o Grupo técnico Operacional da Região Norte- GTON e está composta por uma secretaria executiva (SGTON), têm uma Comissão Especial de Acompanhamento dos Sistemas Eletricamente Isolados (CESI), seis Comitês Técnicos: Planejamento (CTP), Operação (CTO), Distribuição (CTD), Mercado (CTM), Combustíveis (CTC) e Financeiros (CTF), todos coordenados pela Eletrobras (RODRIGUES; BONFIM, 2012). Destaca-se o apoio do CEPEL, para os Projetos de Pesquisa e Desenvolvidos concernentes, aos Sistemas Isolados. O GTON define, através do Plano e Programa Mensal de Operação (POM) a geração térmica e quantidades de óleo anuais nos sistemas isolados, além de ter o cálculo das quotas por mês da Conta de Consumo de Combustíveis reembolsadas (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2015b).

O GTON é responsável pelas inspeções técnicas periódicas das usinas termelétricas e acompanhamento do estoque do combustível destas usinas através da análise das informações apresentadas mensalmente pelas concessionárias e, as medições físicas de estoque realizadas nas inspeções técnicas. Devido as diferentes metodologias utilizadas para a geração de energia nas empresas operadoras dos sistemas isolados, foi feita a 29 reunião da GTON, onde técnicos da Eletrobrás (empresa coordenadora), Petrobrás, Eletronorte, Ceron, Manaus Energia, Ceam, Eletroacre, Guascor-PIE criaram o Manual de Recebimento, Armazenagem, Manuseio e Qualidade de produtos derivados de Petróleo em Usinas Térmicas (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2016) (ANDRADE; ROSA; DA SILVA, 2011).

## **2.7 Determinação de rotas otimizadas através de dados geoespaciais.**

Através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), se pode ter acesso aos arquivos vetoriais das características geográficas do Brasil e seus dados geoespaciais. Estes, servem como base para análises de dados que podem ser lidas em aplicativos GIS (Geographic

Information System) como QGIS, ArcGis, gvSIG, e outros (VASGEO, 2015) em arquivos shapefiles. Outra base de dados utilizada como fonte de informação geográfica é o Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL), que permite a versão georreferenciada de dados no setor elétrico fornecidos pela ANEEL.

Ao obter a informação das características geográficas para qualquer área determinada, é possível fazer a medição das distâncias e obter o percurso mínimo entre dois vértices para uma área específica. Utilizando análise de redes, pode-se calcular a distância mais curta entre dois lugares através da suas coordenadas geográficas. (SANTIAGO, 2015).

O aplicativo caminho mais curto, permite calcular o caminho mais curto numa camada poligonal. Geralmente esta ferramenta se encontra vinculada aos softwares de georreferenciamento permitindo uma melhor análise na área de transportes, engenharias, geoespaciais, e outros. Como exemplo, o software QGIS utiliza um painel onde é feita a configuração dos parâmetros para uma camada escolhida e suportada em qualquer formato shapefile. Pode-se calcular a distância mais curta, de várias maneiras.

## **2.8 Programação linear e o método Simplex**

Para alcançar os objetivos propostos, as empresas podem maximizar os resultados esperados de suas atividades operacionais e minimizar custos e perdas. Isso é realizado com ajuda do desenho de modelos lineares. Através de cálculos matemáticos, pode-se fazer uma análise das variáveis que afetam os processos, além de esclarecer a tomada de decisões eficientemente. (FROSSARD, 2009). A pesquisa operacional oferece a capacidade de estabelecer sistemas mais produtivos. Bueno (2007), afirma que através de uma modelagem de programação linear composta por variáveis de decisão, pode-se retratar um problema real. Isso procurando a boa execução de estratégias para aumento de eficiência das atividades. Para que um modelo matemático seja construído, são necessárias as variáveis de decisão e parâmetros (valores fixos no problema), restrições (limites) e função objetivo (FERREIRA, 2011). No modelo de programação lineal, são considerados certos fatores que podem ser sintetizados e delimitados quantitativamente, fazendo uma abstração da situação real. Os problemas de programação linear podem ser resolvidos através de ferramentas computacionais que resolvem

uma quantidade maior de variáveis como LINDO, Matlab, ou Microsoft Excel (PAULO; JUNIOR; FONTOURA; MORET; SOUZA, 2003).

Para resolver pesquisa operacional, um dos modelos desenvolvidos é a programação linear. A programação linear (PL) é considerada como uma das técnicas mais utilizadas para facilitar as decisões tomadas na área gerencial. Ao formular o modelo de programação linear, são utilizados algoritmos em sua solução, destacando-se o método simplex. O algoritmo Simplex consiste no método mais famoso para dar solução aos problemas de programação linear. O método foi desenvolvido por Dantzing no ano 1947 (DE SOUZA, 2016).

Os modelos de programação linear são formados por equações lineares, onde existe uma função objetivo, e são utilizadas inequações chamadas restrições, apresentadas da seguinte forma:

$$\text{Função Objetivo (Max ou Min):} \quad c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a certas restrições:} \quad a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1 \quad (2)$$

$$a_{k1}X_1 + a_{k2}X_2 + \dots + a_{kn}X_n \leq b_k \quad (3)$$

$$X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m \quad (4)$$

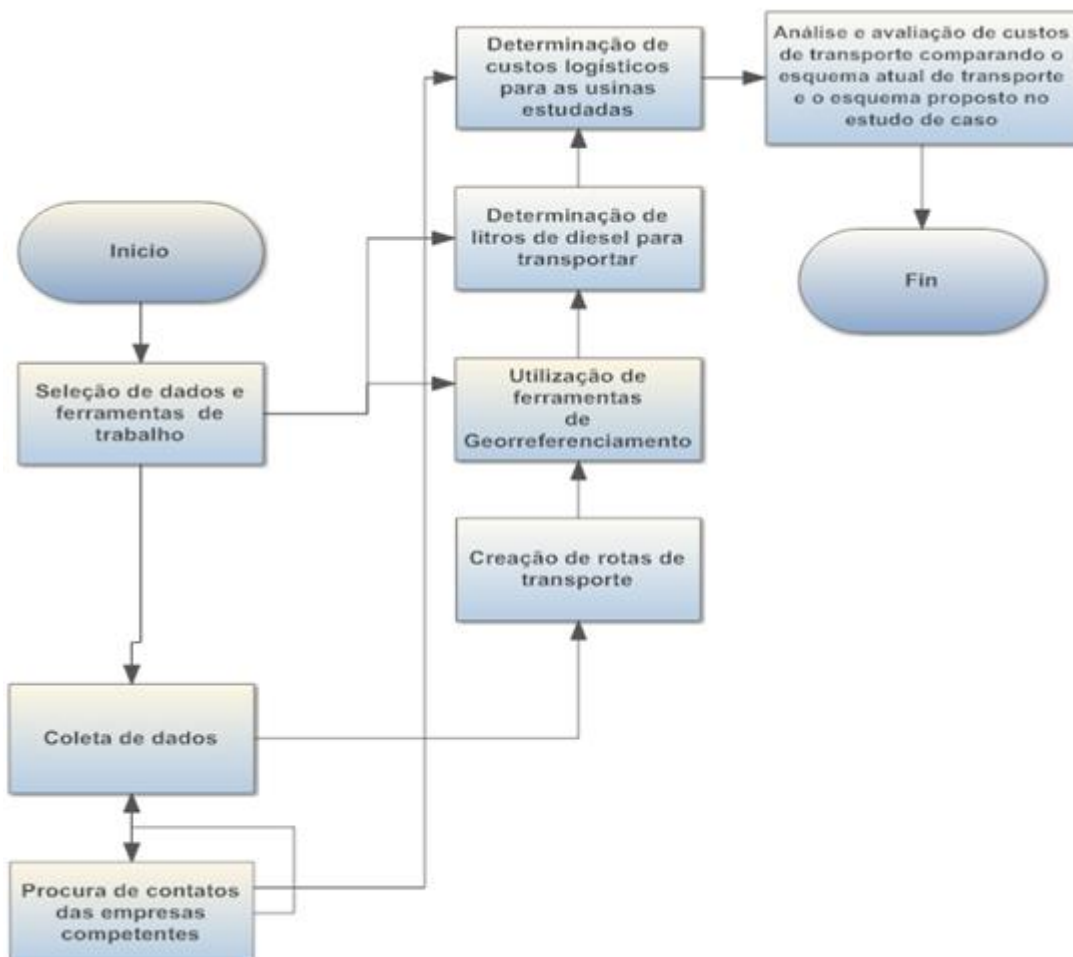
A função objetivo permite a medição da capacidade de um sistema para gerar lucro ou reduzir custos de um processo específico, enquanto as restrições são geradas para garantir que a solução esteja em conformidade com as especificações técnicas impostas no sistema estudado. (MILHOMEN; PORTO. Et al, 2015).

### 3. MODELAGEM DE CUSTOS DE TRANSPORTE DE ÓLEO DIESEL NAS TERMELÉTRICAS DE RONDÔNIA.

#### 3.1 Considerações iniciais

Neste capítulo, é feita uma breve descrição dos procedimentos utilizados para o desenvolvimento do trabalho que inclui a etapa de seleção dos dados e ferramentas de otimização utilizadas.

No seguinte diagrama de fluxo, é descrito resumidamente o procedimento utilizado e explicado no item 3.2, para o desenvolvimento da modelagem de custos de transporte.



**Figura 20.** Diagrama de fluxo da Metodologia de Trabalho

## 3.2 Procedimento metodológico adotado

Para o desenvolvimento da metodologia de trabalho, foi utilizado o seguinte procedimento:

- Seleção de dados e ferramentas de transporte. Além de ser escolhida a área piloto e as ferramentas de trabalho, são definidos os critérios utilizados no estudo do caso, por exemplo, a quantidade de usinas para estudar, definição da unidade funcional para os cálculos (km, MWh, L), método utilizado para obtenção de rotas (georreferenciamento), etc. Além, foi feita uma revisão da literatura de transporte de óleo diesel (região norte do Brasil). Feita, através da consulta de diferentes bases de dados, livros, periódicos e publicações técnicas para a análise das características e estado atual do transporte logístico do óleo diesel na Região Norte do Brasil.
- Identificação de rotas de transporte. É utilizada a base de dados da ANEEL, conhecida como SIGEL, para obter os dados da localização espacial das usinas termelétricas. A localização espacial das usinas é feita no Software QGIS através de arquivos KML, onde são guardadas as suas coordenadas geográficas (latitude e longitude). As distâncias entre as usinas e ponto de carregamento do combustível, são medidas em quilômetros, através das ferramentas “medições” e do complemento “Caminho mais curto”. Existe a opção de calcular a distância em quilômetros das rodovias, rios e outras variáveis quantificáveis com ajuda de ferramentas proporcionadas via virtual como complemento adicional.

No Software, são construídas várias camadas para localizar as rodovias e os rios em torno das usinas. O QGIS contém os chamados “Open layers plugin”. Através deles, são carregadas imagens raster de Google Maps, as quais são adequadas ao plano de trabalho do QGIS. (THIEDE, 2016). Finalmente, é aplicado o complemento “Caminho mais curto” na busca do caminho mais curto em trajetos com mais de duas possibilidades de mobilização. O complemento contém várias vantagens que permitem: o cálculo do comprimento de um caminho específico, a exportação de um caminho para uma camada vetorial, otimizar uma rota para uma camada, destaque de direções de estradas e outros. (SUTTON, 2016). A medição, foi feita na escala 1:640.000 para todas as usinas, procurando dados uniformes.

- Determinação de litros de diesel para transportar com base no preço de distribuição fornecido pela ANP de distribuição.
- Determinação de custos de transporte. Através da comparação do esquema atual de transporte e um esquema proposto que permita analisar e avaliar os custos de transporte das usinas consideradas no estudo do caso (rodoviárias). O propósito de criar uma função objetivo é também minimizar custos de transporte do diesel no estudo do caso de acordo com certas restrições de capacidade, para obter uma solução ótima.

As variáveis a utilizar na função objetivo, são apresentadas da seguinte forma:

$X_{ifc}$  = Número de litros para transportar desde o ponto  $i$  até o ponto  $f$  pelo caminho  $c$ .

$C_p$  = Custo por litro de produção do óleo diesel.

$C_s$  = Custo dos seguros da carga.

$D_{ifc}$  = Distância desde o ponto  $i$  até o ponto  $f$  pelo caminho  $c$  no modo rodoviário.

$C_{fifc}$  = Custo fixo por litro de óleo diesel desde o ponto  $i$  até o ponto  $f$  para o transporte rodoviário pelo caminho  $c$ .

$C_{vifc}$  = Custo variável por litro de óleo diesel desde o ponto  $i$  até o ponto  $f$  para o transporte rodoviário pelo caminho  $c$ .

Onde  $i$  e  $f$  = Distância percorrida desde um ponto inicial até um ponto final.

Onde  $c$  = alternativa de caminho a utilizar no trajeto.

$T_{ifc}$  = Variável de decisão utilizada na seleção da rota rodoviária desde o ponto  $i$  até o ponto  $f$  pelo caminho  $c$ .

$N_{if}$  = Número de transportes ao ano desde o ponto  $i$  até  $j$  pelo caminho  $c$

$C_s$  = Custo dos seguros da carga

As rotas analisadas no estudo do caso foram rodoviárias.



Para a determinação do custo mínimo, é apresentada a equação 5, que mostra as variáveis de custos de transporte descritas.

$$\sum X_{ifc} * C_p + \sum X_{ifc} * C_{fifc} * T_{ifc} + \sum N_{if} * D_{if} * C_{vifc} * T_{ifc} + \sum X_{ifc} * C_s * T_{ifc} \quad (5)$$

A função objetivo apresenta a soma de duas componentes:

1. Custo do produto: litros transportados e custo de distribuição
2. Custo de transporte rodoviário (fixo, variável, seguro da carga e salário).

O custo por litro transportado determinado para o óleo diesel, e definido pelos custos fixos e variáveis como se observa nas seguintes componentes:

Custo fixo:

$$Cf = \sum X_{ifc} * C_{fifc} * T_{ifc} \quad (6)$$

Custo variável:

$$Cv = \sum N_{ifc} * D_{ifc} * C_{vifc} * T_{ifc} \quad (7)$$

Custos de seguros da carga y salário:

$$Cscs = \sum X_{ifc} * C_s * T_{ifc} + \sum S_{ifc} * Ifc * T_{ifc} \quad (8)$$

- Análise de custos de transporte. É feita uma avaliação econômica do transporte do combustível diesel através dos resultados obtidos comparando os dois esquemas de transporte levantados no estudo de caso.

### 3.3 Considerações finais

A empresa Eletrobrás pede para as empresas subcontratadas de geração energética, custos de geração anual e mensal de energia elétrica para as áreas isoladas. Esta informação e descrita nos leilões de sistemas isolados e foi tomada como referência na construção da função objetivo apresentada na metodologia.

Para a obtenção do preço da energia gerada por usina, e aplicada a seguinte fórmula pelas empresas que competem pelo contrato de geração de energia nas áreas isoladas:

$$RV=PRF+E*[CVU + FC * (P_1+P_2+P_3)] \quad (9)$$

Onde:

$RV$ = Receita de venda da usina (R\$)

$PRF$ = Receita fixa da usina (R\$)

$E$ = Energia gerada (MWh)

$CVU$ =Custo variável unitário da usina (R\$/MWh)

$FC$ = Fator de conversão da usina utilizada (l/MWh)

$P_1$ =Preço médio do combustível (R\$/l)

$P_2$  = Parcela da logística de suprimento do combustível da usina (R\$/l)

$P_3$ = Parcela de tributos do combustível para a usina utilizada (R\$/l conforme o fator FC).

Para conhecer com detalhe os custos inclusos no preço de importação do diesel, foram procuradas as bases de ANP. O preço é obtido através das seguintes parcelas:

Parcela 1: compõe a constituição do preço do óleo diesel (sem incluir o biodiesel) para a empresa produtora ou importadora:

- A. Preço de elaboração do produto (diesel) pela empresa produtora
- B. Cide (imposto)
- C. PIS/PASEP e COFINS (impostos)
- D. Preço (fatura) sem ICMS (imposto) é, a soma de:

$$(A+ B+ C) \quad (10)$$

E. ICMS (imposto) para o produtor:

$$[ (D / (1 - ICMS\%)) - D] \quad (11)$$

F. Preço (fatura) com ICMS (imposto) (sem o ICMS da Substituição Tributária):

$$D + E \quad (12)$$

G. Cálculo do ICMS da Substituição Tributária (incluindo PMPF):

$$(PMPF \times ICMS\% / (1 - MIX - E (Pm)) \quad (13)$$

onde MIX: percentual (%) de mistura obrigatória de biodiesel (B100) ao diesel regulamentada pela lei nº 13.033, de 24/09/14 e o (Pm) e o Preço Médio ao Consumidor Final (PMPF) estabelecido por Ato Cotepe / PMPF (10)

2. Para o ICMS da Substituição Tributária (na ausência do PMPF):

$$(\% MVA \times ICMS\% \text{ onde MVA, e a Margem de Valor Agregado}) \quad (14)$$

H. Preço (fatura) para o produtor incluindo ICMS:

$$H = F + G \text{ (1) ou } G \text{ (2)} \quad (15)$$

Parcela 2: Compõe a constituição do preço do biodiesel (B100), misturado ao óleo diesel

I. Preço do biodiesel a ser adquirido, pela distribuidora, do produtor de óleo diesel

J. PIS/Pasep e COFINS (imposto)

K. Preço de faturamento do produtor de biodiesel sem ICMS:

$$K = I + J \quad (16)$$

Parcela 3: Compõe a constituição do preço do diesel incluindo biodiesel (mistura de diesel com biodiesel - B100)

L. Frete do óleo diesel até a base de distribuição

M. Frete do biodiesel até a base de distribuição

N. Custo de aquisição do diesel para a empresa distribuidora:

$$(H \times (A - (MIX))) + (K \times MIX) + L + M \quad (17)$$

O. Margem da distribuidora

P. Frete da base de distribuição até os postos de revenda ou comprador

Q. Preço (fatura) para empresas distribuidoras de óleo diesel

$$Q = N + O + P \quad (18)$$

(ANP, 2016d).

A fórmula proposta pela Eletrobrás inclui a obtenção do preço médio do combustível (R\$/l), tributos do combustível por usina (R\$/l) e custos da logística de suprimento deste combustível (R\$/l). Estas fórmulas foram tomadas como base para os cálculos feitos no esquema de transporte utilizado no desenvolvimento do trabalho.

## 4. DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O presente capítulo tem por objetivo mostrar os dados utilizados para a análise das variáveis de estudo. Na obtenção das distâncias foi necessário localizar as usinas através de coordenadas geográficas, como se indica no item 4.1.

### 4.1 Localização geográfica das usinas termelétricas e ponto de carregue do produto

A tabela 13 está conformada pelas coordenadas geográficas de cada usina de Rondônia. A informação coletada está representada em coordenadas GMS.

O software utilizado para determinar as distâncias das usinas (QGIS), não está configurado para este formato de coordenadas. Portanto, as coordenadas foram salvas em arquivos KML, que podem ser reconhecidos pelo Software que automaticamente lê à informação e localiza cada usina no seu plano de trabalho.

A base de dados utilizada foi o SIGEL (Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico) pertencente ao ANEEL.

**Tabela 13.** Coordenadas geográficas das Usinas termelétricas de Rondônia

N	Usina	Coordenadas Geográficas	
1	Alvorada de Oeste	11°20'40,000"S	62°16'56,000"W
2	Buritis	10°13'46"S	63°47'59"W
3	Calama	8°9'16,000"S	62°52'38,000"W
4	Campo Novo de Rondônia	10°34'55"S	63°37'22"W
5	Conceição da galera	8°13'10"S	63°10'57"W
6	Costa Marques	12°26'44,000"S	64°13'38,000"W
7	Cujubim	9°21'48"S	62°35'10"W
8	Demarcação	8°9'16,000"S	62°46'55,000"W
9	Izidolândia	12°37'5,000"S	62°13'22,000"W
10	Machadinho	9°25'45"S	62°0'30,000"W
11	Maici	8°1'22,000"S	62°46'22,000"W
12	Nazaré	8°9'16,000"S	63°19'5,000"W
13	Nova Califórnia	9°45'30,000"S	66°35'44,000"W
14	Pacarana	11°0'15"S	60°50'35"W
15	Pedras Negras	12°50'44,000"S	62°53'27,000"W
16	Rolim de Moura do Guaporé	13°4'22,000"S	62°16'38,000"W
17	Santa Catarina	8°13'5,000"S	63°9'50,000"W

18	São Carlos	8°23'25,000"S	63°29'45,000"W
19	São Francisco	12°3'16,000"S	62°33'50,000"W
20	Surpresa	11°53'3,000"S	65°1'6,000"W
21	União Bandeirantes	9°37'48000"S	64°32'2000"W
22	Urucumacua	12°13'38,000"S	60°41'27,000"W
23	Vale do Anari	9°51'30"S	62°10'28"W
24	Vila Extrema	9°46'22,000"S	66°21'0,000"W
25	Vista Alegre do Abunã	9°39'16,000"S	65°23'0,000"W

Fonte: (ANEEL, 2016b)

Os pontos geográficos que permitem a localização espacial da refinaria de Manaus e de Porto Velho (ponto de carregamento) são relacionados na tabela 14:

**Tabela 14.** Coordenadas geográficas Manaus-Porto Velho

N	Ponto Geográfico	Coordenadas Geográficas	
1	Manaus (REMAN)	3° 7'40.67"S	59°57'15.01"O
2	Porto Velho	8°44'35.93"S	63°54'56.71"W

Fonte: QGIS

Porto Velho, capital do estado de Rondônia foi escolhido como ponto de carregamento do caso estudo. No Amazonas, a Refinaria Isaac Sabbá (REMAN) produz, recebe e fornece derivados do petróleo para atender os mercados desse mesmo estado, além de Roraima, Rondônia, Acre e Pará, Mato Grosso e Amapá. Os poços de perfuração da Amazônia estão situados 600 km de Manaus nas bases de Urucú, cuja infraestrutura inclui aeroporto, portos, estradas, edificações desenvolvidas pela Petrobras (Petróleo Brasileiro S.A). A Petrobrás Distribuidora é responsável pelo 51,67% do consumo de derivados de petróleo da região Norte nos estados do Amazonas, Pará, Acre, Rondônia, Roraima e Amapá. O abastecimento até Rondônia é feito via Manaus, por balsas tanque, pela calha do rio Madeira até Porto Velho, numa viagem de sete dias. O rio Madeira não tem problemas de navegação (TARGON, 2016).

De acordo com as informações da Petrobrás, a Refinaria REMAN processa 7.300.000 l/dia de petróleo. Tomando como referência que do petróleo, geralmente o 40% é convertido em diesel, à quantidade de litros anuais produzidos pela refinaria seria de aproximadamente 1.051.200.000 l. Outras duas refinarias, que atendem os mercados do Norte de Brasil são a Refinaria Abreau Lima, localizada no estado de Pernambuco, região Nordeste do País, e a

Refinaria Presidente Fernandes em São Paulo. 70% do petróleo processado na refinaria Abreu Lima é convertido em diesel. De acordo com esta informação, ao ano seriam produzidos 9.180.000.001 l, enquanto a Refinaria Presidente Fernandes, se converte o 40% de seu petróleo em diesel, estaria produzindo 4.075.200.000 l ao ano (PETROBRAS BR, 2017).

## 4.2 Caminho mais curto utilizando o Software QGIS

Com ajuda do software, foram tomadas as distâncias desde Porto Velho até cada usina. Dependendo das características geográficas do estado, foram determinadas uma ou várias alternativas de rotas de transporte para cada caso. No anexo C, podem-se observar as alternativas de caminhões desde Porto Velho até a Usina de Vale do Anari. A linha vermelha representa a rota ótima determinada através do aplicativo caminho mais curto. Este procedimento foi feito igualmente para as demais usinas.

A área piloto escolhida para determinar as distâncias para transporte do óleo diesel no Software QGIS, inicia no estado de Amazonas, a partir da Refinaria de Manaus, até Porto Velho para determinar o custo total de transporte nesse trecho e termina no estado da Rondônia, onde 25 usinas termelétricas permaneceram ativas no ano 2016.

Ao realizar o cálculo das distâncias até as usinas termelétricas foi escolhida só uma escala pela uniformidade dos dados.

Para calcular a área piloto, foi considerada a localização geográfica das usinas, e o ponto da refinaria como se mostra no anexo B. A medida da área piloto deu como resultado um valor de 350.213 km<sup>2</sup>. Os cálculos das distâncias estão medidos em Km.

### 4.2.1 Distâncias desde a Refinaria de Manaus até Porto Velho

Na tabela 15 se mostram os dados obtidos da distância rodoviária e fluvial medidas no trecho Manaus- Porto Velho:

**Tabela 15.** Distâncias consideradas no trecho Manaus- Porto Velho

<b>Distância medida</b>	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
Manaus- Porto Velho	1	1171	Fluvial
	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>

Manaus- Porto Velho	2	<b>902,167</b>	Rodoviário
---------------------	---	----------------	------------

Fonte: QGIS

#### 4.2.2 Distâncias desde Porto Velho até as usinas nessa mesma localidade

Na tabela 16, se mostram as distâncias medidas em km, das usinas que se encontram localizadas no município de Porto Velho, na sua totalidade, 11 usinas.

As distâncias das primeiras sete usinas da tabela foram levantadas do modelo de contratação de transporte fluvial das usinas localizadas baixo o Rio Madeira. Aqui é feita a descrição do valor real das distâncias desde Porto Velho (Capital) até as usinas São Carlos, Nazaré, Conceição Galera, Santa Catarina, Calama, Demarcação e Maici. O modal de transporte destas usinas é fluvial porque não existe infraestrutura rodoviária nesta área. Para as quatro usinas seguintes na tabela: Rovema Bandeirantes, Vista Alegre do Abunha, Vila Extrema e Nova Califórnia, foram tomadas as medidas mediante o software QGIS desde Porto Velho até sua localização geográfica. A maioria das usinas localizadas no município de Porto Velho tem acesso pelo rio madeira a exceção de Vista Alegre do Abunha, Vila Extrema e Nova Califórnia onde é aproveitada a rodovia 364.

**Tabela 16.** Distâncias consideradas para as usinas termelétricas desde o Porto de Porto Velho até as usinas localizadas no município de Porto Velho em QGIS

<b>Distância medida</b>	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
Porto Velho-Usina São Carlos	1	<b>70</b>	Fluvial
Velho-Nazaré	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>90</b>	Fluvial
Porto Velho-Usina Conceição da Galera	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>110</b>	Fluvial
Porto Velho- Usina Santa Catarina	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>98</b>	Fluvial
Porto Velho- Usina Calama	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>190</b>	Fluvial



Porto Velho- Usina Demarcação	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	193	Fluvial
Porto Velho- Usina Maici	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	213	Fluvial
Porto Velho- Usina Rovema Bandeirantes	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	204,798	Fluvial
	<b>Trecho 2</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	2	184,144	Rodoviário
Porto Velho- Usina Vista Alegre do Abunha	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	259,895	Fluvial
	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	231,645	Rodoviário
Porto Velho- Usina Vila Extrema	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	335,835	Rodoviário
Porto Velho- Usina Nova Califórnia	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	364,219	Rodoviário

Fonte: QGIS

#### 4.2.3 Levantamento das distâncias desde Porto Velho até as usinas nos municípios de Rondônia a exceção de Porto Velho

Na tabela 17 pode-se observar que para as últimas onze usinas da tabela, os trechos encontrados foram rodoviários, sendo que as localidades, por exemplo, de Alvorada de Oeste, Buritis, Campo Novo, Costa Marques, Cujubim, Machadinho de Oeste e São Francisco são bem desenvolvidas, pelo tanto, contam com acesso direto via terrestre. Na base de dados da empresa Eletrobras, encontrasse o edital relacionado ao transporte de óleo diesel, onde se pode comprovar que estas onze usinas têm como modo de transporte autorizado, o rodoviário, através

de caminhões tanque, e cujo informe detalha que o frete utilizado como base no ano 2016 é de 0,7311 R\$/l, valor indispensável para procurar reduzir o custo da função objetivo pleiteada.

**Tabela 17.** Distâncias consideradas para as usinas termelétricas desde Porto Velho até as usinas localizadas nos demais municípios de Rondônia em QGIS

Distancia medida	Trecho	Distância (km)	Modal
Porto Velho- Rolim de Moura do Guapore	1	1222,142	Fluvial
Porto Velho- Surpresa	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	606,731	Fluvial
Porto Velho- Pedras Negras	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	1101,219	Fluvial
Porto Velho- Costa Marques	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	866,545	Fluvial
Porto Velho- Cujubim	<b>Trecho 1</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	357,653	Rodoviário
	2	220,834	
	3	250,164	
Porto Velho- Machadinho de Oeste	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	300,021	Rodoviário
	2	330,044	
	3	391,466	
	4	396,428	
Porto Velho- Vale do Anari	1	386,459	Rodoviário
	2	367,048	
	3	341,358	
	4	337,357	
	5	339,838	
	6	341,596	
	7	347,555	

	8	<b>309,495</b>	
	9	<b>366,505</b>	
	10	<b>398,435</b>	
	11	<b>402,732</b>	
Porto Velho- Nova Buritis	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>353,37</b>	Rodoviário
	2	<b>360,691</b>	
	3	<b>346,898</b>	
	4	<b>323,131</b>	
	5	<b>373,727</b>	
Porto Velho- Campo Novo de Rondônia	<b>Trecho 1</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>343,331</b>	Rodoviário
	2	<b>339</b>	
	3	<b>332,86</b>	
Porto Velho-Urucumacua	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>617,883</b>	Rodoviário
Porto Velho-Alvorada de Oeste	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>464,815</b>	Rodoviário
Porto Velho-Pacaraná	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>623,551</b>	Rodoviário
Porto Velho-Izidrolândia	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>613,469</b>	Rodoviário
Porto Velho-São Francisco	<b>Trecho</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>
	1	<b>524,365</b>	Rodoviário

Fonte: QGIS

#### 4.4 Levantamento de preços do diesel e quantidade de combustível por usina

De acordo com a Resolução Normativa N° 427, de 22 de Fevereiro de 2011 do planejamento e gerenciamento da CCC, o Capítulo III faz referência ao reconhecimento do

subsídio da conta de custos de combustíveis (CCC). O preço de referência, utilizado, é o valor médio praticado no mercado local próximo da usina, conforme as pesquisas do mercado (ANP). No caso do óleo diesel, a referência utilizada, conforme a norma é o preço de compra dos postos de combustíveis. O Capítulo II estabelece que o custo total do combustível, para as empresas contratadas, corresponde à quantidade de combustível consumido, preço do combustível, limites de consumo específico e outros custos associados ao contrato de fornecimento, como por exemplo, despesas acessórias relacionadas ao transporte. Para o levantamento dos preços utilizados na área piloto foram descarregadas, da base de dados da ANP, as informações com relação aos preços do mercado praticados na metade do ano 2016 na Rondônia como se mostra na tabela 18.

**Tabela 18.** Preços por município de óleo diesel praticado no estado de Rondônia

<b>Rondônia</b>	<b>Preço médio</b>	<b>Preço mínimo</b>	<b>Preço máximo</b>
Ariquemes	2,878	2,861	2,909
Cacoal	2,866	2,85	2,887
Guajará-mirim	2,867	2,867	2,867
Ji-paraná	2,86	2,851	2,87
Pimenta Bueno	2,876	2,844	2,898
Porto Velho	2,915	2,844	2,955
Vilhena	2,99	2,99	2,9

Fonte: (ANP, 2016g)

As 25 usinas movidas a diesel são mostradas na tabela 19, e sua capacidade de geração em MWh.

**Tabela 19.** Usinas termelétricas que abastecem os sistemas isolados do estado de Rondônia

<b>N</b>	<b>Usina</b>	<b>Município (Rondônia)</b>	<b>Energia Gerada (MWh)</b>
1	Alvorada de Oeste	Alvorada de Oeste	20.688
2	Buritis	Buritis	78.289
3	Calama	Porto Velho	2.321

4	Campo Novo de Rondônia	Campo Novo-Rondônia	9.181
5	Conceição da galera	Porto Velho	69
6	Costa Marques	Costa Marques	20.887
7	Cujubim	Cujubim	32.892
8	Demarcação	Porto Velho	235
9	Izidolândia	Alta Floresta de Oeste	1.281
10	Machadinho	Machadinho do Oeste	52.099
11	Maici	Porto Velho	27
12	Nazaré	Porto Velho	725
13	Nova Califórnia	Porto Velho	8.912
14	Pacarana	Espigão de Oeste	3.618
15	Pedras Negras	São Francisco do Guaporé	144
16	Rolim de Moura do Guaporé	São Francisco do Guaporé	734
17	Santa Catarina	Porto Velho	220
18	São Carlos	Porto Velho	1.638
19	São Francisco	São Francisco do Guaporé	35.739
20	Surpresa	Guajará Mirim	805
21	Rovema Bandeirantes	Porto Velho	13.634
22	Urucumacua	Chupinguaia	1.837
23	Vale do Anari	Vale do Anari	13.337
24	Vila Extrema	Porto Velho	13.506
25	Vista Alegre do Abunã	Porto Velho	20.933

Fonte: (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2015a)

De posse dos dados da tabela 19 pode-se saber que a quantidade de energia gerada, no sistema isolado de Rondônia em 2016, é de 333,751 kWh (333.751 MWh).

De acordo com a Resolução Normativa Nº 427 de 22 de fevereiro de 2011, que regula a Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), o consumo médio de combustível (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2015a) para a geração de energia elétrica segue na tabela 20.

**Tabela 20.** Quantidade de óleo diesel consumida nas usinas

<b>N</b>	<b>Usina</b>	<b>Consumo específico m3/MWh</b>	<b>Quantidade consumida de óleo diesel no ano (l=litros)</b>	<b>Quantidade consumida de óleo diesel no mês (l=litros)</b>
1	Alvorada de Oeste	0,283	5.854.704	487.892
2	Buritis	0,253	19.807.117	1.650.593,083
3	Calama	0,289	670.769	55.897,41667
4	Campo Novo de Rondônia	0,283	2.598.223	216.518,5833
5	Conceição da galera	0,404	27.876	2.323
6	Costa Marques	0,283	5.911.021	492.585,0833
7	Cujubim	0,253	8.321.676	693.473
8	Demarcação	0,349	82.015	6.834,583333
9	Izidolândia	0,296	379.176	31.598
10	Machadinho	0,253	13.181.047	1.098.420,583
11	Maici	0,404	10.908	909
12	Nazaré	0,329	238.525	19.877,08333
13	Nova Califórnia	0,283	2.522.096	210.174,6667
14	Pacarana	0,289	1.045.602	87.133,5
15	Pedras Negras	0,349	50.256	4.188
16	Rolim de Moura do Guapóre	0,329	241.486	20.123,83333
17	Santa Catarina	0,349	76.780	6.398,333333
18	São Carlos	0,289	473.382	39.448,5
19	São Francisco	0,283	10.114.137	842.844,75
20	Surpresa	0,329	264.845	22.070,41667

21	Rovema Bandeirantes	0,283	3.858.422	321.535,1667
22	Urucumacua	0,296	543.752	4.5312,66667
23	Vale do Anari	0,283	3.774.371	31.4530,9167
24	Vila Extrema	0,283	3.822.198	31.8516,5
25	Vista Alegre do Abunha	0,283	5.924.039	493.669,9167
			<b>89.794.423</b>	<b>7.482.868,583</b>

Fonte: (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2015a)

Considerando-se que o preço médio representativo para o óleo diesel praticado na região é de R\$ 2,915/l e um inventário de 7.482.868,583 litros no mês, o valor, em reais, do diesel movimentado para as usinas localizadas em Porto Velho corresponde a R\$ 21.812.562 milhões/mês. Observa-se que o valor total anual de diesel demandado pelas usinas de Rondônia corresponde a 89.714.423 litros. Enquanto isso, a Refinaria REMAN pode abastecer a quantidade demandada suprindo 80% da sua produção nestas usinas se a demanda for necessária, além de contar com a disponibilidade da Refinaria de Abreu Lima e Presidente Bernardes para atender o mercado da Região Norte.

Para verificar o pagamento correspondente ao subsídio da CCC, foi procurado o valor tomando como referência a legislação. O preço médio considerado foi dos municípios próximos das usinas. Podem-se observar os valores na tabela 21.

**Tabela 21.** Custo de inventário dos municípios de Rondônia excetuando Porto Velho

N	Usina	Quantidade consumida de óleo diesel (l/mês)	Preço médio (R\$/l)	Custo do Inventario (R\$/mês)
1	Izidolândia	31.598	2,876	90.876
2	Urucumacua	45.313	2,876	130.320
3	Alvorada de Oeste	487.892	2,86	1.395.371
4	Vale do Anari	314.531	2,86	899.559
5	Machadinho	1.098.421	2,878	3.161.256
6	Cujubim	693.473	2,878	1.995.815
7	Buritis	1.650.593	2,878	4.750.407
8	Pedras Negras	4.188	2,867	12.007

9	Rolim de Moura do Guaporé	20.123	2,867	57.693
10	São Francisco	842.845	2,867	2.416.437
11	Costa Marques	492.585	2,867	1.412.241
12	Surpresa	22.070	2,867	63.275
13	Campo Novo de Rondônia	216.519	2,867	620.760
14	Pacarana	87.134	2,866	249.726
		<b>6.007.285</b>		<b>17.255.742</b>

**Fonte:** Autoria Própria.

Se fosse considerado o valor das 14 usinas enumeradas na tabela 21, seu inventário seria do total de R\$ 17.255.742,000 e R\$ 4.301.327,846 das Usinas de Porto Velho (1.475.584,170 l/mês). O inventário para a CCC seria de \$21.557.069, 846. Restando o valor com aquele obtido com o preço de Porto Velho, a sua diferença resulta no total de R\$ 255.492,154. O valor subsidiado corresponde a 98,8% do valor do inventário obtido com o preço de distribuição do produto de Porto Velho.

De acordo a quantidade de óleo diesel consumido no mês e o valor médio do frete praticado em Rondônia de 0,731 R\$/l, é feito o cálculo do custo da logística de R\$ 5.470.725,16 milhões/mês. O Valor pago é o mesmo para o modal fluvial e rodoviário, de acordo as informações primárias proporcionadas pela Eletrobrás e seus editais (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2017).

No anexo F pode-se observar detalhadamente a rede de distribuição de óleo diesel para as 25 usinas. Cada usina é identificada como cliente demandante do diesel. O centro distribuidor do produto (Porto Velho) encontra-se identificado com uma pequena aranha, que tece sua rede até cada usina. As redes representam as distâncias, aquelas menores ficam mais perto de Porto Velho. As distâncias foram apresentadas através de porcentagens do valor total de quilômetros por percorrer. A caixa da refinaria contém o preço de fabricação do diesel, e ao lado desse valor, encontra-se a soma desse mesmo preço com impostos. Na caixa de transporte, para o valor de R\$2,25 é adicionado ao transporte mais 7% de biodiesel. Representando mais de 80% dos custos finais, já no ponto de carregamento é adicionado o valor de revenda da distribuidora,



resultando um total de 2,89 R\$/l. Nas caixas de cada usina, encontra-se o preço, por litro, de diesel cobrado pela distribuidora para cada uma (R\$3,60) e ao lado desse mesmo preço é somado o frete pago pela logística de transporte até cada usina. O valor do lado direito das caixas das usinas, representa a quantidade de diesel demandada, em litros, no ano 2016 de acordo com a potência de geração das usinas.

#### **4.4.1 Cálculo de custos de transporte de diesel no trecho Manaus- Porto Velho no modal hidroviário para diferentes distribuidoras aplicando inflação para julho de 2016**

Na atualidade, de 25 usinas termelétricas em funcionamento, 11 delas se encontram em Porto Velho e 14 nos demais municípios de Rondônia. De acordo com as informações da Agência Nacional de Petróleo, no ano 2005, as distribuidoras: BR Distribuidora, DNP, Petro Amazom e Ipiranga realizavam o transporte de óleo diesel entre Manaus (AM) e Porto Velho (RO).

Os fretes fluviais (em reais por litro transportado) para cada distribuidora são mostrados na tabela 22. (BISSAGIO; CECCHI, 2006).

**Tabela 22.** Fretes fluviais pagos às distribuidoras no trecho Manaus-Porto Velho em 2005

<b>Fretes pagos pelas distribuidoras</b>	<b>R\$/lt</b>
BR Distribuidora	0.050
DNP	0.050
Petro Amazom	0.060
Ipiranga	0.045

Fonte: (BISSAGIO; CECCHI, 2006).

Segundo o Índice Geral de Preços do Mercado, IGP-M, o acumulado de 69,21% de 2005 até 2016, é mostrado na tabela 23. O IGP-M é um indicador que atua como deflator, utilizado como referência na correção de preços de diferentes setores do mercado industrial e comercial. (INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA, 2016).

**Tabela 23.** Valores atualizados para o transporte de diesel entre Manaus e Porto Velho

<b>Fretes pagos pelas distribuidoras</b>	<b>R\$/lt</b>
Br Distribuidora	0.085
DNP	0.087
Petro Amazom	0.101
Ipiranga	0.068
Média	0,085

**Fonte:** Autoria Própria.

Nessa lista operam Br Distribuidora e Ipiranga no setor no ano 2016. Aplicando os fretes da tabela 23, os custos de transporte fluvial na rota Porto Velho-Manaus seriam para Br distribuidora de 636.043,8 milhões/mês e para Ipiranga de R\$ 508.835,1 milhões/mês do diesel demandado pelas usinas.

Relacionando-se o valor do frete com o valor da mercadoria, percebe-se que o transporte corresponde a 3% do valor do produto transportado pela Petrobrás, enquanto o valor de Ipiranga corresponde, a 2%.

#### **4.4.2 Cálculo de custos de transporte de diesel no trecho Manaus- Porto Velho no modal rodoviário para diferentes distribuidoras**

Para o caso de transportes inter-regionais de produtos perigosos, foi assumida a representatividade do valor do frete de 28,1% (LIMA, 2006) no custo total do diesel e seu consumo de 1,88 km/litro para caminhões tipo tanque (GUIA DO TRC, 2017a). Tomando-se a distância real de 888 km de Manaus a Porto Velho, e um volume transportado de 42 m<sup>3</sup> por caminhão, temos que o custo de transporte do diesel no trecho Manaus- Porto é de R\$245.308,4471 de acordo a fórmula 17 para 7.482.868,583 litros mensais. O valor do frete logístico corresponde a R\$ 68.931,67 utilizando o valor da representatividade do frete com o resultado da equação 17.

$$Custo\ total\ diesel = \frac{No\ km}{rendimento} \times preço\ de\ diesel \times \frac{inventario}{(capacidade\ do\ caminhao)} \quad (19)$$

Relacionando-se o valor de transporte com o valor do produto, percebe-se que o transporte corresponde ao 22% do valor do produto transportado. O nível de serviço logístico foi medido

através do tempo de transporte do diesel de Manaus a Porto Velho através dos modais rodoviário e hidroviário. A tabela 24 mostra a distância entre as cidades, à velocidade e tempo médio de transporte.

**Tabela 24.** Velocidade média e tempo gastos no trecho

<b>Modal</b>	<b>Hidroviário</b>	<b>Rodoviário</b>
Distância	1171 km	888 km
Velocidade	15km/h	60 km/h
Tempo	78,1 h	14,8 h

Fonte: QGIS

## **4.5 Tipos de Transportes utilizados para o carregamento de diesel e suas capacidades**

De acordo com as informações de Eletrobrás, o tipo de embarcação autorizado para o transporte fluvial do combustível diesel (nas usinas na margem do Rio Madeira) e que cumpre com as exigências da Marinha do Brasil corresponde ao seguinte:

- a) Rebocador ou empurrador.
- b) Balsa, com tanques para armazenar o óleo.
- c) De apoio rápido tipo voadeira com motor de poupa.

### **4.5.1 Capacidade de armazenamento para o transporte fluvial**

As embarcações classificadas como rebocador ou empurrador, utilizadas como embarcações de maior porte, tem capacidade para a instalação de um tanque e, capacidade líquida destinada de 15.000 a 20.000 litros, de acordo com a necessidade de abastecimento das localidades. As voadeiras cuja capacidade utilizada é de duas toneladas, usualmente são utilizadas neste tipo de atividade de transporte voadeiras com capacidade de combustão de 40 HP. A informação da gerência de suprimentos de Eletrobrás tem como regulamento, que os limites de transporte geralmente autorizados por viagem, devem ser a partir de 15.000 até 20.000 l, para as usinas na margem do rio madeira, onde o combustível é carregado desde Porto Velho. (CENTRAIS ELÉTRICAS DE RONDÔNIA, 2007).

A empresa distribuidora do combustível (contratada) é a responsável da embarcação utilizada para o transporte do produto. As definições detalhadas das especificações das Embarcações utilizadas no transporte do óleo diesel encontram-se na NORMAM-002/DPC Capítulo 5, Seção III. (ALVES; GAILÃO, 2012).

#### 4.5.2 Capacidade de armazenamento para o transporte rodoviário

No transporte de óleo diesel no modal rodoviário são utilizados especificamente caminhões tipo tanque. Para o transporte de produtos perigosos os requisitos necessários estão contidos no decreto nº 96.044 de 15/05/1998 na Portaria 59/93 do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Os caminhões tipo tanque são construídos em chapa de aço carbono (adequado para o transporte de gasolina, álcool, óleo diesel, biodiesel, entre outros), forma oval. (TAVARES, 1988). Os caminhões tanque, para combustíveis, geralmente contêm seus compartimentos com capacidade de cinco mil litros cada um. Comparando com os caminhões tipo pipa (transporte de água e para controle da poluição em construções), esses últimos possuem capacidade para transportar até 15.000 l. Os caminhões tanque podem ser maiores que os caminhões pipa e, além de carregar combustíveis, podem carregar químicos, sucos, bebidas e outros; sua capacidade de carga pode ser de até 25.000 a 30.000 l de produto. Existem caminhões, com capacidades de carga de mais de 43.000 l (TRANSPORTAR CARGO, 2016). A maioria dos caminhões tanque pertencem aos veículos tipo carretas que possuem unidades de tração e de carga em partes separadas chamadas cavalos mecânicos e semirreboques. Estes tipos de veículos apresentam capacidades de carga diversas, dependendo da quantidade de eixos do veículo. (GUIA DO TRC, 2016).

Na tabela 25, encontram-se especificados os volumes em litros para um caminhão tanque de Chassis Rígido e três modelos tipo semirreboque. A informação da tabela é usada como referência para os dados de transporte rodoviário de diesel até suas usinas.

**Tabela 25.** Capacidade em litros de tanques para caminhões de 3,4, e 6 eixos

<b>Empresa</b>	<b>Número de eixos</b>	<b>Volumen de tanque (L)</b>
Rodo Centro Equipamentos Rodoviários LTDA	2	10.000
	3	22.000
		42.000
	4	46.000
	6	60.000

Fonte: (RODOCENTRO EQUIPAMENTOS RODOVIÁRIOS LTDA, 2017)

## 4.6 Capacidade de armazenamento das distribuidoras de combustíveis líquidos em Porto Velho

Na tabela 26, se mostra a capacidade de tancagem em litros das principais distribuidoras autorizadas para trabalharem no estado de Rondônia. Os combustíveis líquidos correspondem à gasolina, aos combustíveis de aviação, ao óleo diesel, ao óleo combustível e outros combustíveis fósseis (AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2016a).

Tendo em conta que, as usinas de Rondônia demandam 7.482.868,583 litros mensais de óleo diesel, todas as distribuidoras da tabela 26, a exceção de PDV Brasil Combustíveis e Lubrificantes Ltda, possuem espaço para armazenar o produto. Se a empresa Ipiranga Produtos de Petróleo S.A fosse autorizada para abarcar o mercado isolado do estado, esta deve disponibilizar 82% da sua capacidade para esse mesmo tipo de combustível.

**Tabela 26.** Tancagem das distribuidoras de combustíveis líquidos de Rondônia

Distribuidoras	Bases	
	Município	Tancagem (L)
Atem's Distribuidora de Petróleo S.A.	Porto Velho	15.058.900
Ipiranga Produtos de Petróleo S.A.	Porto Velho	9.102.000
PDV Brasil Combustíveis e Lubrificantes Ltda.	Porto Velho	2.289.000
Petrobras Distribuidora S.A.	Porto Velho	29.591.000

Fonte: (ANP, 2016e)

## 4.7 Capacidade de tancagem das Usinas

O total em litros de que pode ser armazenado nas usinas de Rondônia soma na sua totalidade 2.032.500 L. O valor de tancagem em litros por usina, e apresentado na Tabela 27:

**Tabela 27.** Tancagem das distribuidoras de combustíveis líquidos de Rondônia

Usina	Tancagem usinas (L)
Alvorada de Oeste	105.000
Buritis	560.000
Calama	17.000
Campo Novo de Rondônia	63.000
Conceição da galera	3.500
Costa Marques	100.000
Cujubim	189.500

Demarcação	6.000
Izidolândia	32.000
Machadinho	290.000
Maici	5.500
Nazaré	11.000
Nova Califórnia	35.000
Pacarana	35.000
Pedras Negras	6.000
Rolim de Moura do Guapóre	11.000
Santa Catarina	3.500
São Carlos	17.000
São Francisco	210.000
Surpresa	11.000
Rovema Bandeirantes	60.000
Urucumacua	15.500
Vale do Anari	60.000
Vila Extrema	82.000
Vista Alegre do Abunã	104.000

Fonte: (ALVES, 2017)

#### 4.8 Exemplo de substituição de variáveis na função objetivo para comparação de custos do esquema real e proposto no mercado

Os valores das variáveis binárias de transporte ( $T_r$ ) estão expostos na tabela 28 que descreve a construção do índice para cada trajeto escolhido.

Podem-se observar os valores 1 e 0 na caixa distância rodoviária. Neste caso, o valor 1 representa a alternativa mais curta para o transporte obtida nos dados de georreferenciamento, enquanto o valor 0 representa alternativas mais longas encontradas.

Na caixa trecho, é conformada cada variável de transporte através da soma das seguintes componentes na tabela: variável +  $i$  +  $f$  + caminho.

**Tabela 28.** Variáveis assinadas para os trechos rodoviários desde Porto Velho até as usinas

Ponto de Partida	Ponto de Chegada	Variável	$i$	$f$	Caminho	Distância Rodoviária	Trecho	Distância Rodoviária em Km
Porto velho	Rovema Bandeirantes	T	1	8	2	1	T182	184,144
Porto velho	Vista Alegre do Abunã	T	1	9	2	1	T192	231,645

Porto velho	Vila extrema	T	1	10	1	1	T1101	335,835
Porto velho	Nova California	T	1	11	1	1	T1111	364,219
Porto velho	Cujubim	T	1	16	1	0	T1161	357,653
Porto velho	Cujubim	T	1	16	2	1	T1162	220,834
Porto velho	Cujubim	T	1	16	3	0	T1163	250,164
Porto velho	Machadinho de Oeste	T	1	17	1	1	T1171	300,021
Porto velho	Machadinho de Oeste	T	1	17	2	0	T1172	330,044
Porto velho	Machadinho de Oeste	T	1	17	3	0	T1173	391,466
Porto velho	Machadinho de Oeste	T	1	17	4	0	T1174	396,428
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	1	0	T1181	386,459
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	2	0	T1182	367,048
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	3	0	T1183	341,358
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	4	0	T1184	337,357
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	5	0	T1185	339,838
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	6	0	T1186	341,596
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	7	0	T1187	347,555
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	8	1	T1188	309,495
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	9	0	T1189	366,505
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	10	0	T11810	398,435
Porto velho	Vale do Anari	T	1	18	11	0	T11811	402,732
Porto velho	Nova Buritis	T	1	19	1	0	T1191	353,37
Porto velho	Nova Buritis	T	1	19	2	0	T1192	360,691
Porto velho	Nova Buritis	T	1	19	3	0	T1193	346,898
Porto velho	Nova Buritis	T	1	19	4	1	T1194	323,131

Porto velho	Nova Buritis	T	1	19	5	0	T1195	373,727
Porto velho	Campo Novo de Rondônia	T	1	20	1	0	T1201	343,331
Porto velho	Campo Novo de Rondônia	T	1	20	2	0	T1202	339
Porto velho	Campo Novo de Rondônia	T	1	20	3	1	T1203	332,86
Porto velho	Urucumacua	T	1	21	1	1	T1211	617,883
Porto velho	Alvorada de Oeste	T	1	22	1	1	T1221	464,815
Porto velho	Pacaraná	T	1	23	1	1	T1231	623,551
Porto velho	Izidrolândia	T	1	24	1	1	T1241	613,469
Porto velho	São Francisco	T	1	25	1	1	T1251	623,551

Fonte: Autoria Própria.

Na Tabela 29, são propostos os valores binários para a rota criada para duas usinas utilizando os trechos de Porto velho- Urucumacua e Porto Velho- Pacaraná.

Tabela 29. Variável de transporte para a alternativa de otimização utilizando uma rota para duas usinas

Ponto de Partida	Ponto de Chegada	Variável	i	f	Caminho	Distância Rodoviária	Trecho	Distância Rodoviária em Km
Porto velho	Urucumacua	T	1	21	1	1	T1241	617,883
Urucumacua	Pacaraná	T	21	23	1	1	T1251	194,307

Fonte: Autoria Própria.

## 4.9 Custos fixos e variáveis de transporte rodoviário proposto

Para a obtenção de custos rodoviários, foram procuradas as bases de dados do Guia do TRC, que reúne as informações das principais empresas de carga no país e atua como empresa consultora. Estas informações foram colocadas nas tabelas 30 e 31. Na revisão bibliográfica desenvolvida, pode-se evidenciar a falta de dados disponíveis neste ramo de pesquisa, pelo qual foi necessário acessar a bancos de dados especializados na área cuja informação e de Agosto de 2016. Guia do TRC é uma base de dados privada e paga, realizada ao longo da sua



experiência e com consultores especialistas na área de transporte. A consultora permitiu o acesso aos dados. Em seguida, são descritos os custos fixos para caminhões de 2, 3, 4, 5, e 6 eixos na tabela 30.

**Tabela 30.** Custos fixos para caminhão tipo tanque dependendo do eixo (Agosto de 2016)

Eixos	Tipo de Veículo	Depreciação	Remuneração	Licenciamento+ Seguro. Obrig. + IPVA	Seguro	Despesas comunicação	Total
2	Médio	1.220,45	790,46	297,85	879,49	173,36	3.361,62
3	4X2	2.493,92	1.496,05	593,52	1.257,02	245,59	6.086,11
4	6X2	3.199,12	2.090,93	841,71	1.789,61	245,59	8.166,96
6	6X4	3.478,73	1.983,04	796,22	1.792,87	245,59	8.296,47

Fonte: (GUIA DO TRC, 2017b)

**Tabela 31.** Custos variáveis por km para caminhão tipo tanque dependendo do eixo (Agosto-2016)

Eixos	Tipo de Veículo	Manutenção	Pneus, câmaras e recapagens	Combustível	ARLA 32	Óleo de carter	Lavagens e graxas	Total dos custos variáveis por km
2	Médio	0,22	0,09	0,64	0,03	0,01	0,13	1,12
3	4X2	0,3027	0,2523	1,2134	0,0454	0,0198	0,293	2,13
4	6X2	0,3217	0,375	1,161	0,0434	0,0185	0,3213	2,24
6	6X4	0,3902	0,487	1,3298	0,0498	0,0212	0,3503	2,63

Fonte: (GUIA DO TRC, 2017b)

Os custos anteriores representam o valor de frete para caminhão completo incluindo o custo do tanque, no caso do caminhão semipesado. O modelo corresponde ao Chassi Rígido, cuja capacidade total de carga, incluindo a tara do caminhão, corresponde de 13 a 24 toneladas, é utilizado para movimentação de cargas pequenas. No caso dos caminhões de 3, 4 e 6 eixos, seu desenho está adaptado para a conjunção entre cavalo mecânico e semirreboque (MAN LATIN AMERICA, 2016) como e apresentado na figura 21.



**Figura 21.** Modelo de caminhões médio e cavalo mecânico mais semirreboque.

Fonte: (MAN LATIN AMERICA, 2016)

Na tabela 30, se pode observar, os custos fixos derivados das operações de transporte. Além desses custos foram levantados os custos com seguro da carga e do veículo. Conforme as informações, o dono da carga tem como responsabilidade pagar o “seguro de transporte nacional” que cobre a totalidade da carga no caso de roubo, furto ou acidentes. A porcentagem (taxa) corresponde até a 0,07% da carga. Para o transportador, existem dois seguros: o Seguro de Responsabilidade Civil do Transportador Rodoviário da Carga, (RCTR/C) que cobre acidentes e avarias particulares, no qual a taxa equivale usualmente ao 0,013 % do custo da carga; e o seguro de Responsabilidade Civil- Desaparecimento de Carga RCF-DF, que cobre o desaparecimento da carga por roubo e cuja taxa equivale para riscos altos de 0,09%. (GUIA DO TRC, 2017c). O seguro de responsabilidade civil e ambiental oferece para as transportadoras, cobertura de danos a terceiros, ao veículo e meio ambiente de 0,1%. (GUIA DO TRC, 2013). Entre os custos fixos de salários, foi considerado para o motorista o valor de R\$5.174,40 mensal, de acordo a base de dados consultada para caminhões pesados (salários da tripulação) (GUIA DO TRC, 2017b). Também foram consultadas diferentes bases de dados disponíveis no Brasil como a Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR), para verificar a existência de pedágios na Rondônia. Neste estado, ainda não existem pedágios disponíveis, para tanto, o custo de pedágio não foi considerado no total de custos variáveis. Além disso, foram consultadas fontes primárias da polícia rodoviária federal de Pouso Alegre, que corroboraram para a obtenção da informação relacionada aos pedágios.

De acordo a base de dados “Posto de Observação” da Associação Brasileira do Comércio Varejista de Combustíveis Automotivos Lubrificantes, o processo de carregamento e descarregamento da carga demora de trinta minutos até uma hora feita de forma tradicional. Além disso, as análises feitas sobre o produto podem demorar uma hora adicional. Portanto, a

somatória total do tempo é menor de cinco horas, pelo qual não é aplicável o custo de tempo de espera do transportista (SAMPAIO, 2016).

Segundo as informações da INMETRO, e a resolução CONAMA nº 18, de 6 de maio de 1986, a utilização de arla 32 nos caminhões e ônibus é regulamentada a partir do ano 2012, para reduzir a emissão de poluentes, pelo tanto foi considerado na tabela 30. Ele é composto de 32% de ureia industrial e 68% de água desmineralizada e pode ser embalado em cilindros ou a granel e atua como redutor de emissões de óxidos de nitrogênio. Seu consumo representa de 3 a 5% do consumo do combustível dos veículos movimentados com motores a diesel (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA, 2011).

#### 4.10 Cálculos iniciais para o transporte fluvial e Rodoviário para todas as Usinas

São realizados os cálculos correspondentes para o transporte na Rondônia. Ao dividir a demanda atual de diesel por usina e a quantidade de diesel máxima que podem armazenar seus reservatórios, e obtida à quantidade de viagens para realizar no ano (transportes). Os valores correspondem aos agrupados da tabela 32.

**Tabela 32.** Número de Transportes de diesel no ano e dias transcorridos entre as viagens requeridas definidas pela demanda

N	Usina	Diesel no ano (l)	Capacidade de Armazenagem	No de Transportes no ano	Dias entre transporte
1	São Carlos	473382,00	17000,00	28	12
2	Nazaré	238525,00	11000,00	22	16
3	Conceição da galera	27876,00	3500,00	8	45
4	Santa Catarina	76780,00	3500,00	22	16
5	Calama	670769,00	17000,00	40	9
6	Demarcação	82015,00	6000,00	14	26
7	Maici	10908,00	5500,00	2	181
8	Rovema Bandeirantes	3858422,00	60000,00	65	5
9	Vista Alegre do Abunhã	5924039,00	104000,00	57	6
10	Vila extrema	3822198,00	82000,00	47	7
11	Nova Califórnia	2522096,00	35000,00	73	4
12	Rolim de Moura do Guapóre	241486,00	11000,00	22	16

13	Surpresa	264845,00	11000,00	25	14
14	Pedras negras	50256,00	6000,00	9	42
15	Costa Marques	5911021,00	100000,00	60	6
16	Cujubim	8321676,00	189500,00	44	8
17	Machadinho de Oeste	13181047,00	290000,00	46	7
18	Vale do Anari	3774371,00	60000,00	63	5
19	Nova Buritis	19807117,00	560000,00	36	10
20	Campo Novo de Rondônia	2598223,00	63000,00	42	8
21	Urucumacua	543752,00	15500,00	36	10
22	Alvorada de Oeste	5854704,00	105000,00	56	6
23	Pacaraná	1045602,00	35000,00	30	12
24	Izidrolândia	379176,00	32000,00	12	30
25	São Francisco	10114137,00	210000,00	49	7

**Fonte:** Autoria Própria.

Como se pode observar na tabela 32, a usina que menor tempo de viagens demanda ao ano de acordo com sua capacidade de armazenagem, é Maici com só necessariamente duas vezes no ano. Ao contrário da usina Nova Califórnia que precisa se prover com maior frequência de diesel com 73 transportes anuais das quantidades demandadas (reservatório), cada quatro dias. Os dias transcorridos entre despachos foram calculados, sabendo que se consome diesel 30 dias completos no mês e dividindo a capacidade total do tanque da usina pelo requerimento diário de diesel.

Foi considerada a média de 50 km/h para a velocidade dos veículos tipo tanque e para os empurradores 20km/h. A partir desses dados foi construída a tabela 33 que define o número de transportes programados anualmente para cada usina de acordo a demanda do diesel e a quantidade de dias de transporte definidas entre cada viagem.

**Tabela 33.** Transportes anuais ao ano por usina e dias transcorridos entre transportes

N	Usina	Transporte de Diesel no ano	Días entre transporte
1	São Carlos	28	12
2	Nazaré	22	16
3	Conceição da Galera	8	45
4	Santa Catarina	22	16
5	Calama	40	9
6	Demarcação	14	26
7	Maici	2	181
8	Rovema bandeirantes	65	5

9	Vista Alegre do Abunhã	57	6
10	Vila extrema	47	7
11	Nova Califórnia	73	4
12	Rolim de Moura do Guaporé	22	16
13	Surpresa	25	14
14	Pedras Negras	9	42
15	Costa Marques	60	6
16	Cujubim	44	8
17	Machadinho de Oeste	46	7
18	Vale do Anari	63	5
19	Buritis	36	10
20	Campo Novo de Rondônia	42	8
21	Urucumaçuã	36	10
22	Alvorada de Oeste	56	6
23	Pacaraná	30	12
24	Izidrolândia	12	30
25	São Francisco	49	7

**Fonte:** Autoria Própria.

Na Tabela 34 são calculados os tempos de transporte de diesel para cada usina dependendo do modal utilizado.

**Tabela 34.** Cálculo de tempos de viagens para cada usina

N	Usina	Rota	No de Horas de Transporte	Ida y volta + tiempo de descargue	No de días	Arredondado
1	São Carlos	Fluvial	3,5	9	1	1
2	Nazaré	Fluvial	4,5	11	1,22	2
3	Conceição da galera	Fluvial	5,5	13	1,44	2
4	Santa Catarina	Fluvial	4,9	11,8	1,31	2
5	Calama	Fluvial	9,5	21	2,33	3
6	Demarcação	Fluvial	9,65	21,3	2,37	3
7	Maici	Fluvial	10,65	23,3	2,59	3
8	Rovema Bandeirantes	Fluvial	10,24	22,48	2,5	3
9	Rovema Bandeirantes	Rodoviária	3,68	9,37	1,04	2
10	Vista Alegre do Abunhã	Fluvial	12,99	27,99	3,11	4
11	Vista Alegre do Abunhã	Rodoviária	4,63	11,27	1,25	2
12	Vila extrema	Rodoviária	6,72	15,43	1,71	2
13	Nova Califórnia	Rodoviária	7,28	16,57	1,84	2

14	Rolim de Moura do Guapóre	Fluvial	61,11	124,21	13,8	14
15	Surpresa	Fluvial	30,34	62,67	6,96	7
16	Pedras negras	Fluvial	55,06	112,12	12,46	13
17	Costa Marques	Fluvial	43,33	88,65	9,85	10
18	Cujubim	Rodoviária	4,42	10,83	1,2	2
19	Machadinho de Oeste	Rodoviária	6	14	1,56	2
20	Vale do Anari	Rodoviária	6,19	14,38	1,6	2
21	Nova Buritis	Rodoviária	6,46	14,93	1,66	2
22	Campo Novo de Rondônia	Rodoviária	6,66	15,31	1,7	2
23	Urucumacua	Rodoviária	12,36	26,72	2,97	3
24	Alvorada de Oeste	Rodoviária	9,3	20,59	2,29	3
25	Pacaraná	Rodoviária	12,47	26,94	2,99	3
26	Izidrolândia	Rodoviária	12,27	26,54	2,95	3
27	São Francisco	Rodoviária	10,49	22,97	2,55	3

**Fonte:** Autoria Própria.

Nesta tabela, se encontram enumeradas 27 rotas, incluindo se fosse feito o transporte das usinas Vista Alegre do Abunha e Rovema Bandeirantes no modo fluvial.

O cálculo de cada célula que compõe a tabela 27 corresponde às fórmulas 20,21, 22,23:

$$\text{Horas de transporte percorridas} = \frac{\text{quilômetros percorridos}}{\frac{\text{km}}{\text{h}} \text{ percorridos no modal}} \quad (20)$$

$$\text{Ida e volta mais tempo de carregamento e descarregamento} = \text{horas de transporte percorridas} \times (\text{horas de carregamento} + \text{horas de descarregamento}) \quad (21)$$

Foi considerado o tempo de carregamento e descarregamento para o caminhão tanque de duas horas para cada, incluindo tempos de medição da qualidade e quantidade do combustível, de acordo as informações planteadas no item de Custos fixos e variáveis de transporte rodoviário proposto.

$$\text{Número de dia trabalhados} = \frac{\text{Ida y volta} + \text{tempo de carregamento e descarregamento}}{\text{horas laborais}} \quad (22)$$

*No de dias (arredondados):* Dias trabalhados pelos motoristas arredondados (23)

Para o cálculo de salário foi considerada a fórmula 23, cujo valor com dia corresponde ao salário diário por motorista incluindo encargos sociais.

$$\text{Salário por produtividade} = 258,71 \text{ R\$ dia} * \text{dias laborais arredondados (24)}$$

Na fórmula de salário, os dias tidos em conta na formula são os arredondados.

#### **4.11 Cálculos utilizados para a alternativa de otimização de frete de transporte até as usinas**

São propostos dois esquemas de distribuição de cargas (real e proposto), para 14 usinas no modal rodoviário; mais do 80% do diesel demandado, é através destas usinas que foram consideradas para o método de otimização.

Para o esquema real foram considerados caminhões tanque desde 10.000 até 30.000 litros, enquanto para o esquema proposto foi aumentada a capacidades desde caminhões tanque de 10.000 até 60.000 litros. Para demonstrar que aumentando a capacidade dos caminhões tanque o custo pode ser diminuído, para a mesma quantidade de litros a transportar.

Na tabela 35, pode-se observar a relação das 14 usinas e a distribuição do total de viagens rodoviárias a realizar no ano de acordo as capacidades de armazenagem de cada usina. Além desta quantidade de viagens, tem-se uma quantidade excedente que deve ser carregada em uma viagem adicional. Por exemplo, a usina Izidrolândia ao ano demanda 12 viagens, se são utilizados caminhões de 10.000 e 30.000 litros, obtém-se um total de 352.000 litros transportados permanecendo uma quantidade excedente de 27.176 litros na última viagem para completar a quantidade anual demandada.

A distribuição das cargas para os dois esquemas descritos, são apresentados nas tabelas 35, 36, 37 e 38 para todas as viagens no ano incluindo a quantidade excedente.

**Tabela 35.** Distribuição da carga à exceção da última viagem no ano definido pela capacidade de armazenamento dos reservatórios das usinas no esquema real

Usina	transportes ao ano	2 Eixos (10000 l)	3 Eixos (22000 l)	3 Eixos (30000 l)	10000 l	22000 l	30000 l	Total (l)
		4X2	6X2	6X2				
Rovema Bandeirantes	64	0	0	2	0	0	60.000	60.000
Vista Alegre do Abunhã	56	0	1	3	0	22.000	90.000	112.000
Vila extrema	46	0	1	2	0	22.000	60.000	82.000
Nova Califórnia	72	1	0	1	10.000	0	30.000	40.000
Cujubim	43	1	0	6	10.000	0	180.000	190.000
Machadinho de Oeste	45	0	1	9	0	22.000	270.000	292.000
Vale do Anari	62	0	0	2	0	0	60.000	60.000
Nova Buritis	35	0	1	18	0	22.000	540.000	562.000
Campo Novo de Rondônia	41	1	0	2	10.000	0	60.000	70.000
Urucumacua	35	2	0	0	20.000	0	0	20.000
Alvorada de Oeste	55	0	1	3	0	22.000	90.000	112.000
Pacaraná	29	1	0	1	10.000	0	30.000	40.000
Izidrolândia	11	1	0	1	10.000	0	30.000	40.000
São Francisco	48	0	0	7	0	0	210.000	210.000

Fonte: Autoria Própria.



**Tabela 36.** Distribuição da carga à exceção da última viagem no ano definido pela capacidade de armazenamento dos reservatórios das usinas no esquema proposto

Usina	Transportes ao ano	Capacidade de Armazenamento (I)						10000 I	22000 I	30000 I	42000 I	46000 I	60000 I	Total
		2 Eixos (10000 I) médio	3 Eixos (22000 I) 4X2	3 Eixos (30000 I) 4X2	3 eixos (42000 I) 6X2	4 Eixos (46000 I) 6X4	6 Eixos (60000 I) 6X4							
Rovema Bandeirantes	64	0	0	2	0	0	0	0	60.000	0	0	0	60.000	
Vista Alegre do Abunhã	56	0	0	0	0	1	1	0	0	0	46.000	60.000	106.000	
Vila extrema	46	0	1	0	0	0	1	0	22.000	0	0	60.000	82.000	
Nova Califórnia	72	1	0	1	0	0	0	10.000	0	30000	0	0	40.000	
Cujubim	43	1	0	0	0	0	3	10.000	0	0	0	180.000	190.000	
Machadinho de Oeste	45	1	0	0	1	0	4	10.000	0	0	42.000	240.000	292.000	
Vale do Anari	62	0	1	0	1	0	0	0	22.000	0	42.000	0	64.000	
Nova Buritis	35	0	1	0	0	0	9	0	22.000	0	0	540.000	562.000	
Campo Novo de Rondônia	41	0	1	0	1	0	0	0	22.000	0	42.000	0	64.000	
Urucumacua	35	2	0	0	0	0	0	20.000	0	0	0	0	22.000	
Alvorada de Oeste	55	0	0	0	0	1	1	0	0	0	46.000	60.000	106.000	
Pacaraná	29	1	0	1	0	0	0	10.000	0	30.000	0	0	40.000	
Izidrolândia	11	1	0	1	0	0	0	10.000	0	30.000	0	0	40.000	
São Francisco	48	0	0	1	0	0	3	0	0	30.000	0	180.000	210.000	

Fonte: Autoria Própria.

Na tabela 37 e 38, se encontra a distribuição da última viagem ao ano feito para cada usina, com o valor correspondente ao número de transportes por quantidade demandada, e a capacidade dos caminhões para utilizar no esquema real e proposto.

**Tabela 37.** Distribuição da carga excedente ao ano definido pela capacidade de armazenamento dos reservatórios das usinas no esquema real

Usina	N	Litros	2 Eixos (10000 l)	3 Eixos (20000 l)	3 Eixos (30000 l)	10000 l	22000 l	30000 l	Total
			4X2	6X2	6X2				
Rovema Bandeirantes	1	18.422	0	1	0	0	22.000	0	22.000
Vista Alegre do Abunhã	1	100.039	0	1	3	0	22.000	90.000	112.000
Vila extrema	1	50.198	0	1	1	0	22.000	30.000	52.000
Nova Califórnia	1	2.096	1	0	0	10.000	0	0	10.000
Cujubim	1	173.176	1	1	5	10.000	22.000	150.000	182.000
Machadinho de Oeste	1	131.047	0	1	4	0	22.000	120.000	142.000
Vale do Anari	1	54.371	1	1	1	10.000	22.000	30.000	62.000
Nova Buritis	1	207.117	0	0	7	0	0	210.000	210.000
Campo Novo de Rondônia	1	15.223	0	1	0	0	22.000	0	22.000
Urucumacua	1	1.252	1	0	0	10.000	0	0	10.000
Alvorada de Oeste	1	79.704	0	1	2	0	22.000	60.000	82.000
Pacaraná	1	30.602	1	0	1	10000	0	30.000	40.000
Izidrolândia	1	27.176	0	0	1	0	0	30.000	30.000
São Francisco	1	34.137	1	0	1	10.000	0	30.000	40.000

**Fonte:** Autoria Própria.

**Tabela 38.** Distribuição da carga excedente ao ano definido pela capacidade de armazenamento dos reservatórios das usinas no esquema proposto

Usina	N	Litros	Eixos						10000 1	22000 1	30000 1	42000 1	46000 1	60000 1	Total
			2 Eixos	3 Eixos	3 Eixos	3 eixos	4 Eixos	6 Eixos							
			(10000 l) médio	(22000 l) 4X2	(30000 l) 4X2	(42000 l) 4X2	(46000 l) 6X4	(60000 l) 6X4							
Rovema Bandeirantes	1	18.422	0	1	0	0	0	0	22.000	0	0	0	0	22.000	
Vista Alegre do Abunhã	1	100.039	0	0	0	1	0	1	0	0	42.000	0	60.000	102.000	
Vila extrema	1	50.198	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	60.000	60.000	
Nova Califórnia	1	2.096	1	0	0	0	0	0	10.000	0	0	0	0	10.000	
Cujubim	1	173.176	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	180.000	180.000	
Machadinho de Oeste	1	131.047	0	1	0	0	0	2	0	22.000	0	0	120.000	142.000	
Vale do Anari	1	54.371	0	1	0	1	0	0	0	22.000	0	42.000	0	64.000	
Nova Buritis	1	207.117	0	0	1	0	0	3	0	0	30.000	0	180.000	210.000	
Campo Novo de Rondônia	1	15.223	0	1	0	0	0	0	0	22.000	0	0	0	22.000	
Urucumacua	1	1.252	1	0	0	0	0	0	10.000	0	0	0	0	10.000	
Alvorada de Oeste	1	79.704	0	1	0	0	0	1	0	22.000	0	0	60.000	82.000	
Pacaraná	1	30.602	1	0	1	0	0	0	10.000	0	30.000	0	0	40.000	
Izidrolândia	1	27.176	0	0	1	0	0	0	0	0	30.000	0	0	30.000	
São Francisco	1	34.137	0	0	0	1	0	0	0	0	0	42.000	0	42.000	

Fonte: Autoria Própria.

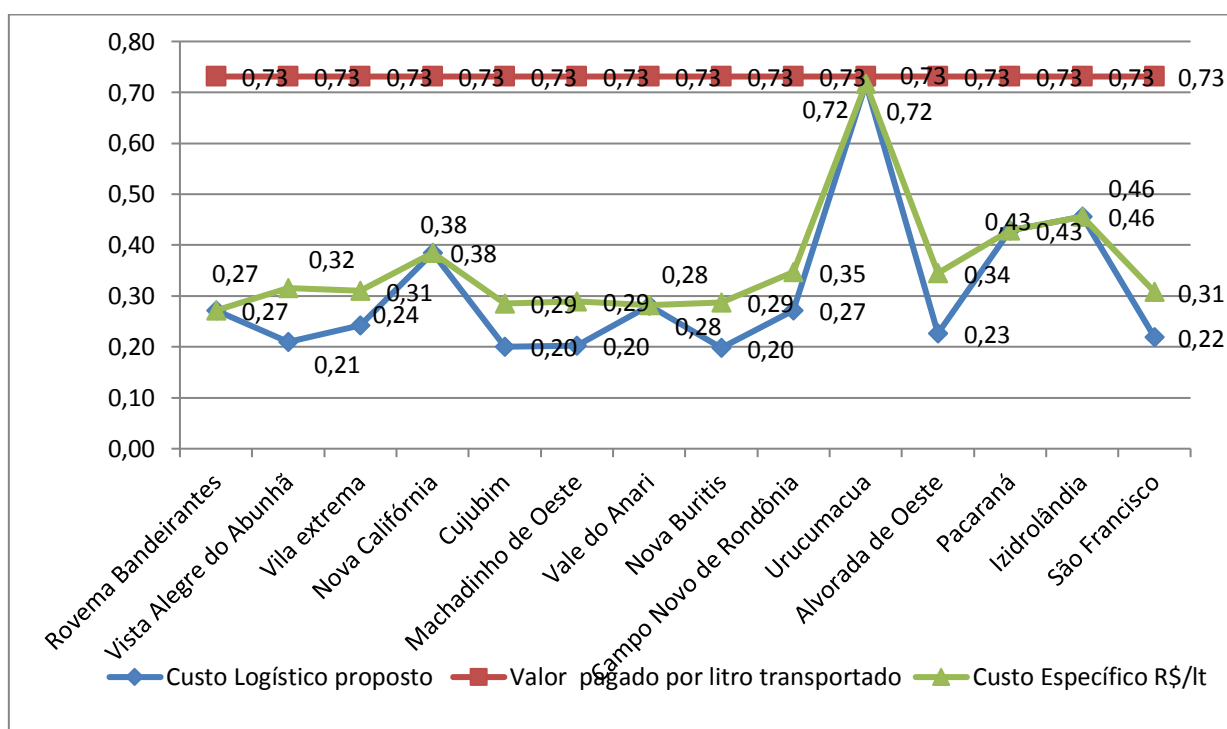
Aplicando os cálculos para obtenção de custos de transporte de diesel, obtém-se que para o esquema proposto o custo de transporte são os valores apresentados na tabela 39.

**Tabela 39.** Custos de transporte proposto e real

Usina	Custos de transporte proposto (R\$)	Custos de transporte real (R\$)
Rovema Bandeirantes	835.624	835.624
Vista Alegre do Abunhã	1.000.601	1.498.471
Vila extrema	744.233	9.513.27
Nova Califórnia	769.016	769.016
Cujubim	1.326.888	1.887.113
Machadinho de Oeste	2.129.110	3.056.929
Vale do Anari	849.779	852.828
Nova Buritis	3.152.185	4.546.835
Campo Novo de Rondônia	563.899,70	716.945,576
Urucumacua	287.598,35	287.598
Alvorada de Oeste	1.046.564,04	1.575.656
Pacaraná	344.074,88	344.074
Izidrolândia	133.191,99	133.191
São Francisco	1.746.009,40	2429.645

Fonte: Autoria Própria.

Das tabelas 35, 36, 37, e 38 se derivam os custos específicos para cada usina como é mostrado na figura 22.

**Figura 22.** Custo específico real e proposto para as usinas no modal Rodoviário

Pode-se observar que o frete que deu como resultado é menor de R\$0,7311/l para todas as usinas. A Usina com maior frete de transporte cujo valor foi de R\$ 0,717 /l corresponde a Urucumaçuã para os dois esquemas de custos de transporte (proposto e real). Ao observar o alto custo do frete para esta usina, foi reestruturada sua distribuição de carga. Para lográ-lo se procura utilizar um mesmo trecho rodoviário do transporte de diesel até a usina de Urucumaçuã e Pacaraná considerando que se pode usar um mesmo trecho para as duas usinas e compartilhar a carga no mesmo caminhão tanque. Foi utilizado o software QGIS, para a medição entre as usinas de Pacarana e Urucumacuã. A mínima distância medida foi de 194,307 km. Somando esse valor com a distância entre Porto Velho e Urucumaçuã soma um total de 812,19 km no trecho PV-Pacarana-Urucumaçuã. Se fossem somadas as rotas PV- Pacaraná e PV-Urucumaçuã os quilômetros percorridos seriam 1241,434. Obtendo uma diminuição do 34% utilizando o trajeto PV- Pacaraná- Urucumacuã até as usinas.

Para o anterior, foram redefinidas as viagens para a usina de Pacarana e Urucumaçuã. Ao redistribuir as cargas conjuntamente se considera um maior número de viagens para a para as duas usinas, mais utilizando um só caminhão e rota, se reduz na metade a quantidade de caminhões utilizados. O anterior, e considerado como carga compartilhada para mais de um cliente, neste caso duas usinas diferentes.

Inicialmente, o número de dias entre transportes para Pacaraná era de 12 e 10 para Urucumaçuã. O número foi reduzido para 9 dias. Na tabela 40, são reestruturados esses câmbios.

**Tabela 40.** Número de Transportes de diesel no ano e dias transcorridos entre as viagens requeridas definidas pela demanda

N	Usina	Transporte de Diesel no ano	Días entre transporte
1	Pacaraná	40	9
2	Urucumacuã	40	9

**Fonte:** Autoria Própria.

De acordo com a tabela anterior, seriam configuradas para 39 viagens de 26.141 litros para a usina de Pacarana, e 39 viagens de 13.596 litros para a usina de Urucumaçuã combinados para um mesmo caminhão de 42.000 litros. De acordo com esta distribuição, seriam transportados no ano uma quantidade de 1.019.499 litros para Pacaraná y de 530.244 litros para

Urucumaçuã. Além dessas quantidades seria feita uma última viagem para Pacaraná e Urucumaçuã de 26.103 litros e 13508 litros respectivamente. Como a quantidade para levar por viagem é menor da capacidade de armazenagem das usinas de 35.000 e 15.500 litros, não existe o problema de ficar sem combustível, pois a logística dos caminhões é organizada eficientemente minimizando o risco da usina ficar sem combustível.

De acordo as informações da empresa Rodocentro, equipamentos rodoviários os caminhões de 42.000 l disponíveis podem ser divididos até em 8 compartimentos. Amostrasse um modelo de caminhão tanque de 3 eixos na figura 23.

**Figura 23.** Tanque de 3 eixos



**Fonte:** (RODOCENTRO EQUIPAMENTOS RODOVIÁRIOS LTDA, 2017)

Fazendo a divisão dos compartimentos, o ideal seria definir 2 compartimentos do caminhão tanque para a usina de Pacaraná 28.000 litros, e para Urucumaçuã 14.000 litros, isso para todas as viagens durante o ano incluindo a quantidade excedente definida..

Na configuração da carga compartilhada seria ocupado o 95% do caminhão e o 94% na última viagem realizada.

Utilizando as fórmulas aplicadas na tabela 33, são obtidos os valores dos tempos de viagens para a carga compartilhada.

Segue a tabela 41, com as informações de tempos de transporte na Rota Porto Velho- Pacaraná-Urucumaçuã.

**Tabela 41.** Cálculo de tempos de viagens para a rota Porto Velho-Pacaraná-Urucumaçuã

<b>Rota</b>	<b>No de Horas de Transporte no trecho</b>	<b>Ida e volta + tempo de carregamento e descarregamento</b>	<b>No de dias</b>	<b>Arredondamento</b>
Porto Velho-Pacaraná- Urucumaçuã	16,24	36,49	4,05	5

**Fonte:** Autoria Própria.

Dos valores encontrados na tabela, 4 horas correspondem a Pacaraná e 12 a Urucumaçuã. Na célula dos tempos de ida e volta e carregamento e descarregamentos, o valor para o trecho compartilhado das usinas corresponde a 36 horas. O tempo arredondado transcorrido em dias equivale para Pacaraná de 2 y urucumaçuã de 3.

Na tabela 42, se encontra a comparação de custos logísticos para as rotas individuais das Usinas Pacarana e Urucumaçuã e o custo da rota compartilhada de Pv- Urucumacuã- Pacaraná por trajeto.

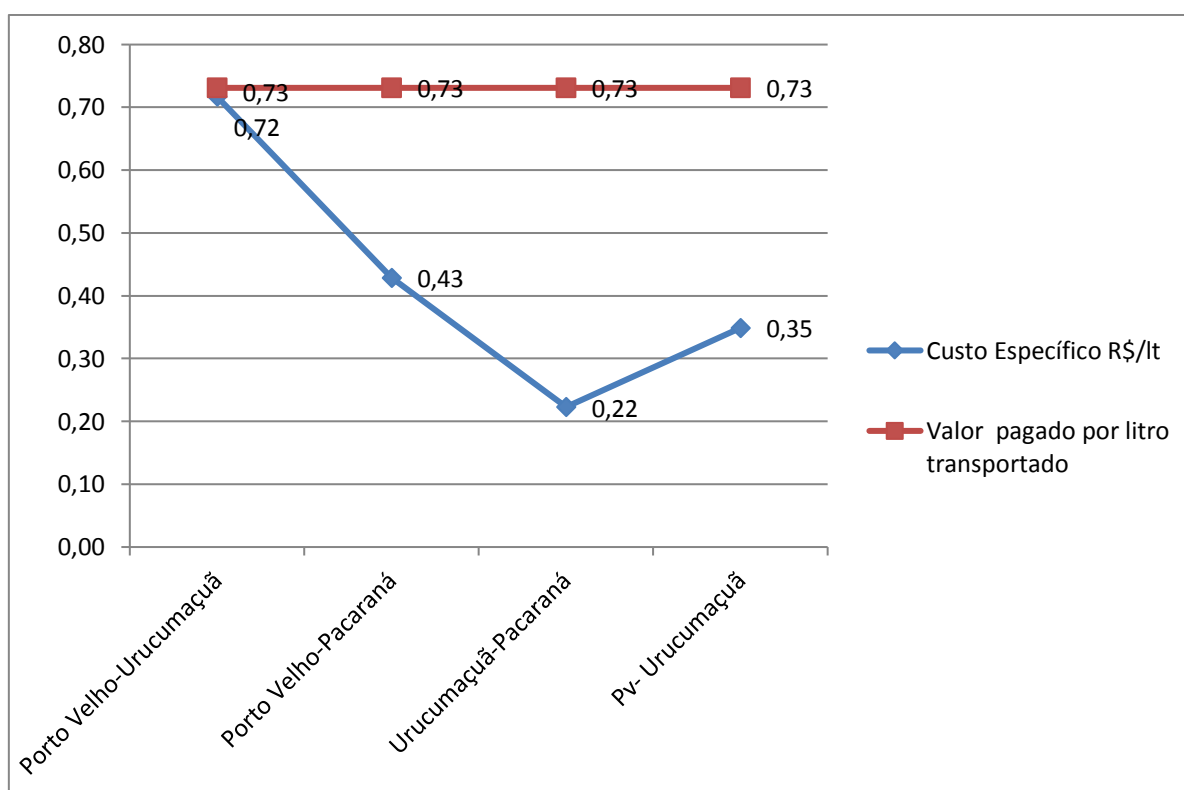
**Tabela 42.** Custos finais das usinas Urucumaçuã e Pacaraná através da rota compartilhada Porto Velho-Urucumaçuã – Pacaraná e direitas desde Porto Velho até as usinas

<b>Rota</b>	<b>Custo de Salário (R\$)</b>	<b>Seguro da carga (R\$)</b>	<b>Transporte (R\$)</b>	<b>Total por despacho (R\$)</b>	<b>Custo Logístico proposto (R\$)</b>	<b>Custos fixos (R\$)</b>	<b>Custos variáveis (R\$)</b>
Porto Velho-Urucumaçuã	55.107,30	4.290,00	287.598,30	346.995,70	389.882,80	238.675,30	48.923,00
Porto Velho-Pacaraná	46.569,60	8.249,40	344.074,80	398.893,90	448.195,40	283.431,90	60.642,90
Urucumaçuã-Pacaraná	20.697,60	8.249,40	178.824,80	207.771,90	233.451,60	162.296,10	16.528,60
Pv-Urucumaçuã	31.046,40	4.290,00	133.708,10	169.044,50	189.937,70	81.148,00	52.560,00

**Fonte:** Autoria Própria.

Como se pode observar o custo de seguro de carga não tem variação porque só depende da quantidade da carga anual demandada. Tem-se uma poupança de 49% em salários, custos fixos e variáveis de 51 e 37% (transporte), e do custo logístico em geral de 49%. Na figura 24 se evidencia a diminuição do custo específico por unidade de litro com rota compartilhada entre as duas usinas.

**Figura 24.** Comparação de fretes das Usinas de Urucumaçuã- Pacaraná por rota compartilhada e rotas direitas desde Porto Velho



Como se pode observar na figura 24, ao sugerir a rota compartilhada para as usinas, desce o valor do custo específico por unidade de litro para Urucumaçuã de 0,37 R\$/l e para Pacaraná de 0,21R\$/l representando poupança de 51% e 48% respectivamente.

Na tabela 43 se encontram organizados os valores de custo de transporte final para as 14 usinas estudadas incluindo o valor final para as usinas de Urucumaçuã e Pacaraná com a rota otimizada.



**Tabela 43.** Custos de transporte com otimização da rota Porto Velho- Urucumaçuã- Pacaraná

<b>Usina</b>	<b>Transporte incluindo rota otimizada (R\$)</b>
Rovema Bandeirantes	835.624,00
Vista Alegre do Abunhã	1.000.601,00
Vila extrema	744.233,00
Nova Califórnia	769.016,00
Cujubim	1.326.888,00
Machadinho de Oeste	2.129.110,00
Vale do Anari	849.779,00
Nova Buritis	3.152.185,00
Campo Novo de Rondônia	563.899,00
Urucumacuã	178.824,00
Alvorada de Oeste	1.046.564,00
Pacaraná	133.708,00
Izidrolândia	133.191,00
São Francisco	1.746.009,00

**Fonte:** Autoria Própria.

Outros custos adicionais como estoque do produto, armazenagem e administrativos, devem ser inclusos no custo logístico de distribuição para as 14 usinas. O estoque adiciona o valor de tempo ao produto, gerando sua disponibilidade até o cliente, enquanto a armazenagem envolve a administração dos espaços necessários utilizados no estoque do produto. (DE SOUZA, 2014) (SANTOS; DE QUEIROZ. Et al, 2016). O custo de armazenagem está composto pelos custos de carga e descarga, construção, vigilância, das instalações e equipamentos, aluguel, impostos, mão de obra, e limpeza e manutenção. Os custos de estoque estão determinados pelo valor de estoque em um tempo determinado e a taxa de retorno (SOARES, 2003).

Para determinar o custo de estoque e armazenagem (SOARES, 2003), são utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{Custo Estoque} = \text{Valor Estoque} \times \text{taxa de atratividade} \quad (25)$$

Onde:

$$\text{Valor Estoque} = \text{volume produto} \times \text{preço refinaria} \quad (26)$$

Taxa de atratividade=12%

Para as 14 usinas, o volume de diesel demandado ao ano corresponde a 81.76.560 lts, utilizando a taxa de atratividade de 12%, o estoque anual representa o valor de R\$ 8.809.587.,00

$$C_{arm} = C_{arm}(E_{Ra}) * E_{Ra} * Freq \quad (27)$$

Onde:

$C_{arm}(E_{Ra})$  = Custo unitário de armazenagem em função do volume movimentado

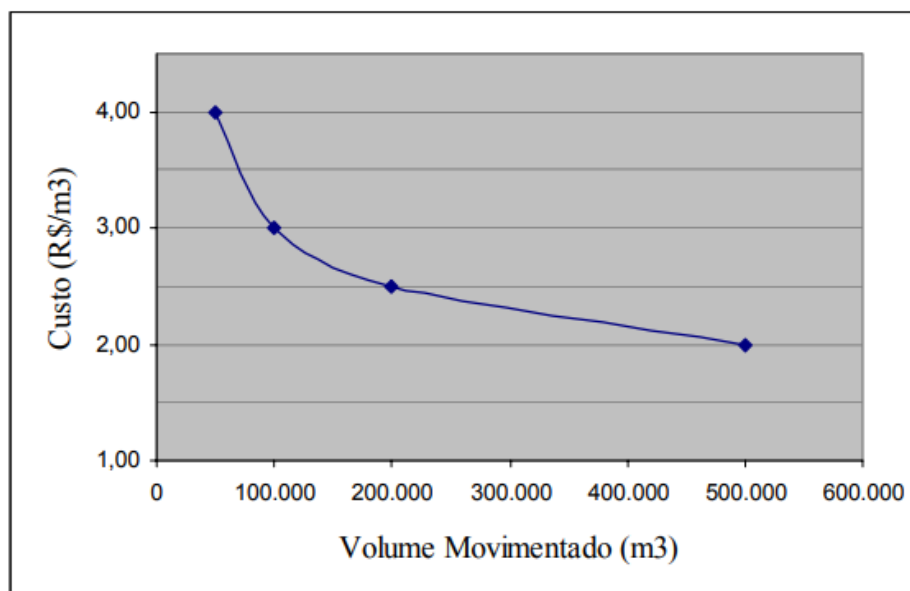
$E_{Ra}$  = soma do volume de todos os estoques das bases secundarias (8.809.587 lts)

Freq= frequência anual de abastecimento = 12 /val onde val= validade do produto em meses. (2 meses).

O custo unitário de armazenagem de acordo a base de dados da ANP, e representado na figura 25 para o ano 2001.

**Figura 25.** Custo de armazenagem em função ao volume movimentado para combustíveis a exceção de GLP

Fonte: (SOARES, 2003).



Tendo em conta a soma da tancagem das 14 usinas estudadas correspondente de  $1841m^3$ , é feita a conversão de seu volume movimentado. Além de aplicar-se IGP-M ao ano 2016:

$$R\$ = \underline{3r/m^3} * \underline{1.841m^3} = R\$/m^3 \ 0,05523 + 0,06487$$

*100.000m<sup>3</sup>*

*R\$=0,1201*

*C<sub>arm</sub> = 0,1201 \* 8.809.587 \* 6 vezes*

*C<sub>arm</sub> = 6.348.188 R\$*

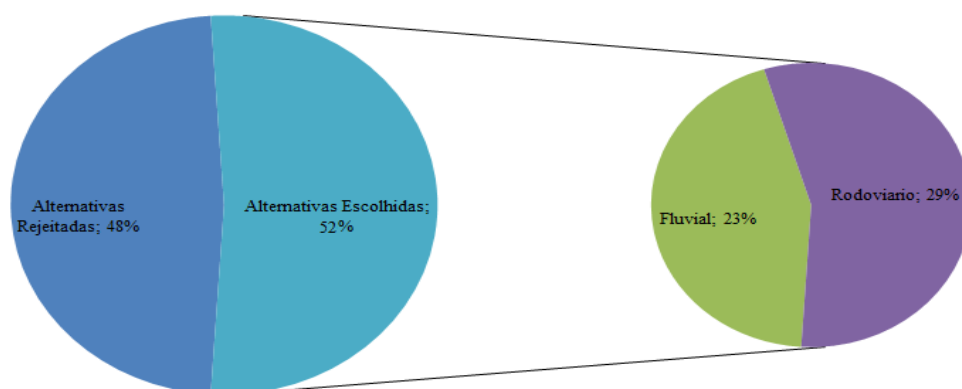
De acordo com as informações (ILOS, 2017), os custos administrativos aumentaram 1% no ano 2015 com relação aos últimos 6 anos anteriores. Tomando como referência esta porcentagem, fazendo uma aproximação para o ano do estudo de caso e considerando que os custos fossem mantidos, os custos representados em reais para o transporte de diesel seriam de R\$9.531.648,00 (4% da operação).

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foram encontradas, diferentes alternativas rodoviárias, na sua maioria para as usinas que estão distantes da capital Porto Velho que margeia o rio Madeira. Neste rio, se encontram as usinas mais isoladas do sistema elétrico da Rondônia. As usinas não têm contato direto com infraestrutura rodoviária sendo seu único trajeto o próprio rio Madeira.

Na obtenção de dados, não foi necessário utilizar as coordenadas geográficas para as usinas da margem do rio porque a informação foi fornecida pelas mesmas bases bibliográficas da empresa Eletrobrás. Compilando todas as alternativas obtém-se que, de 48 alternativas, só 25, foram escolhidas como ótimas pelo QGIS através da variável de função binária que elimina as alternativas mais longas das usinas com múltiplos caminhos. A representação desses valores em porcentagens se encontra no primeiro gráfico tipo pizza que compõe a figura 26.

**Figura 26.** Alternativas de transporte escolhidas de acordo ao caminho mais curto



Como se mostra na figura foram escolhidas como rotas ótimas, um total de 52% amostras. Desse 52%, o 23% corresponde as rotas fluviais, enquanto o outro 29% obedece às rotas rodoviárias.

Foram rejeitados, dois trechos fluviais, das 13 alternativas fluviais, sendo que as distâncias encontradas no modal fluvial são maiores nas usinas Rovema Bandeirantes e Vista Alegre do

Abunha, representando poupança em km de 10% para cada rota. Além disso, os dados técnicos completos foram obtidos para os fretes rodoviários.

Na tabela 44, encontra-se a redução em quilômetros, das distâncias medidas para as usinas com distintas alternativas de caminhos com relação ao seu caminho mais longo.

**Tabela 44.** Km reduzidos por caminho para as usinas de Cujubim, Machadinho de Oeste, Vale do Anari, Nova Buritis e Campo Novo de Rondônia.

<b>Distância medida</b>	<b>Rota</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Modal</b>	<b>Km reduzidos</b>	<b>% reduzida</b>
Porto Velho-Cujubim	Rota 3	357,653	Rodoviário	–	–
	Rota 2	250,164		107,489	30%
	Rota1	220,834		136,819	38%
Porto Velho-Machadinho de Oeste	<b>Rota</b>	<b>Distância (km)</b>		<b>Km reduzidos</b>	<b>% reduzida</b>
	Rota 4	396,428		–	–
	Rota 3	391,466		4,962	1%
	Rota 2	330,044		66,384	17%
	Rota 1	300,021		96,407	29%
Porto Velho- Vale do Anari	<b>Rota</b>	<b>Distância (km)</b>		<b>Km reduzidos</b>	<b>% reduzida</b>
	Rota 11	402,732		–	–
	Rota10	398,435		4,297	1%
	Rota 9	386,459		16,273	4%
	Rota 8	367,048		35,684	9%
	Rota 7	366,505		36,227	10%
	Rota 6	347,555		55,177	15%
	Rota 5	341,596		61,136	18%
	Rota 4	341,358		61,374	18%
	Rota 3	339,838		62,894	18%
	Rota 2	337,357		65,375	19%
Rota 1	309,495	93,237		28%	
Porto Velho-Nova Buritis	<b>Rota</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Km reduzidos</b>	<b>% reduzida</b>	
	Rota 5	373,727	–	–	
	Rota 4	360,691	13,036	3%	
	Rota 3	353,37	20,357	6%	
	Rota 2	346,898	26,829	8%	
Rota 1	323,131	50,596	15%		

Porto Velho-Campo Novo de Rondônia	Rota	Distância (km)		Km reduzidos	% reduzida
	Rota 3	343,331		-	-
	Rota 2	339		4,331	1%
	Rota 1	332,86		10,471	3%

Fonte: Autoria Própria.

Das 14 rotas rodoviárias, 5 foram reduzidas em km através do aplicativo caminho mais curto. As rotas ótimas encontradas foram para as usinas Cujubim, Machadinho de Oeste, Vale do Anari, Nova Buritis e Campo Novo de Rondônia, com uma poupança em km de 38%, 29%, 28%, 15% e 3% respectivamente.

Se fosse comparado o custo da logística de distribuição para as usinas com múltiplas alternativas, a poupança (\$R/l e %) obtida por rota seria o valor representado na tabela 45, no esquema real:

**Tabela 45.** Poupança (\$R/l e %) dos custos de distribuição das 14 usinas estudadas no esquema real

	Rota	Poupança (\$R/l)	Poupança (%)
PV- Cujubim	Rota 1	R\$ 60.705,52	3,51%
	Rota 2	R\$ 47.692,03	2,76%
	Rota 3	-	-
PV- Machadinho de Oeste	Rota 1	R\$ 67.848,30	2,48%
	Rota 2	R\$ 46.719,03	1,71%
	Rota 3	R\$ 3.492,10	0,13%
	Rota 4	-	-
PV- Vale do Anari	Rota 1	R\$ 57.860,48	5,17%
	Rota 2	R\$ 56.310,34	5,03%
	Rota 3	R\$ 55.563,38	4,96%
	Rota 4	R\$ 55.105,75	4,92%
	Rota 5	R\$ 55.034,10	4,92%
	Rota 6	R\$ 53.240,01	4,76%
	Rota 7	R\$ 47.534,70	4,25%
	Rota 8	R\$ 47.371,22	4,23%
	Rota 9	R\$ 41.527,12	3,71%
	Rota 10	R\$ 37.921,48	3,39%
	Rota 11	-	-
PV- Nova Buritis	Rota 1	R\$ 51.866,65	1,30%

	Rota 2	R\$ 27.502,77	0,69%
	Rota 3	R\$ 20.868,24	0,52%
	Rota 4	R\$ 13.363,38	0,34%
	Rota 5	-	-
PV- Campo Novo de Rondônia	Rota 1	R\$ 2.076,66	0,29%
	Rota 2	R\$ 858,95	0,12%
	Rota 3	R\$ 0,00	0,00%

Ao conferir o custo da logística de distribuição para as usinas com múltiplas alternativas, a poupança (\$R/l e %) obtida por rota seria o valor representado na tabela 46 no esquema proposto:

**Tabela 46.** Poupança (\$R/l e %) dos custos de distribuição das 14 usinas estudadas no esquema proposto

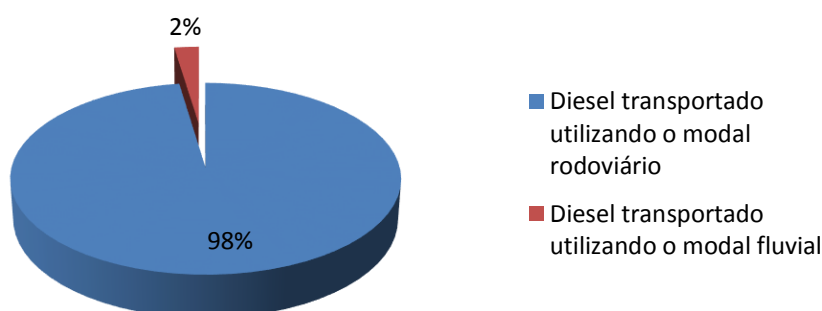
	Rota	Poupança (\$R/l)	Poupança (%)
PV- Cujubim	Rota 1	R\$ 93.850,98	3,95%
	Rota 2	R\$ 73.732,07	3,10%
	Rota 3	-	-
PV- Machadinho de Oeste	Rota 1	R\$ 104.814,02	2,67%
	Rota 2	R\$ 72.172,91	1,84%
	Rota 3	R\$ 5.394,70	0,14%
	Rota 4		
PV- Vale do Anari	Rota 1	R\$ 65.106,32	6,47%
	Rota 2	R\$ 56.682,95	5,63%
	Rota 3	R\$ 55.932,88	5,55%
	Rota 4	R\$ 55.473,35	5,51%
	Rota 5	R\$ 55.401,40	5,50%
	Rota 6	R\$ 53.599,84	5,32%
	Rota 7	R\$ 47.870,79	4,75%
	Rota 8	R\$ 47.706,63	4,74%
	Rota 9	R\$ 41.838,20	4,16%
	Rota 10	R\$ 38.217,56	3,80%
	Rota 11	-	-
PV- Nova Buritis	Rota 1	R\$ 81.242,80	1,58%
	Rota 2	R\$ 43.079,75	0,84%
	Rota 3	R\$ 32.687,56	0,64%
	Rota 4	R\$ 20.932,11	0,41%
	Rota 5	-	-
	Rota 1	R\$ 2.614,60	0,33%

PV- Campo Novo de Rondônia

Rota 2	R\$ 1.081,45	0,13%
Rota 3	-	-

Na figura 27, é representada, a quantidade de diesel transportado por modal para as usinas de Rondônia.

**Figura 27.** Representatividade da carga de acordo ao modal utilizado

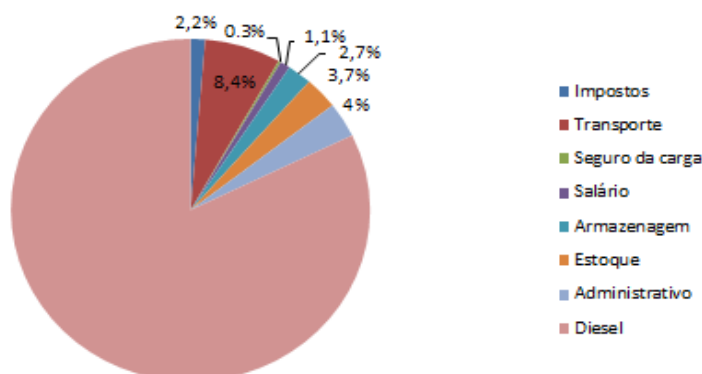


Como resultado, foram obtidas 14 rotas rodoviárias, para o transporte de diesel demandado no estado. Neste modal, é transportado 98%, da carga total. Pode se observar que o modal rodoviário predomina no transporte de cargas na maioria dos municípios de Rondônia, e a representatividade da carga se encontra favorável para este modal. Apesar de serem 10 usinas com rotas fluviais de um total de 25, a quantidade de diesel para transportar só é de 2.136.842,00 litros anuais do total de 87.657.581,00 litros que devem ser transportados ao ano no estado de Rondônia.

Partindo que o custo do diesel obtido para o Porto Velho é de R\$ 2,915 /l, o valor da sua logística para as 14 usinas estudadas, é representado nas figuras 28 e 29 onde se detalham as porcentagens para cada custo de distribuição do diesel feito na Rondônia, resultado dos cálculos obtidos no esquema real e proposto de distribuição de diesel.



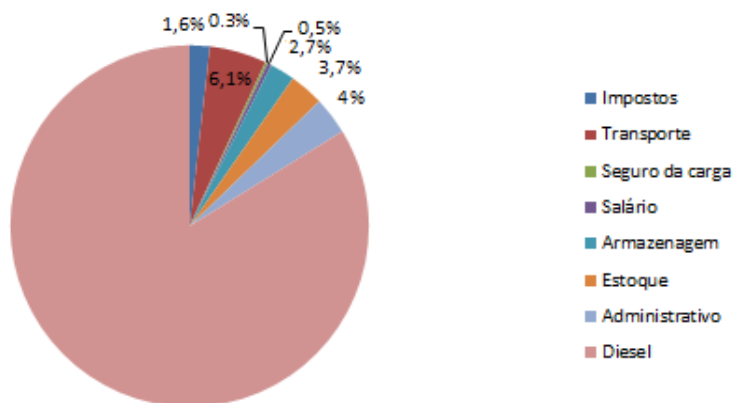
**Figura 28.** Porcentagem do custo logístico real de distribuição de diesel na Rondônia para as 14 usinas estudadas.



De acordo as informações da Confederação Nacional de transporte, entre os anos 2014 e 2015, o custo logístico no Brasil aumento aproximadamente 1,8%, levando as empresas a sofrerem drasticamente esse aumento e obterem custos de até 30%.

As empresas de carga que geram maiores custos logísticos são aquelas que trabalham no transporte de longa distância e seus custos logísticos logram alcançar até 44% de na estrutura de seus custos gerais. (PLANEGONDA, 2016). Na figura 28, se pode observar que do preço do diesel, os custos de distribuição na Rondônia são do valor de 22,3% onde são inclusos impostos (ICMS, COFINS, PIS, IRPJ, CSLL), transporte, seguro do produto, salários, armazenagem, estoque e administrativos.

**Figura 29.** Porcentagem de custo logístico proposto de distribuição de diesel na Rondônia para as 14 usinas estudadas.

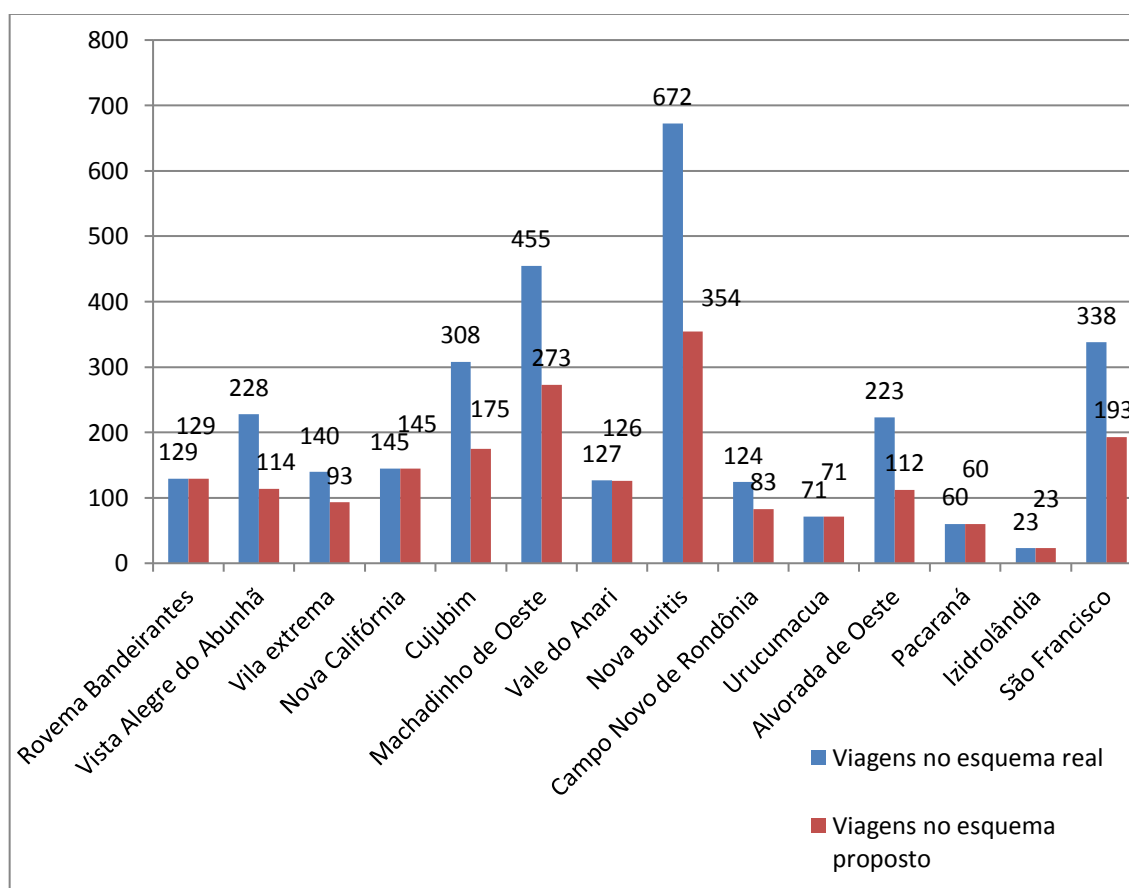


Na figura 29, ao comparar os resultados dos custos gerados no esquema proposto com o custo real, observa-se uma redução na porcentagem impostos de 0,6%. Observa-se que são reduzidas as porcentagens de transporte e salários com 2,3% e 0,6% respectivamente.

O custo logístico obtido no esquema real, comparado com o custo de distribuição de diesel no nível nacional da figura 16, foi 6,2% maior, tendo em conta o baixo investimento nas rodovias da região Norte que afeta os custos logísticos.

Na figura 30, é representada a diferença do número de transporte anual utilizado para abastecer a demanda de diesel nos dois esquemas de transporte estudados. As barras azuis representam o transporte feito com a distribuição de diesel utilizando caminhões com capacidade de carga a partir de 10.000 a 30.000 litros, enquanto as barras vermelhas representam quantidades desde 10.000 até 60.000 litros.

**Figura 30.** Transportes utilizados no esquema real e proposto de transporte

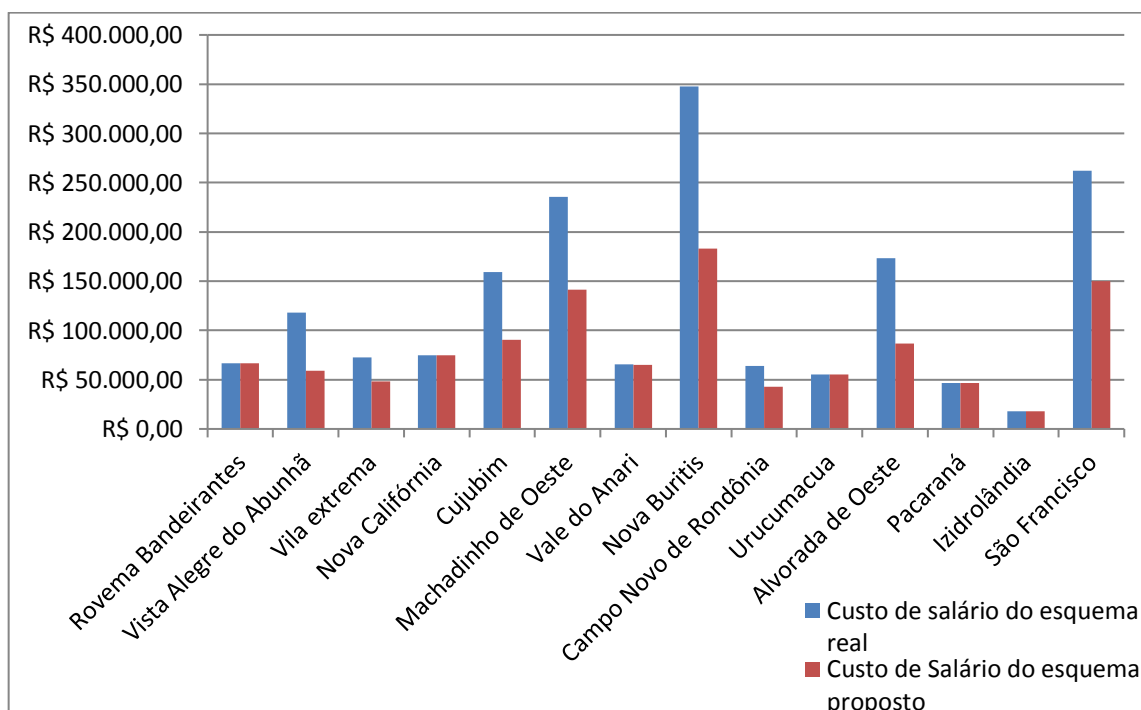


A distribuição das cargas foi feita utilizando mínimos dois caminhões no abastecimento do total demandado por cada usina. Se é utilizado um caminhão, por exemplo de 60.000 litros para uma usina que demanda os mesmos 60.000 litros pode-se arriscar que a usina fique sem combustível. Tendo em conta, o anterior, não consegue-se aumentar a capacidade dos caminhões das usinas Roveima Bandeirantes, Nova Califórnia, Urucumaçuã, Pacaraná e Izidrolândia porque se afetaria drasticamente a qualidade da geração de energia elétrica ainda que o custo de transporte fosse diminuído consideravelmente no âmbito económico.

As Usinas onde se observa maior quantidade de redução de transportes são a Usinas Vista Alegre do Abunhã e Alvorada de Oeste com uma redução de 50% de utilização de transportes. Para as usinas de Nova Buritis, Cujubim, São Francisco, Machadinho de Oeste, Vila Extrema e Campo Novo de Rondônia o valor corresponde a uma redução transportes de 47% , 43, 43 % , 40% , 34% e 33% respectivamente. A usina que obteve valor de redução foi a Usina de Vale de Anari com um 1%.

Na figura 31, são representados os custos anuais dos salários de transporte de diesel gerados por usina no esquema atual e específico de distribuição de cargas de transporte de diesel.

**Figura 31.** Comparação de custos de salários gerados no transporte de diesel por usina para os esquemas de transporte real e proposto



A usina com maior quantidade de custos de salários é representada por Nova Buritis cujo valor no esquema real deu como resultado R\$ 347.719,68, enquanto para o esquema proposto o resultado foi de \$183.173,76 e o valor menos representativo de diminuição foi da Usina de Vale do Anari com resultados de poupança utilizando o esquema proposto de \$517,44 reais.

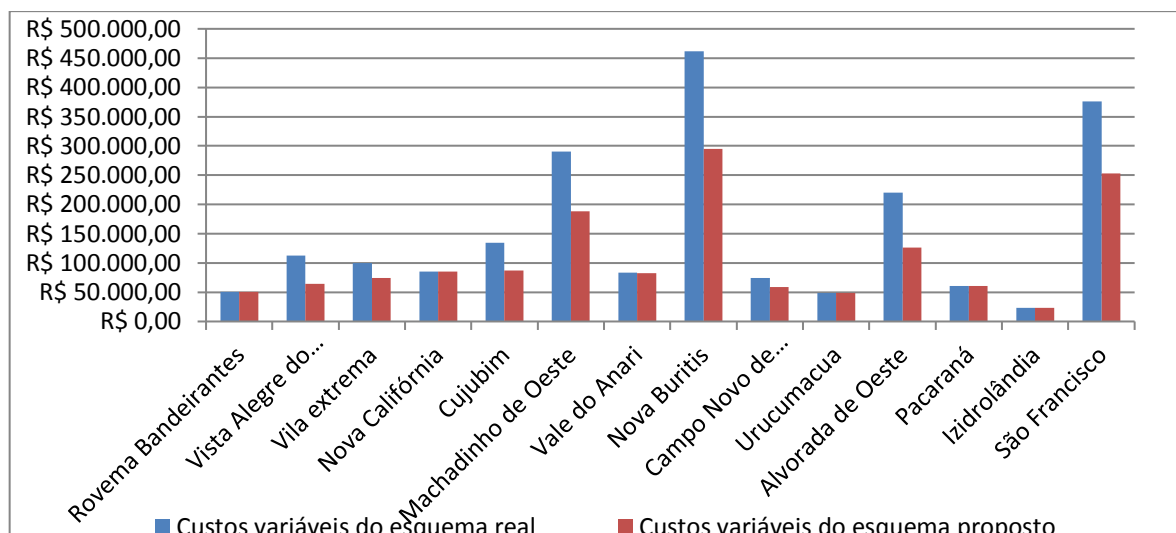
Ao igual que na figura anterior, os valores das usinas de Roveima Bandeirantes, Nova Califórnia, Urucumaçuã, Pacaraná e Izidrolândia, não contem variações e as porcentagens de poupança são iguais para as demais usinas. Se forem somados os valores economizados de salários do esquema proposto com relação ao esquema atual, o total seria de R\$ 631.276,80. A relação de poupança utilizando o esquema proposto seria o definido na tabela 47 para cada usina:

**Tabela 47.** Valores (R\$) de Poupança obtidos ao utilizar o esquema proposto de distribuição de diesel

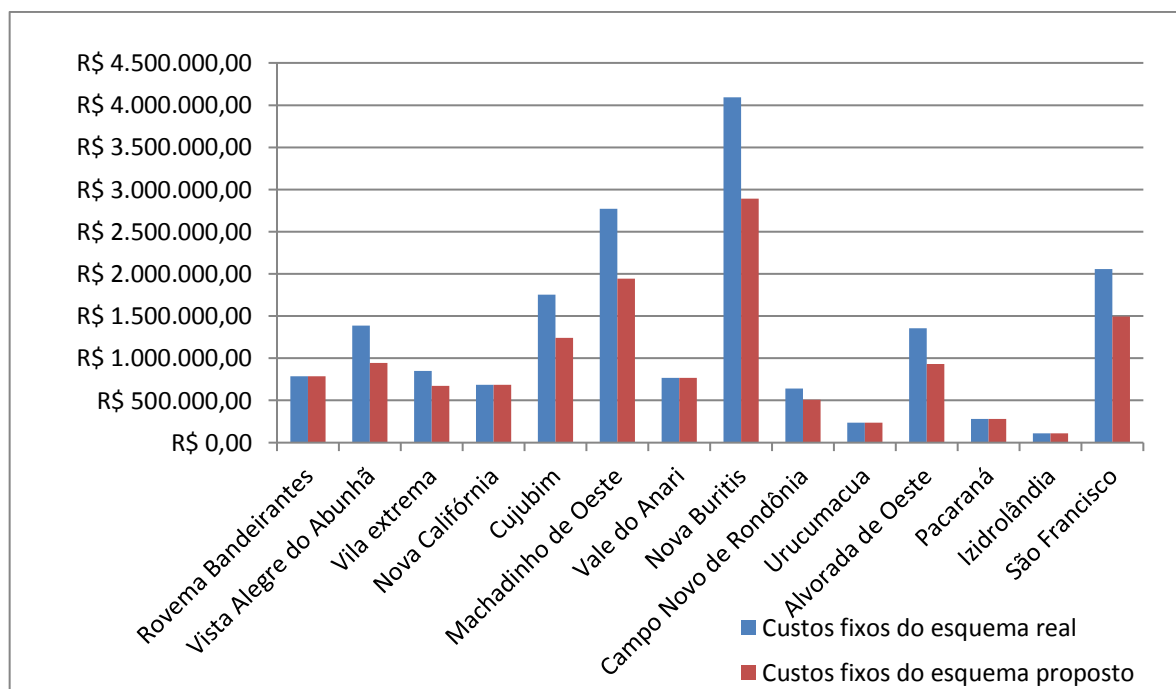
<b>Usina</b>	<b>Poupança (R\$)</b>
Rovema Bandeirantes	0
Vista Alegre do Abunhã	58988,16
Vila extrema	24319,68
Nova Califórnia	0
Cujubim	68819,52
Machadinho de Oeste	94174,08
Vale do Anari	517,44
Nova Buritis	164545,92
Campo Novo de Rondônia	21215,04
Urucumacuã	0
Alvorada de Oeste	86153,76
Pacaraná	0
Izidrolândia	0
São Francisco	112543,20

**Fonte:** Autoria Própria.

Nas figuras 32 e 33 podem-se observar os custos fixos e variáveis, e a comparação dos esquemas atual e proposto de distribuição de diesel nos caminhões.

**Figura 32.** Custos variáveis do esquema atual e proposto de distribuição de diesel nos caminhões tanque

O custo variável de cada usina corresponde a menos do 11% do valor de um custo variável. Note-se a diferença nas quantidades, por exemplo, para Nova Buritis os custos variáveis oscilam entre R\$ 294.808 e pouco mais de R\$461.782 em quanto seus custos fixos representam entre R\$ 2.500.000 e R\$ 4.000.000 de reais.

**Figura 33.** Custos fixos do esquema atual e proposto de distribuição de diesel nos caminhões tanque

Na tabela 48 são listados com detalhe, os valores correspondentes aos custos gerados pelas usinas para cada esquema.

**Tabela 48.** Custos fixos e propostos para cada usina

<b>Usina</b>	<b>Custos fixos do esquema proposto (R\$)</b>	<b>Custos variáveis do esquema proposto (R\$)</b>	<b>Custos fixos do esquema real (R\$)</b>	<b>Custos variáveis do esquema real (R\$)</b>
Rovema Bandeirantes	785.107,71	50.516,90	785.107,71	50.516,90
Vista Alegre do Abunhã	936.334,85	64.266,43	1.387.632,23	112.317,44
Vila extrema	669.894,93	74.338,27	852.054,88	99.986,97
Nova Califórnia	683.598,23	85.418,58	683.598,23	85.418,58
Cujubim	1.239.683,74	87.204,27	1.754.643,53	134.818,15
Machadinho de Oeste	1.941.191,32	187.919,60	2.769.178,35	290.303,64
Vale do Anari	766.849,39	82.930,37	770.211,01	83.275,52
Nova Buritis	2.857.376,93	294.808,94	4.089.863,41	461.782,35
Campo Novo de Rondônia	505.146,82	58.752,88	642.973,42	73.972,16
Urucumacã	238.675,33	48.923,02	238.675,33	48.923,02
Alvorada de Oeste	919.871,42	126.692,63	1.357.201,70	220.431,89
Pacaraná	283.431,92	60.642,96	283.431,92	60.642,96
Izidrolândia	110.011,14	23.180,84	110.011,14	23.180,84
São Francisco	1.492.910,73	253.098,68	2.054.379,44	376.381,52

**Fonte:** Autoria Própria.

Desagregando custos fixos, o custo maior o representa a depreciação do veículo, segue remuneração, seguro do casco, licenciamento obrigatório, IPVA e finalmente gastos em comunicação. O valor total de custos fixos economizados entre as usinas estudadas corresponde ao valor de R\$4.348.877,85 e custos variáveis de R\$ 623.257,59 (24 e 29% respectivamente).

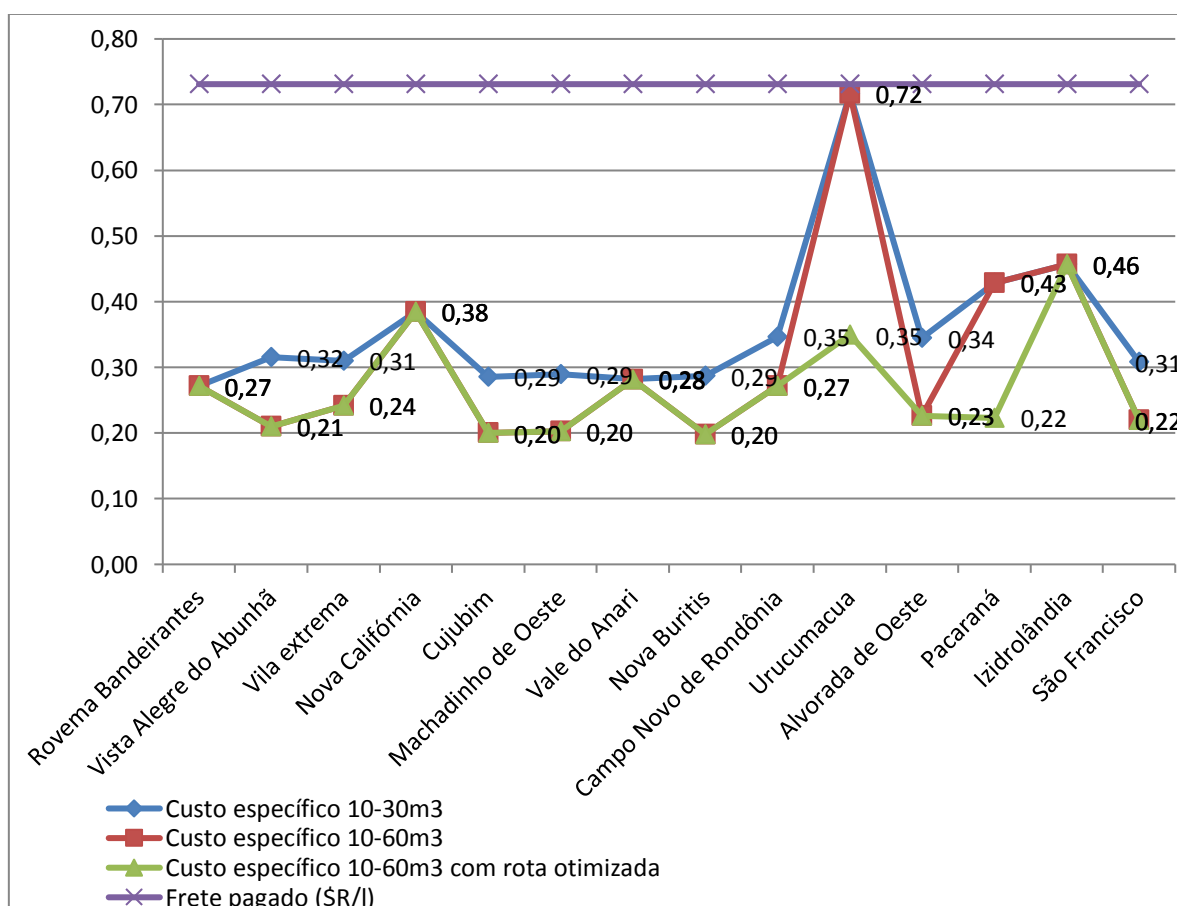
Considerando a rota compartilhada, e construída a tabela 49, onde se anexam os custos fixos e variáveis do esquema proposto com rota otimizada.

**Tabela 49.** Custos fixos e variáveis rota Urucumacua- Pacaraná

Usina	Custos fixos do esquema proposto com rota otimizada (R\$)	Custos variáveis do esquema proposto com rota otimizada (R\$)
Pv- Urucumacua -Pacaraná	243.444,25	69.088,71

Fonte: Autoria Própria.

Somando os valores do esquema proposto inicialmente sem incluir a rota ótima para Pacaraná e Urucumacua o valor corresponde a R\$ 522.107,25 para custos fixos e \$109.565,98 para custos variáveis, ao comparar esses valores com os da tabela 48, se se utiliza a rota ótima se obterá uma poupança de 51% e 37% para as usinas de Urucumacua e Pacaraná..

**Figura 34.** Custos específicos incluindo a rota otimizada para as usinas estudadas

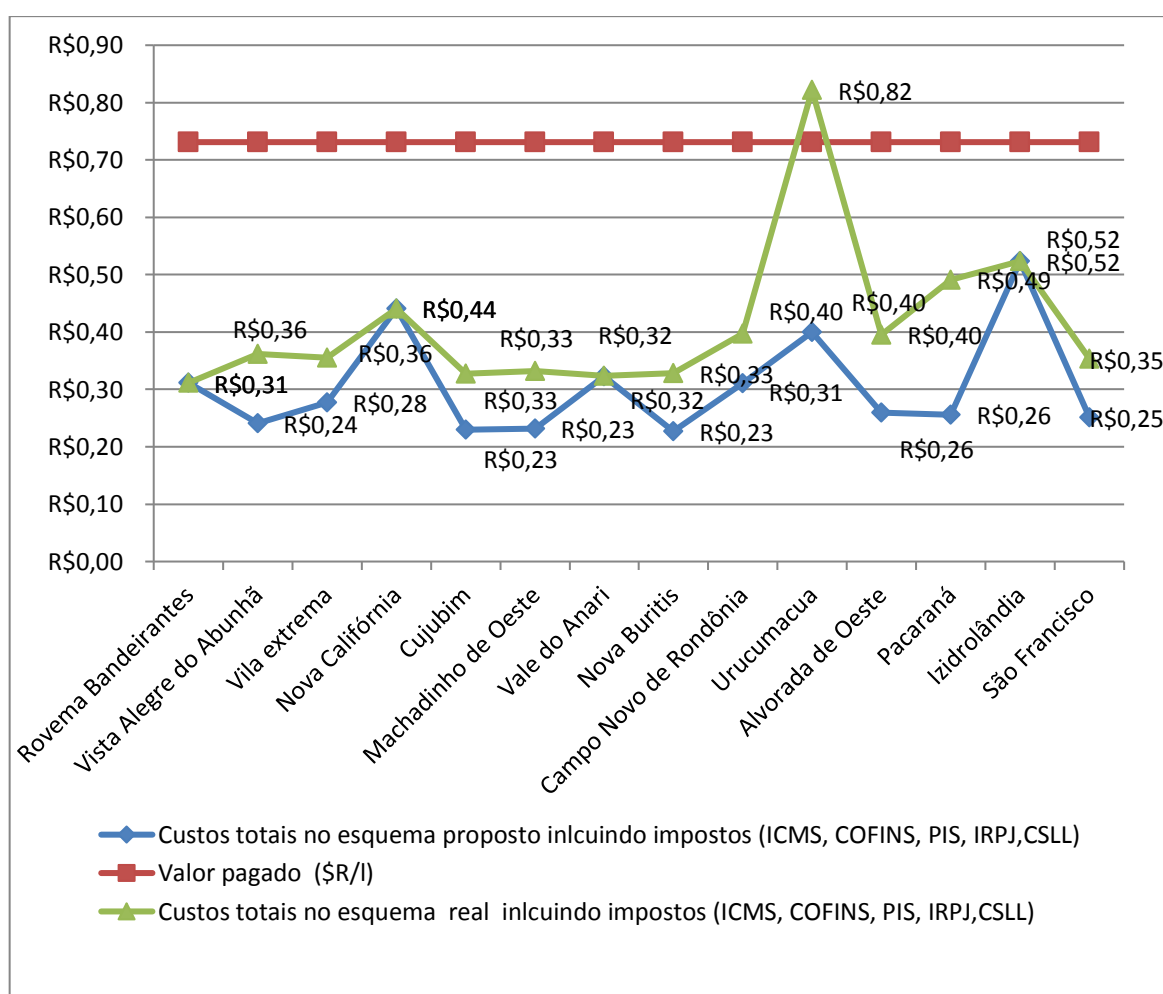
Como se pode observar na figura 34, foi reduzido o valor de R\$/l 0,72 a R\$/l 0,35 para Urucumacua, e uma redução de R\$/l 0,43 a R\$/l 0,22. Ao propor a rota compartilhada entre as

duas usinas, já o custo que representa o transporte da usina de Urucumaçuã para a empresa distribuidora diminui, gerando lucro no desenvolvimento das suas operações logísticas.

Outros benefícios de utilizar a rota de carga compartilhada foram que a quantidade total de transportes utilizados foi diminuída de 131 até 40 viagens.

Na figura 35, são adicionados os custos de impostos pagos ao estado pela distribuidora, pelo tanto o custo gerado por unidade se encontra detalhado para as 14 usinas, no esquema real e esquema proposto.

**Figura 35.** Custos logísticos incluindo impostos pagos pela distribuidora de diesel para as 14 usinas estudadas.



Como se pode observar na figura 35, ao ser incluídos os impostos para a usina de Urucumaçuã, não se gera lucro na operação, a exceção das demais usina que se encontram baixo a linha do valor pago por unidade de litro para a distribuidora em operação. Comparando



com a figura xx(sim impostos) se pode observar que aumenta o valor mais alto corresponde a Izidrolândia com \$R0,07/l e Nova Califórnia com 0,06%, e o menor com Cujubim, Machadinho de Oeste e Nova Buritis com \$R 0,03/l adicional de impostos.

Para o cálculo de custo de transporte rodoviário no trecho Manaus- Porto Velho foi considerado o consumo de combustível dos caminhões da base de dados do TRC. Aqui, especialistas recomendam, de acordo aos estudos de uma empresa paranaense, economizar custos de combustível através do alinhamento do caminhão. Dai, foi tomado como base, o valor de 1,88 km /l, por ser um valor real. (GUIA DO TRC, 2017a). Além disso, partindo do suposto que os carros e tenham um rendimento meio e se encontrem em condições aceitáveis de trabalho, e cuja velocidade meia do veículo seja por volta de 50 km/h, além de que a rodovia e federal (BR 364).

Para o indicador de nível de serviço, até as usinas, o modal de transporte influi diretamente nos custos e tempos a nível operacional. Isso e comprovado, na tabela 34, onde os maiores tempos foram para as usinas cujo transporte determinado foi o fluvial, e que se encontram longo de Porto Velho, como Surpresa, Costa Marques e Pedras Negras cujos tempos obtidos foram de 7, 13 e 14 dias, enquanto se fossem dobradas as distâncias para as usinas de São Francisco, Machadinho de Oeste e Alvorada de Oeste (modal rodoviário), o resultado obtido em km fosse parecido com essas usinas fluviais, e seu trajeto demoraria 5, 3, e 6 dias somente. Obviamente, pelas características geográficas da região e falta de rodovias perto destas usinas e inviável o transporte rodoviário para elas ao igual que as que ficam embaixo do rio madeira.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho oferece aumentar a capacidade dos caminhões tanque utilizados no esquema atual de transporte de cargas de Rondônia na procura de alternativas de diminuição de custos. A avaliação realizada é factível no âmbito econômico e logístico, devem-se levar em consideração as condições das rodovias do estado e outros fatores que estão fora do alcance do estudo como a disponibilidade dos caminhões de maior carga. Foi feito um levantamento de custos de transporte comparando dois esquemas de distribuição de cargas, um esquema real e um esquema proposto. Após a análise de dados se pode concluir que no esquema proposto descem os custos, obtendo-se uma poupança 13% no total da operação de transporte feito para as 14 usinas estudadas (incluindo impostos), desce o custo de \$R 53.017.967 a \$R 46.173.077,90 de acordo aos resultados obtidos nos cálculos.

Como alternativa de redução de rota, foi proposto um mesmo trajeto desde Porto Velho até as usinas termelétricas de Urucumaçuã e Pacaraná. Aqui, são reduzidos os dias de transporte de diesel a 9 e é aumentada a quantidade de viagens ao ano do combustível. Ao ser acomodado o diesel das duas usinas no mesmo caminhão tanque, não é afetado seu custo de transporte, apesar de que são feitas mais viagens com relação aos trajetos percorridos separadamente para cada usina, ao contrario ao usar só um caminhão e diminuído o salário, custos variáveis, e fixos. Ao comparar as figuras 24 e 34, se pode observar que na figura 24 o custo de transporte de diesel ate Urucumaçuã representava um custo geralmente alto, já na figura 34, se encontra o custo específico reduzido. Multiplicando pela quantidade de litros necessários ao ano, a representatividade da poupança calculada corresponde para Urucumacuã e Pacaraná de um 51 e 37% respectivamente.

Ao retomar os objetivos propostos no item 1.2 capítulo 1, foram desenvolvidas pesquisas a través das principais fontes de dados do setor energético como a ANEEL, Eletrobrás, ONS, combustíveis como a ANP, Petrobras e do setor transporte como a GUIA DO TRC, fontes indispensáveis para a obtenção de dados que permitiram esquematizar e dar cumprimento na análise de custos planejada no terceiro objetivo específico. Alguns dados saem do alcance do trabalho, pela especificidade que representam e os dados técnicos envolvidos. No cumprimento deste objetivo, os custos desenvolvidos foram direcionados para o transporte no modo rodoviário, fazendo uma análise do 98% do diesel demandado pelo estado da Rondônia nos sistemas isolados. Com relação ao segundo objetivo planejado, o aplicativo caminho mais curto

permitiu identificar os trajetos ate as usinas e medir quantitativamente, em km, suas distâncias. De acordo as características do estado, foram obtidas diferentes alternativas de trajetos para 5 usinas das 14 estudadas no modal rodoviário. No anexo E, se encontram os nomes das rodovias federais e estaduais consideradas para o desenvolvimento da metodologia de trabalho.

Para futuros trabalhos, é recomendado analisar-se o aumento das capacidades dos reservatórios das termelétricas, de tal maneira a reduzir os custos e melhorar o nível de serviço na geração de energia nas áreas isoladas. Para isso é recomendado um estudo de factibilidade. A norma NBR 7505-1 contém os requisitos técnicos para a armazenagem de líquidos inflamáveis, tamanhos de reservatórios e outras características que servem de guia para as condições nas que se constrói um reservatório. O presente documento serve de referência para fazer uma comparação entre o custo de geração através de óleo diesel e de alternativas renováveis como palma que já está no país como combustível para geração de energia.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Bacia amazônica: Plano nacional de integração hidroviária.** Santa Catarina: ANTAQ, 2013. 64 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Banco de Informações de Geração: Usinas do tipo UTE em Operação.** Brasília. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016a. 106 p. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/CombustivelListaUsinas.asp?classe=F?ssil&combustivel=1&fase=3>>. Acesso em: 1 jul. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico.** Brasília. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016b. 1 p. Disponível em: <<http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html>>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Uso de Derivados de Petróleo na Geração de Eletricidade.** Brasília. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016c. 4 p. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/petroleo/7\\_3.htm](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/petroleo/7_3.htm)>. Acesso em: 1 mar. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Planejamento estratégico.** Brasília: Agência Nacional de Transportes Terrestres, 2015. 2 p. Disponível em: <[http://www.antt.gov.br/textogeral/planejamento\\_estrategico.html](http://www.antt.gov.br/textogeral/planejamento_estrategico.html)>. Acesso em: 09 nov. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Planilha de Simulação de Custo de Transporte de Cargas.** Brasília: Agência Nacional de Transportes Terrestres, 2016. 2 p. Disponível em: <[http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/42064/Planilha\\_de\\_Simulacao\\_de\\_Custo\\_da\\_Operacao\\_de\\_Transporte\\_de\\_Cargas.htmlplanilla](http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/42064/Planilha_de_Simulacao_de_Custo_da_Operacao_de_Transporte_de_Cargas.htmlplanilla)>. Acesso em: 8 ago. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Registro nacional de transportadores rodoviários de cargas.** Brasília: Agência Nacional de Transportes Terrestres, 2017. 3 p.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **A abertura do mercado de abastecimento de combustíveis: a nova estrutura tributária e a evolução da desregulamentação de preços.** Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2002. 15 p.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Bancos de Dados de Exploração e Produção.** Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2015. 2 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=8358>>. Acesso em: 1 jan. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.  
**Combustíveis Líquidos.** Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2016a. 2 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/petroleo-e-derivados2/combustiveis>>. Acesso em: 11 ago. 2016a.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.  
**Como funciona a distribuição de combustíveis líquidos no Brasil.** Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2016. 2 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=78582&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1472498897857>>. Acesso em: 29 ago. 2016b.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.  
**Distribuição e Revenda.** Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2016c. 2 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=2880>>. Acesso em: 29 ago. 2016c.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.  
**Estrutura de formação de preços do diesel.** Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2016d. 6 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=41230>>. Acesso em: 10 out. 2016d.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.  
**Relação dos Distribuidores, Bases, Cessão de Espaço, Contrato de fornecimento, quotas e entregas.** Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2016e. 2 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/distribuicao-e-revenda/distribuidor/combustiveis-liquidos/relacao-dos-distribuidores-bases-cessoes-de-espaco-contrato-de-fornecimento-quotas-e-entregas>>. Acesso em: 10 out. 2016e.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.  
**Rodovias Federais.** Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2016f. 5 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round2/pdocs/pinfra/Prodovias.htm>>. Acesso em: 19 out. 2016f.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.  
**Sistema de Levantamento de Preços.** Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2016g. 1 p. Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo\\_Ultimos\\_Meses\\_Index.asp](http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Ultimos_Meses_Index.asp)>. Acesso em: 18 jul. 2016g.

ALMEIDA, Ciceiro. **Nomenclatura das rodovias federais.** Brasília: Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte, 4 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round2/pdocs/pinfra/Prodovias.htm>>. Acesso em: 19 out. 2016.

ALVES, Cristiam de Farias; GAILÃO, Josieudo Pereira. **Termo de Referência; contratação**

**de empresa especializada para realização de transporte fluvial de óleo diesel para atender as usinas localizadas às margens dos rios : Madeira , Mamoré e Guaporé.** Porto velho: Eletrobrás Distribuição Rondônia, 2012, 10 p.

ALVES, Cristiam de Farias. **Informação Pessoal.** Porto Velho, RO: Centrais Elétricas Brasileiras S.A, abr 2017.

ANDRADE, Celia; ROSA, Luis; DA SILVA, Neilton. Generation of electric energy in isolated rural communities in the Amazon Region a proposal for the autonomy and sustainability of the local populations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.15, n 1, p493-503, jan 2011.

ANENG. **Óleo Diesel.** Medianeira. ANENG, 2015. 6 p.

BARRETO, Eduardo José Fagundes. **Combustão e gasificação de biomassa sólida: soluções energéticas para a Amazônia.** Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008, 194 p.

BATISTE, Oureste Elias. **Medidas de gestão energética de baixo custo como estratégia para redução de custos com energia elétrica.** Revista GEPROS, São Carlos, v. 7, n 4, p 117-134, dez 2012.

BISAGGIO, Helio DaCunha; CECCHI, José Cesário. **Conta de consumo de combustíveis dos sistemas isolados de geração de energia elétrica:** Levantamento dos valores dos combustíveis e fretes pagos pelas empresas geradoras de energia elétrica dos sistemas isolados. Rio de Janeiro: Agência Nacional de Petróleo Gás Natural e biocombustíveis, 2006. 29 p.

BORBA, José Vanderlei Silva; GIBBON, Artur Roberto De Oliveira. Modelo de custos logísticos. **Revista Sinergia**, Rio Grande. v.14, p 85-98, 2010.

BORGES, Heloisa; BICALHO, Lucia. Aspectos Técnico-Económicos Da Logística Da Distribuição De Combustíveis No Brasil. **Rio Oil & Gas Expo and Conference 2008**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 1-7, set. 2008.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Sistemas Isolados.** Rio de Janeiro: Centrais Elétricas Brasileiras S.A, 2016a. 1 p.  
<<https://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISF81A08D1PTBRIE.htm>>. Acesso em: 7 mar. 2016a.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2016.** Rio de Janeiro. Centrais Elétricas Brasileiras S.A, 2015a, 84 p.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Sistema de Coleta de Dados Operacionais**. Rio de Janeiro. Centrais Elétricas Brasileiras S.A, 2015b, 1p. Disponível em: <[http://www.eletronbras.com.br/EM\\_Atualcao\\_SistIsolados/default.asp](http://www.eletronbras.com.br/EM_Atualcao_SistIsolados/default.asp)>. Acesso em: 3 set. 2015b.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Conta de Consumo de Combustíveis**. Rio de Janeiro. Centrais Elétricas Brasileiras S.A, 2015c, 1p. (CCC). Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMISBDD9AB86ITEMID8F383A2D75C1421682683C3AA12F91E4PTBRIE.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2015c.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Plano Anual de Operação dos Sistemas Isolados para 2015**. Rio de Janeiro. Centrais Elétricas Brasileiras S.A, 2015d, 96 p.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A.. **Reserva Global de Reversão ( RGR )**. Rio de Janeiro. Centrais Elétricas Brasileiras S.A, 2015e, 1 p. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMISFBD6DADEPTBRIE.htm>>. Acesso em: 12 set. 2015e.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. **Sistemas Isolados - Mapa Eletrográfico - 2009**. Rio de Janeiro: Centrais Elétricas Brasileiras S.A, 2015f, 1 p. Disponível em: <http://www.eletronbras.com/ELB/data/Pages/LUMISFC887C50PTBRIE.htm>. Acesso em: 27 jun. 2015f.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE RONDÔNIA. **Contratação de empresa especializada para o transporte fluvial de combustível (óleo diesel), com recebimento e embarque em porto velho, e desembarque nas usinas localizadas nos distritos do baixo madeira, rio machado e rio maicy**. Porto Velho: Centrais Elétricas de Rondônia, 2007. 35 p.

CHOLETTE, Susan; VENKAT, Kumar. The energy and carbon intensity of wine distribution: A study of logistical options for delivering wine to consumers. **Journal of Cleaner Production**, v.17, n 16, p1401-1413, nov 2014.

COELHO, Leandro Callegari. **Desafios logísticos na Amazônia**. Québec: Logística Descomplicada, 2010. 4 p.

COELHO, Leandro Callegari. **O que compõe os custos logísticos**. Québec: Logística Descomplicada, 2010. 2 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. **Os impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro**. Brasília. 2012. 28 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2015: Relatório Gerencial**. Brasília: Confederação Nacional de Transporte, 2015. 422 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2016:** relatório gerencial. 20 ed. Brasília: Confederação Nacional de Transporte, 2016. 402 p.

CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO. **Plano Brasil de Infraestrutura Logística.** Brasília: Conselho Federal de Administração, 2013. 121 p.

CRUZ, Eduardo Picanço; OLIVEIRA, Thyago Trigueiro. Redução de custos em transportes rodoviários : o estudo de caso de uma distribuidora multinacional de combustíveis líquidos. **Revista pensamento contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v.2, p. 64–73, jan 2008.

CUI, Quing; SHENG, Uncertain programming model for solid transportation problem. **An international interdisciplinary journal**, v 15, n.12, p. 342-348, 2012.

DA COSTA, Marcos Aurélio. **Como o modal rodoviário resiste no Brasil?**São paulo: Logística descomplicada, 2015. 2 p.

DE ALMEIDA, Paulo Roberto Vieira. **Análise da logística de transporte na comercialização da produção de soja na região Centro-Oeste com foco no modal rodoviário.** 49 Congresso da Sociedad Brasileira de Economía, Administração e Sociología Rural. Belo Horizonte, v.1, p. 1–18, 2011. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/897452>>.

DE BRITO, Eliane Gomes. **Transporte hidroviário interior de passageiros na Região Amazônica: metodologias aplicáveis ao cálculo do valor da tarifa.** 1ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal de Rio de Janeiro, 2008. 1-201 p.

DEIMLING, Moacir Francisco. Análise da influência da logística de transportes rodoviários no custo Brasil. **Revista de administração do Unifatea.** Lorena, v.13, n.13, p.166-188, dez 2016.

DUARTE, Ana; BEZERRA, Ubiratan. Et al. A proposal of electrical power supply to Brazilian Amazon remote communities. **Biomass and Bioenergy**, v.34, n 9, p1314-1320, sep 2010.

CAI, Jummeng; JIN, Chuang. Et al. Logistic distributed activation energy model – Part Derivation and numerical parametric study. **Bioresource Technology**, v.102, n 2, p1556-1561, jan 2011.

CRUZ, Eduardo Picanço; OLIVEIRA, Thyago Trigueiro. Redução de custos em transportes rodoviários : o estudo de caso de uma distribuidora multinacional de combustíveis líquidos. **Revista pensamento contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v.2, p. 64–73, jan 2008.

DE SOUZA, Elis Araújo; DE MELLO, Fabiana Ortiz Tanoue. Gestão de estoques e armazenagem : Estudo de caso na empresa tito embalagens na cidade de Lins/ SP. Curso de



tecnologia em Logística da Faculdade de Tecnologia, Lins. v. 5, p. 3–24, mar. 2014.

DE SOUZA, Dalton Garcia Borges. **Proposição de um modelo matemático baseado em programação linear para priorização e seleção de portfólio de projetos.** 1 ed. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2016. 1-82 p.

DMITRY, Kucharavy; DE GUIO, Roland. Logistic substitution model and technological forecasting. **Procedia Engineering**, v.9, p402-416, 2011.

DOURADO, Arianne Torres; PEREIRA, Izaura Cristina Nunes. **Hidroviás na amazônia: análise do passivo ambiental da Instalação de ETC em Rurópolis.** 1 ed. Santarém: Universidade Federal do Oeste do Pará, 2015. 1-16 p.

ELETROBRAS DISTRIBUIÇÃO RONDÔNIA. **Projeto de referência para atendimento aos mercados isolados da Eletrobras Distribuição Rondônia.** Porto velho: Eletrobrás Distribuição Rondônia, 2012, 63p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Sistemas Isolados.** . Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2016, 18p.

FERREIRA, Fernanda Machado; BACHEGA, Stella Jacyszyn. Programação linear um estudo de caso sobre custos de transporte em uma empresa do setor de confeções de Catalão-GO. **XXXI encontro de engenharia de produção.** Belo Horizonte, p. 1-14, Out, 2011.

FIALHO, Fernando Antônio Brito. **Transportes de cargas nas hidroviás brasileiras:** Solimões-Amazonas 2010. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2011. 27 p.

FIALHO, Fernando Antônio Brito. **Transportes de cargas nas hidroviás brasileiras:** Hidrovia do Madeira. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2011. 16 p.

FLORENTINO, Mauricio Silva. **Gestão de custo no transporte marítimo de cargas no Brasil.** 1ed. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010. 1-115 p.

FONSECA, Osorio. Energia e Desenvolvimento da Amazônia. **Revista Comciência,** Campinas:Unicamp, v.1, p 1-27, nov. 2000.

FROSSARD, Afonso Celso. **Programação Linear: Maximização de Lucro e Minimização de Custos.** Revista Científica da Faculdade Lourenço Filho. Parangaba. v.6, n.1, p 1-30. 2009.

FROTA, Willamy Moreira; BAJAY, Sérgio Valdir. Política energética , planejamento e regulação para os sistemas isolados.**Revista Scielo,** Manaus. V.1, p 1-8, nov 2015.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. **Usina Termelétrica convencional**. Rio de Janeiro: Furnas Centrais Termelétricas, 2015, 1 p.

GUIA DO TRC. **Cargas perigosas com seguros específicos**. São Paulo. Guia do TRC. 2013. 2 p.

GUIA DO TRC. **Tipos de veículos e suas capacidades de carga**. São Paulo: Guia do TRC, 2016, 10 p.

GUIA DO TRC. **Informe Interno**. São Paulo. Guia do TRC. 2017.

GUIA DO TRC. **Alinhe a carreta para economizar muito**. São Paulo: Guia do TRC, 2017a, 2 p.

GUIA DO TRC. **Precisando de seguro de carga?** São Paulo. Guia do TRC. 2017b. 4 p.

GUO, Haiying; WANG, Xiaosheng; Zhou, Shaoling. A transportation problem with uncertain costs and random supplies. **International Journal of e-Navigation and Maritime Economy**. Harbin, v.2, p. 1-11, Jun 15.

GRUPO TÉCNICO OPERACIONAL DA REGIÃO NORTE. **Manual de recebimento, armazenagem, manuseio e qualidade de produtos derivados de petróleo em usinas térmicas**. Rio de Janeiro: Grupo Técnico Operacional da Região Norte, 2006. 1-276.

ILOS, **Custos logísticos no Brasil, edição 2017**. Rio de Janeiro. ILOS, 2017, 1p. Disponível em:

<http://www.ilos.com.br/web/analise-de-mercado/relatorios-de-pesquisa/custos-logisticos-no-brasil/>. Acesso em: 30 ago.2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA. **IGP**. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Economia, 2016, 1p. Disponível em:

<<http://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=402880811D8E34B9011D92B6B6420E96>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

INTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA, QUALIDADE E TECNOLOGÍA. **Agente Redutor Líquido de Óxidos de Nitrogênio Automotivo**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, 6 p. Disponível em:

<<http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/arla32.pdf>>. Acesso em: 2 maio 2017.

JUNIOR, Osvaldo Agripino de Castro. **Reforma Portuária : O que compete à Antaq ?**Rio de Janeiro: UPRJ, 2015, 2 p.

JUNIOR, Marne Lieggio. et al. Proposta de metodologia para classificação de empresas de transporte rodoviário de combustíveis líquidos. **Transportes**. v. 15, n.2, p. 34-42, dez 2007.

KONSTANTIN , Aksyonov; BYKOV, Eugene. Et al. Application of Decision support system BPsim.DSS to Logistical Processes of Fuel Transportation Company. **IFAC Proceedings Volumes**, v.46, n 9, p648-652, 2013.

LIMA, Maria Theresa Da Silva Lopes; DE SOUZA, Marina Corrêa . Discorrendo Sobre o Uso das Termelétricas no Brasil. **Revista Ciência e Natura**. Santa Maria.v. 37, Ed. Especial UFVJM, p. 1-7, jan 2013.

LIMA, Maurício Pimenta. **Custeio do Transporte Rodoviário**. ILOS, 2001. 7 p.

LIMA, Maurício Pimenta. **Custos logísticos na economia brasileira**. Revista Tecnológica. 1 ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. 64-69p.

LIMA, Paulo Cesar Ribeiro. **Os tributos e os preços do óleo diesel praticados pela Petrobrás**. Câmara dos deputados. 2009. 21p.

LUZ, Rafael Matas. **Modelo de projeção de demanda de diesel no Brasil: Uma análise nacional e regional**. 1 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2015. 1-91 p.

MAN LATIN AMERICA. **Constellation Produtos**. Resende. Man Latin America. 2016. 1p. Disponível em: <<https://www.man-la.com/produtos-volkswagen/linha/constellation-7>>. Acesso em: 1 nov. 2016.

MANAUS ENERGIA, C. **Fornecimento de energia elétrica ao estado do Amazonas**. . [S.l: s.n.], 2016. Disponível em: <[http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/caindr/audiencias-publicas/audiencias-publicas-2007/audiencias-publicas-setembro/13-9-2007-atendimento-energetico-no-interior-e-nas-comunidades-isoladas-na-regiao-amazonica/1\\_>](http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/caindr/audiencias-publicas/audiencias-publicas-2007/audiencias-publicas-setembro/13-9-2007-atendimento-energetico-no-interior-e-nas-comunidades-isoladas-na-regiao-amazonica/1_>)>. Mapa manaus ixipuna buscar outra fuente.

MILHOMEN, Danilo Alcantara; PORTO, Melissa Lara. et al. **Utilização da programação linear e do método simplex para otimização da produção de pães em uma empresa de panificação**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, v. 1, p. 1-14, jan. 2012.

MINISTERIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis**. Brasília: Ministerio do Trabalho e Emprego, 2012, 17p.

MINISTERIO DOS TRANSPORTES. **Plano Hidroviário Estratégico: Relatório do Plano 2013**. Brasília: Ministério dos Transportes, 2013.184p.

MORAIS, Juliana Galvão. Logística e custos no mercado de transportes. **Revista IPOG**, Goiânia, v. 1, p 1-24, set 2015.

NETO, João; JUNIOR, Carlos. Et al. Forecasting of energy and diesel consumption and the cost of energy production in isolated electrical systems in the Amazon using a fuzzification process in time series models. **Energy Police**, v.39, n 9, p4947-4955, sep 2011.

NETO, Pedro Bara; SANCHEZ, Ricardo J; WILMSMEIER, Gordon. **Hacia un desarrollo sustentable e integrado de la Amazônia**. Naciones Unidas, 2006. 110 p.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **O que é o SIN - Sistema Interligado Nacional**, 2015. 1 p. Disponível em:

<[http://www.ons.org.br/conheca\\_sistema/o\\_que\\_e\\_sin.aspx](http://www.ons.org.br/conheca_sistema/o_que_e_sin.aspx)>. Acesso em: 27 out. 2015.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Mapas do SIN**. Operador Nacional do Sistema Elétrico, 2011. 1 p. Disponível em:

<[http://www.ons.org.br/conheca\\_sistema/mapas\\_sin.aspx#](http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx#)>. Acesso em: 3 jul. 2017.

PACHECO, Ivan Sérgio. **Transporte de Combustíveis nos rios Amazonas e Solimões**. Seminário Internacional sobre hidrovias. Brasília. v. 1, p 1-15, mar. 2007.

PAULO, Edilson; JUNIOR, Carlos Pedroza; FONTOURA, José Roberto; MORET, Marcelo; PEREIRA, Luiz Andrei Gonçalvez Pereira. O processo de planejamento e desenvolvimento do transporte rodoviário no Brasil. **Revista caminhos de geografia**, Uberlândia, v.12, n 40, p 26-45, dez 2011.

PETROBRAS BR. **Óleo diesel**. Petrobras Br, 2015, 1 p. Disponível em:

<[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paraindustriasetermeletricas/oleo-diesel!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N\\_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQwsLQ\\_2CbEdFAHrtAYU!/>](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paraindustriasetermeletricas/oleo-diesel!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQwsLQ_2CbEdFAHrtAYU!/). Acesso em: 30 jun. 2015.

PETROBRAS BR. **Automatização de abastecimentos**. Petrobras Br, 2016a, 1 p. Disponível em:

<[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/servicos/parafrotas/ctfbr!/ut/p/c5/lc5JboMwAIXhs-QAyDaEaYkD2DGEIZASvEG0IYi5iAYQpw\\_L7qrqLX990gMc7OvzuSrzn2ro8xabcAVcy3Ue-5xAEfRjYUFQd5krRBUJD3nv6u\\_tnC4oytCwqqQgS6V-aROfTrql5vRoYQUv8QzPAY3b43F8mNB1Wc7qUpmE-m8muU](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/servicos/parafrotas/ctfbr!/ut/p/c5/lc5JboMwAIXhs-QAyDaEaYkD2DGEIZASvEG0IYi5iAYQpw_L7qrqLX990gMc7OvzuSrzn2ro8xabcAVcy3Ue-5xAEfRjYUFQd5krRBUJD3nv6u_tnC4oytCwqqQgS6V-aROfTrql5vRoYQUv8QzPAY3b43F8mNB1Wc7qUpmE-m8muU)>. Acesso em: 18 jul. 2016a.

PETROBRÁS BR. **Composição de Preços do Diesel**. Petrobras Br, 2016b, 5 p. . Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/composicao-de-precos/diesel/>>. Acesso em: 10 out. 2016b.

PETROBRAS BR. **Refinarias**. Petrobras Br, 2017, 1 p. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/refinarias/>>. Acesso em: 6 abr. 2017.

PIANEGONDA, Natália. **Cresce custo logístico no Brasil**. Brasília: Confederação Nacional de Transporte, 2016. 3p.

PINTO, Luis Arthur Ferreira; LEE, Jun Min; JONQUA, Julien Pierre. **A importância do transporte fluvial para a unidade operacional da Amazônia**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, p 1-13, out 2011.

PORTAL AMAZÔNIA. **Navegação no rio madeira em Rondônia e Amazonas é prejudicada por falta de sinalização**. Manaus. Amazônia Cabo, 2015. 2 p. Disponível em: <<http://portalamazonia.com/noticias-detalle/cidades/navegacao-no-rio-madeira-em-rondonia-e-amazonas-e-prejudicada-por-falta-de-sinalizacao/?chash=26491582ef3af6328128156b3d5e94cf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

POVIA, Mario. et al . **Hidroviás brasileiras: Indicadores do transporte de cargas**. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2014. 49 p.

RIBEIRO, Roberto Portes; PACHECO, Fernando Fachin. Custo do transporte aquaviário do arroz beneficiado na região centro do RS até São Luis – MA. **XXXII encontro nacional de engenharia de produção. Desenvolvimento sustentável e responsabilidade social: as contribuições da engenharia de produção**, Bento Gonçalves, v. 1, p 1-12, out. 2012.

RODOCENTRO EQUIPAMENTOS RODOVIÁRIOS LTDA. **Base de dados Rodocentro**. Campo Grande: Rodocentro Equipamentos Rodoviários Ltda, 2017, 1p. Disponível em: <<http://rodocentroms.com.br/>>. Acesso em: 4 abr. 2017.

RODRIGUES, V.; BONFIM, B. **Gestão e operação de sistemas isolados brasileiros**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.

ROSA, Luiz Pinguelli. Geração hidrelétrica, termelétrica e nuclear. **Revista estudos avançados**, São Paulo, v.27, n59, p. 1-14, abr. 2007a.

ROSA, Victor Hugo da Silva. **Energia elétrica renovável em pequenas comunidades no Brasil: em busca de um modelo sustentável**. 1ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2007, 1-440 p.

ROSSETO, Renan. et al. Otimização de comboio empurrador-balsa no transporte fluvial. In: **6º Seminário de transporte e desenvolvimento hidroviário interior**, Rio de Janeiro: Universidade Federal de Rio de Janeiro, p. 1-7 2009.

RUEDA, Carlos Antonio Portal. **Costos logísticos**. Asunción: 55 p. arreglar.

SALLABERY, Rogério Rodrigues. **Emprego da avaliação do ciclo de vida para levantamento dos desempenhos ambientais do biodiesel de girassol e do óleo Diesel**. 1ed. Porto Alegre: Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, 2009. 1-140 p.

SAMPAIO, Cristiane Collich. **Botton loading**. São Paulo: Posto de Observação, 2016. 2 p.

SANT'ANNA, José Alex. **Rede Básica de Transportes da Amazônia**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 1998. 65 p.

SANTIAGO, Ivan. **Tutorial Quantum GIS, 2.6**. San Juan: QGIS, 2015. 65 p.

SANTOS, Luciano da Conceição; DE QUEIROZ, Thalys Anderson Mesquita. et al. Gestão de estoque e armazenagem: estudo de caso na empresa Sanharó embalagens na cidade de Caixas/MA. **VI congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**, Ponta Grossa, v.1, 1-12, dez. 2016.

SEGRETI, João Bosco ; FARBER, João Carlos ; MONDINI, Luiz Carlos. A importância da gestão estratégica de custos logísticos. **XI Congresso Brasileiro de Custos, Porto Seguro**, p. 1-19, out. 2004.

SILVA, Adilson. **Transporte e armazenamento de combustível**. Itapeverica da Serra: São Leopoldo Diesel, 2014. 2 p.

SOARES, Adriana Costa. **Diagnóstico e modelagem da rede de distribuição de derivados de petróleo no Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2003. 1-155 p.

SOAREZ, Munir Younes. **Avaliação do desempenho dos sistemas isolados no estado do Amazonas a partir de um estudo de caso: o município de Uarini (Am)**. 1ed. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2008. 1-182 p.

SOUZA, Raymundo Costa. Aplicação da programação linear na redução de custos de produção: enfoque sobre o planejamento de produção e do quadro funcional. **Congresso Internacional de Custos, 2003. Punta Del Este**, v. 1, p. 1-17, 2003.

SUTTON, Tim. **Complemento menor distância**. Santa Catarina: QGIS. 2016. 2 p.

TARGON, Carlos. **Economia: Petróleo**. [S.L.]: Amazônia Legal, 2016. 14 p. Disponível em: <[http://www.amazonialegal.com.br/textos/economia/Economia\\_Petroleo.htm](http://www.amazonialegal.com.br/textos/economia/Economia_Petroleo.htm)>.

TAVARES, José Reinaldo Carneiro. **Decreto N° 96044, de 18 de Maio de 1988**. Brasília: Presidência da República, 1988, 11 p.

THIEDE, R. **Útils complementos de QGIS-Guia de usuario de QGIS**. Santa Catarina: QGIS. 2016. 10 p.

TRANSPORTAR CARGO. **Caminhões -tanque, o que ocorre dentro dos compartimentos**. São Paulo:Transportar Cargo. 2016. 2 p.

VASGEO. **Download Direto de Bases Vetoriais do IBGE**. Belo Horizonte: VASGEO. 29 p. Disponível em:

<[https://dl.dropboxusercontent.com/u/168329127/Conteúdos Gratuitos/\[VasGeo\] eBook - Dowload Direto de Bases Vetoriais do IBGE.pdf](https://dl.dropboxusercontent.com/u/168329127/Conteúdos%20Gratuitos/[VasGeo]eBook-Download%20Direto%20de%20Bases%20Vetoriais%20do%20IBGE.pdf)>.

WANKE Peter; FLEURY; Paulo Fernando. **Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. 55p.

YATES, Colin; GORDON, Balch. Et al. Practical Aspects, Logistical Challenges, and Regulatory Considerations for Modeling and Managing Treatment Wetlands in the Canadian Arctic. **Developments in Environmental Modelling**, v.26, p567-583, 2014.

## ANEXO A- Custos de transporte fluvial no trecho para as usinas do Baixo Madeira.

Os dados observados são um modelo de calculado no ano 2007 dos custos de transporte de combustível diesel desde Porto Velho até as usinas termelétricas localizadas baixo o Rio Madeira. A planilha corresponde ao edital de CENTRAIS ELÉTRICAS DE RONDÔNIA (da Eletrobrás), onde são definidas as condições de contratação e responsabilidades para a empresa distribuidora. Nessa planilha, podem-se observar os custos fixos e variáveis por mês gerados das operações de transporte de óleo diesel para as usinas.

TERMO DE REFERÊNCIA UNND/001/2007 – ANEXO 02			
PLANILHA DE CUSTOS DE TRANSPORTE DE ÓLEO DIESEL PARA AS USINAS DO BAIXO MADEIRA.			
ITEM	DESCRIÇÃO DOS ITENS	( % )	Valor Mensal
<b>1.</b>	<b>DESPESAS COM REMUNERAÇÃO</b>		
1.1	SALÁRIO MENSAL (Marinheiro armado tipo Comandante)		980,00
1.2	SALÁRIO MENSAL (Marinheiro armado tipo encarregado de viagem)		595,00
1.3	SALÁRIO MENSAL (Marinheiro armado tipo encarregado de máquina)		595,00
1.4	SALÁRIO MENSAL (Cozinheiro)		440,00
1.5	SALÁRIO MENSAL (Ajudantes de linha de fora)		380,00
1.6	SALÁRIO MENSAL (Ajudantes de linha de fora)		380,00
1.7	ADICIONAL NOTURNO		
1.8	ADICIONAL DE PERICULOSIDADE (Para todos os empregados inclusive o cozinheiro)	30,00%	1.011,00
1.9	RESERVA TÉCNICA		
<b>TOTAL (1)</b>			<b>4.381,00</b>
<b>2</b>	<b>ENCARGOS SOCIAIS INCIDENTES SOBRE A SOMA DOS VALORES DA REMUNERAÇÃO MENSAL</b>		
<b>2.1</b>	<b>ENCARGOS SOCIAIS DO GRUPO "A"</b>	<b>(%)</b>	<b>(R\$)</b>
2.1.1	INSS - CONTRIBUIÇÃO DA EMPRESA	20,00%	876,20
2.1.2	SESI/SESC	1,50%	65,72
2.1.3	SENAI/SENAC	1,00%	43,81
2.1.4	INCRA	0,20%	8,76
2.1.5	SALÁRIO EDUCAÇÃO	2,50%	109,53
2.1.6	FGTS	8,00%	350,48
2.1.7	SEGURO ACIDENTE DO TRABALHO/SAT/INSS	2,00%	87,62
2.1.8	SEBRAE	0,60%	26,29
<b>TOTAL (2) ENCARGOS DO GRUPO A</b>			<b>1.568,40</b>

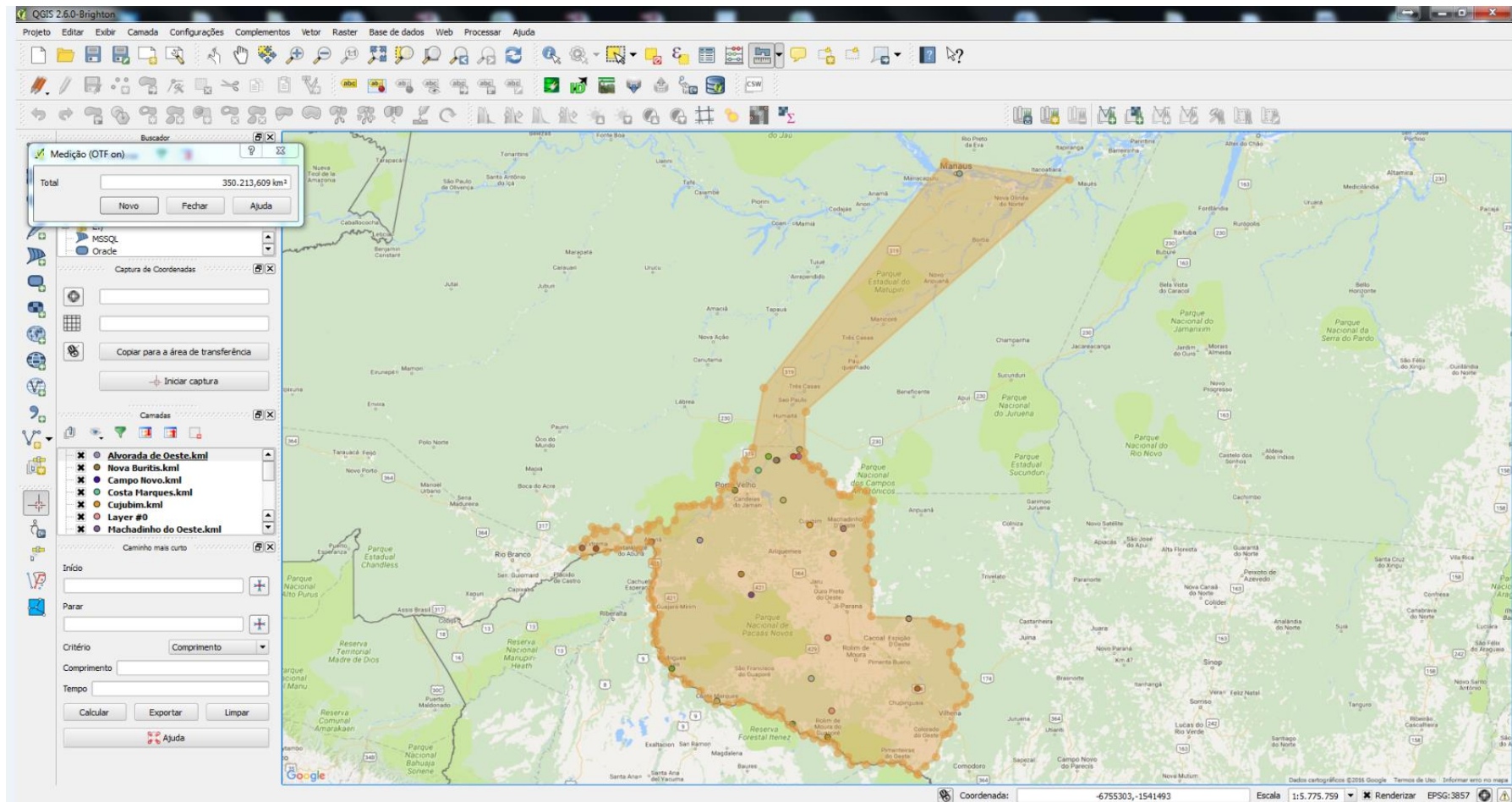


2.2	ENCARGOS SOCIAIS DO GRUPO B	(%)	(R\$)
2.2.1	FERIAS + 1/3 s/ férias	11,12%	487,17
2.2.2	AUXILIO DOENÇA	0,98%	42,93
2.2.3	LICENÇA PATERNIDADE/MATERNIDADE	0,02%	0,88
2.2.4	FALTAS LEGAIS	0,02%	0,88
2.2.5	ACIDENTE DO TRABALHO	0,05%	2,19
2.2.6	AVISO PREVIO	1,89%	82,80
2.2.7	13º SALÁRIO	8,33%	364,94
<b>TOTAL DOS ENCARGOS SOCIAIS DO GRUPO B - 2.2</b>		<b>22,41%</b>	<b>981,78</b>
2.3	ENCARGOS SOCIAIS DO GRUPO C	(%)	(R\$)
2.3.1	AVISO PREVIO IDENIZADO	1,25%	54,76
2.3.2	INDENIZAÇÃO ADICIONAL	0,08%	3,50
2.3.3	INDENIZAÇÃO (RESCISÃO SEM JUSTA CAUSA)	4,17%	182,69
<b>TOTAL DOS ENCARGOS SOCIAIS DO CRUPO C - 2.3</b>		<b>5,50%</b>	<b>240,95</b>
2.4	ENCARGOS SOCIAIS DO GRUPO D	(%)	(R\$)
2.4.1	INCIDÊNCIA DOS ENCARGOS DO GRUPO "A" SOBRE OS ITENS DO GRUPO "B"	8,02%	351,48
<b>TOTALDOS ENCARGOS SOCIAIS DO GRUPO D - 2.4</b>		<b>8,02%</b>	<b>351,48</b>
2.5	ENCARGOS SOCIAIS DO GRUPO E	(%)	(R\$)
2.5.1	INCIDÊNCIA DOS ENCARGOS DO GRUPO "A" "		
2.5.2	EXCETO O ITEM "2.1.8" SOBRE OS ITENS "2.3.1" E " 2.3.2	0,37%	16,21
<b>TOTAL DOS ENCARGOS SOCIAIS DO GRUPO E - 2.5</b>		<b>0,37%</b>	<b>16,21</b>
<b>TOTAL DOS ENCARGOS SOCIAIS (2.1 +2.2 +2.3 +2.4 +2.5)</b>		<b>72,10%</b>	<b>3.158,82</b>

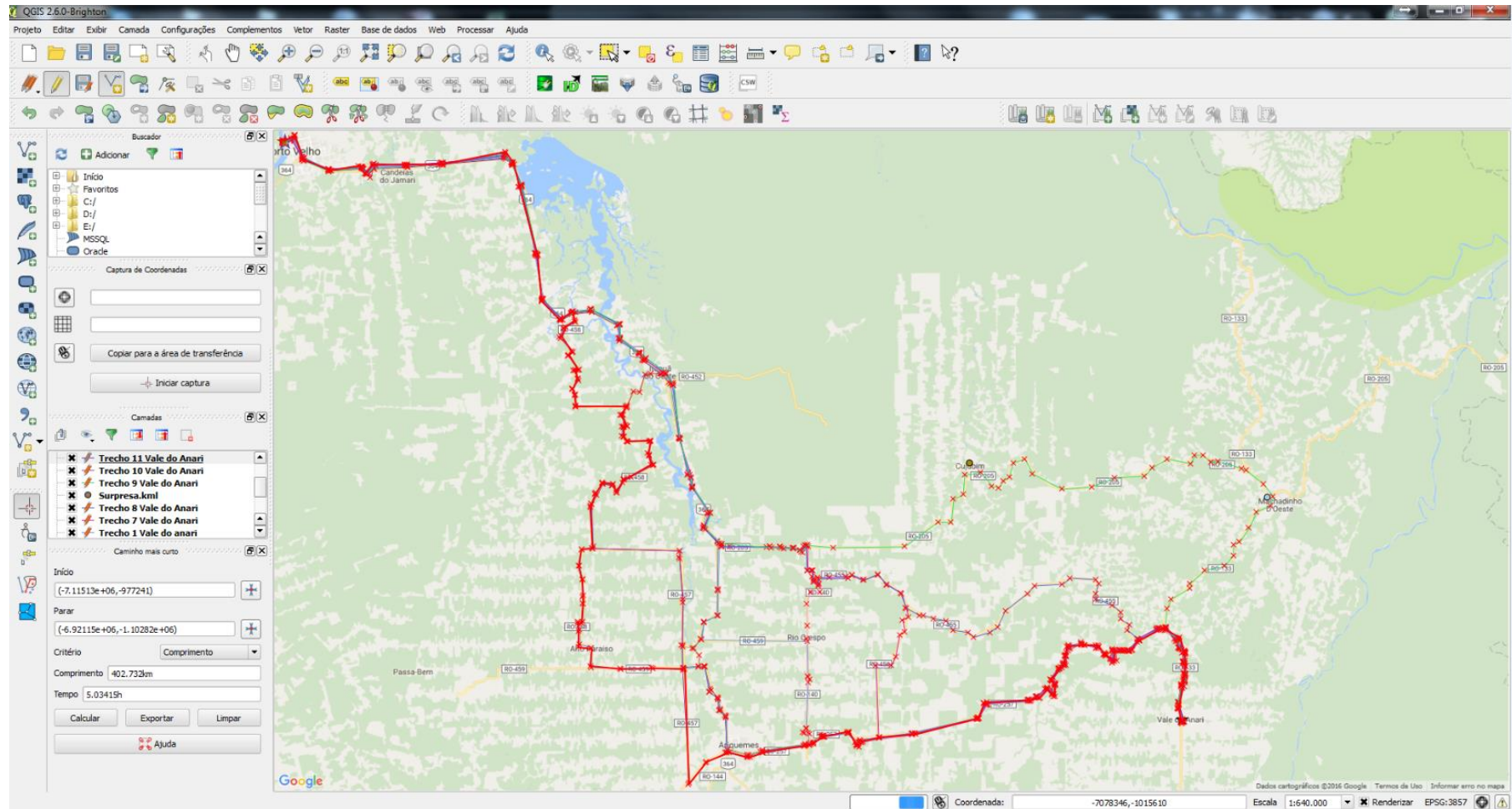
3	VALOR DA REMUNERAÇÃO + RESERVA TÉCNICA + ENCARGOS SOCIAIS		7.539,82
4	INSUMOS	(%)	(R\$)
4.1	EQUIPAMENTOS (Reserva de manutenção de equipamentos)		36,95
4.2	UNIFORMES (Tipo macacão + EPI's)		280,00
4.3	VALE TRANSPORTE (06 pessoas x 05 viagens mês x 2 x R\$ 1,69)		101,40
4.4	EXAME MÉDICO ADMISSIONAL/DEMISSIONAL (Média R\$ 35,00 a consulta)		36,00
4.5	TREINAMENTO		60,00
4.6	VALE REFEIÇÃO (R\$ 4,50 - R\$ 0,22 = R\$ 4,28x22-Clausula 5ª, § 1º CCT Sintelpes		-
4.7	SEGURO DE VIDA EM GRUPO (Média R\$ 7,80 p/pessoa)		46,80
4.8	DEPRECIÇÃO DE EPI (100%aa/12xR\$ 126,00)		10,50
4.9	DESPESAS MENSAL COM ÓLEO DIESEL PARA GERADOR		450,00
4.10	DESPESAS MENSAL COM ÓLEO LUBRIFICANTE PARA GERADOR		115,27
4.11	DESPESAS COM GASOLINA PARA VOADEIRA		927,50
4.12	DESPESAS COM ÓLEO 02 TEMPOS PARA VOADEIRA		95,00
<b>TOTAL DOS INSUMOS</b>			<b>2.159,42</b>
4.13	RESERVA TÉCNICA SOBRE INSUMOS	10,00%	215,94

<b>TOTAL DOS INSUMOS + RESERVA TÉCNICA</b>			<b>2.375,36</b>
5	REMUNERAÇÃO + INSUMOS + RESERVA TÉCNICA SOBRE INSUMOS		9.915,18
6	OUTROS COMPONENTES DOS CUSTOS	(%)	(R\$)
6.1	DESPESAS ADMINISTRATIVAS/OPERACIONAIS	10,00%	991,52
6.2	LUCRO EMPRESARIAL	10,00%	991,52
<b>TOTAL DE OUTROS COMPONENTES DE CUSTO ( 6.1 + 6.2)</b>			<b>1.983,04</b>
7	VALOR PARA CÁLCULO DO ITEM 8 (ITEM 5 + ITEM 6)		11.898,22
8	TRIBUTOS	(%)	(R\$)
8.1	ISS	5,00%	711,02
8.2	COFINS	3,00%	426,61
8.3	PIS	0,65%	92,43
8.4	CONTRIBUIÇÃO SOCIAL	2,88%	409,55
8.5	IRPJ	4,80%	682,58
<b>TOTAL DOS TRIBUTOS</b>		<b>16,33%</b>	<b>2.322,19</b>
9	VALOR TOTAL DA REMUNERAÇÃO		14.220,41
10	VALOR MENSAL		14.220,41
11	VALOR TOTAL POR VIAGEM		2.844,08
12	VALOR TOTAL PREVISTO PARA 70 VIAGENS		199.085,60

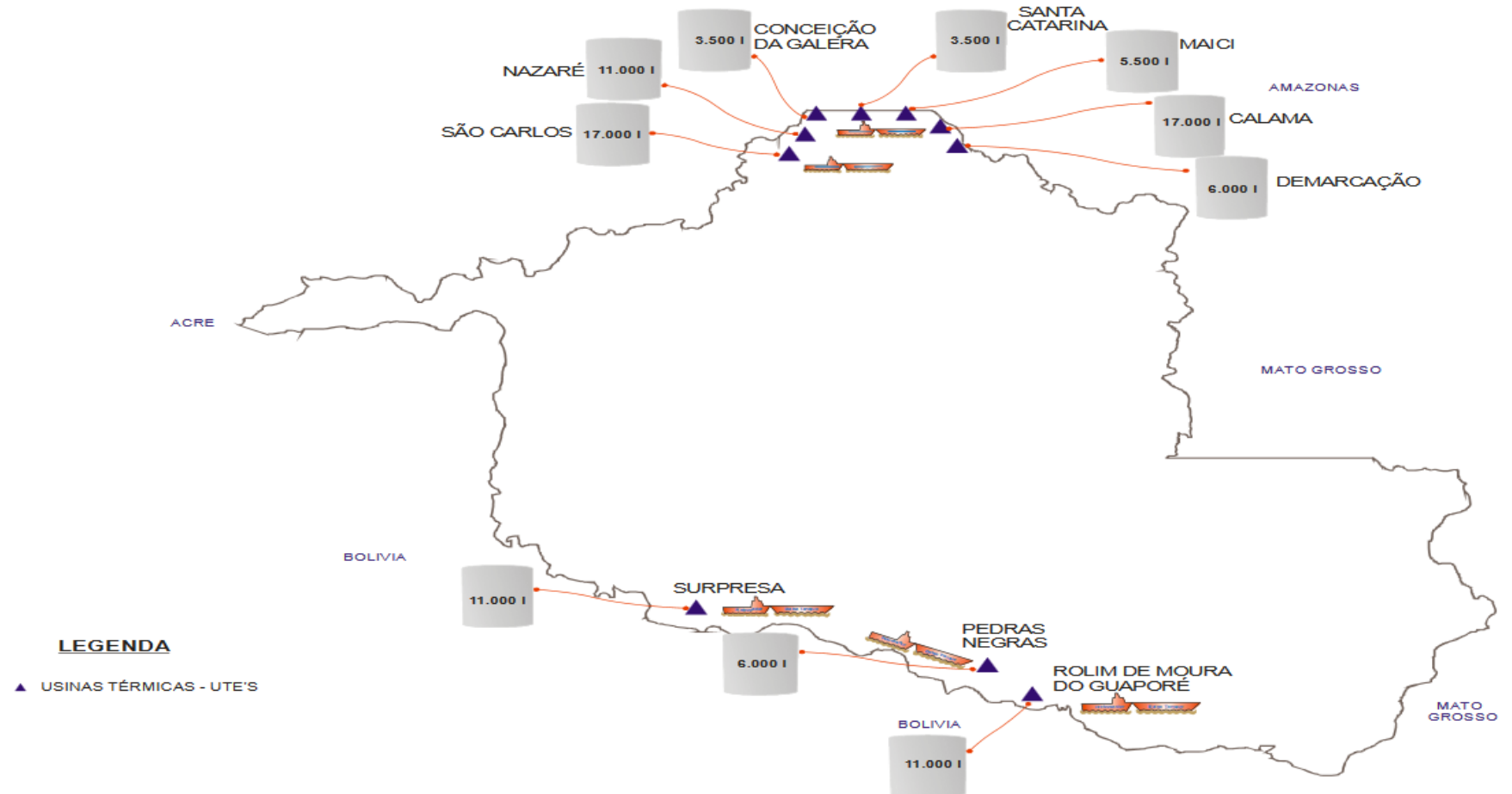
## ANEXO B-Medição área geográfica desde Manaus ate as usinas de Rondônia no software. Fonte: QGIS



## ANEXO C – Resultado de caminho mais curto desde Porto Velho até Vale do Anari. Fonte: QGIS



**ANEXO D- Capacidade de armazenagem das usinas cujo transporte empregado é fluvial. Fonte: (ELETROBRÁS DISTRIBUIÇÃO RONDÔNIA, 2012).**



**ANEXO E– Rotas avaliadas no transporte de óleo diesel nas termelétricas de Rondônia.**

<b>DESDE PORTO VELHO ATE AS USINAS DO MESMO MUNICÍPIO</b>					
<b>Ponto de Início</b>	<b>Ponto de Chegada</b>	<b>Modal</b>	<b>Caminho</b>	<b>N</b>	<b>Rotas</b>
Porto velho	São Carlos	Fluvial	1	1	Rio Madeira
Porto velho	Nazaré	Fluvial	1	2	Rio Madeira
Porto velho	Conceição galera	Fluvial	1	3	Rio Madeira
Porto velho	Santa Catarina	Fluvial	1	4	Rio Madeira
Porto velho	Calama	Fluvial	1	5	Rio Madeira
Porto velho	Demarcação	Fluvial	1	6	Rio Madeira- Rio Machado
Porto velho	Maici	Fluvial	1	7	Rio Madeira-Rio Maicy
Porto velho	Rovema Bandeirantes	Fluvial	1	8	Rio Madeira
Porto velho	Rovema Bandeirantes	Rodoviário	1	9	BR 364
Porto velho	Vista Alegre do Abunhã	Fluvial	1	10	Rio Madeira
Porto velho	Vista Alegre do Abunhã	Rodoviário	1	11	BR 364
Porto velho	Vila extrema	Rodoviário	1	12	BR 364
Porto velho	Nova California	Rodoviário	1	13	BR 364
<b>DESDE PORTO VELHO ATE OS DEMAIS MUNICIPIOS DE RONDÔNIA</b>					
Porto velho	Rolim de Moura	Fluvial	1	14	Rio Madeira ate suas afluentes
Porto velho	Surpresa	Fluvial	1	15	Rio Madeira ate suas afluentes

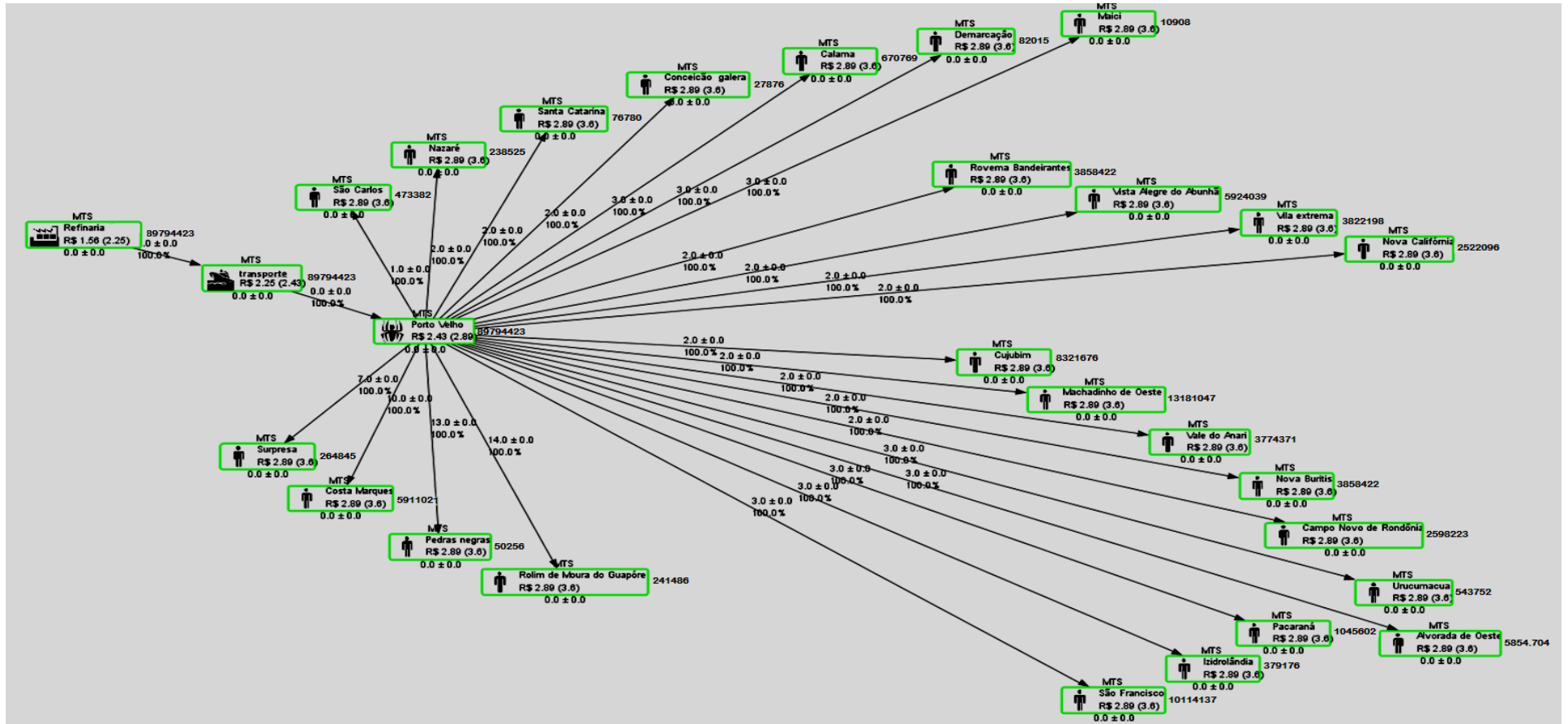
Porto velho	Pedras negras	Fluvial	1	1 6	Rio Madeira ate suas afluentes
Porto velho	Costa Marques	Fluvial	1	1 7	Rio Madeira ate suas afluentes
Porto velho	Cujubim	Rodoviário	1	1 8	BR 364- RO 458- RO 457- RO 257- RO 140-RO 205
		Rodoviário	2	1 9	BR 364- RO 205
		Rodoviário	3	2 0	BR 364- DESVIO 458- DE VOLTA 364- RO 205
Porto velho	Machadinho de Oeste	Rodoviário	1	2 1	BR 364- RO 205
		Rodoviário	2	2 2	BR 364- DESVIO 458, DE VOLTA 364- RO 205
		Rodoviário	3	2 3	BR 364, RO 458- RO 457, RO 205,
		Rodoviário	4	2 4	BR 364- RO 458- RO 457- RO 459- RO 205
Porto velho	Vale do Anari	Rodoviário	1	2 5	BR 364- RO 458- RO 459- RO 237- RO 257-RO 133
		Rodoviário	2	2 6	BR 364-ANTES DE CHEGAR PARA A RO 452, DESVIO PELA RO 458-RO 457-RO257-RO 133.
		Rodoviário	3	2 7	BR 364- DESVIO PELA RO 457- RO 257-RO 133
		Rodoviário	4	2 8	BR 364-RO 257-RO 133
		Rodoviário	5	2 9	BR 364-RO 459-RO 140- RO 267-RO 133
		Rodoviário	6	3 0	BR 364-RO 205-RO 140-RO 257-RO 133

		Rodoviário	7	3 1	BR 364-RO 205-RO 455-RO 456-RO 257-RO 133
		Rodoviário	8	3 2	BR 364-RO 205-RO 455-RO 465-RO 455-RO 133
		Rodoviário	9	3 3	BR 364- RO 205-RO 133
		Rodoviário	10	3 4	BR 364- RO 458-RO 457-RO 257-RO 133
		Rodoviário	11	3 5	BR 364-RO 458-RO 459- RO 457-RO 257- RO 133
Porto velho	Nova Buritis	Rodoviário	1	3 6	BR 364-RO 458-RO 457-BR 421-RO 460
		Rodoviário	2	3 7	BR 364-RO 458-RO 459- RO 457-BR 421- RO 460
		Rodoviário	3	3 8	BR 364-RO 458- RO 364- RO 457- BR 421- RO 460
		Rodoviário	4	3 9	BR 364- RO 457- BR 421- RO 460
		Rodoviário	5	4 0	BR 364-RO 205-RO 140-RO 459- RO 457- BR 421- RO 460
Porto velho	Campo Novo de Rondônia	Rodoviário	1	4 1	BR 364- RO 458- RO 459- RO 457- BR 421
		Rodoviário	2	4 2	BR 364- RO 458- RO 457- BR 421
		Rodoviário	3	4 3	BR 364- RO 458- RO 364- RO 457- BR 421
Porto velho	Urucumacua	Rodoviário	1	4 4	BR 364
Porto velho	Alvorada de Oeste	Rodoviário	1	4 5	BR 364-BR 429

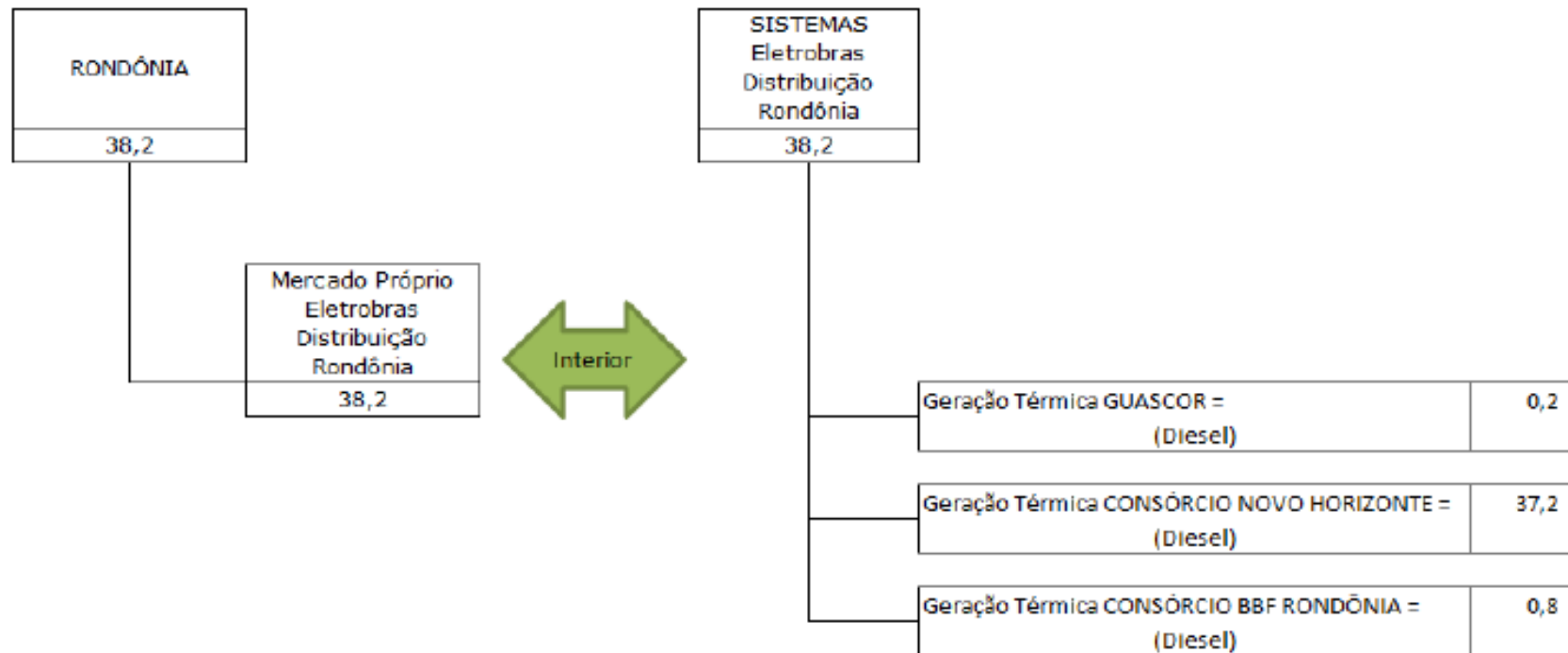
Porto velho	Pacaraná	Rodoviário	1	4 6	BR 364-RO 486-RO 387
Porto velho	Izidrolândia	Rodoviário	1	4 7	BR 364-RO 135
Porto velho	São Francisco	Rodoviário	1	4 8	BR 364-BR 429-RO 010



**ANEXO F – Rede de distribuição de óleo diesel para as usinas isoladas de Rondônia (Caminho curto)**  
**Fonte: Agile Supply Demand Networks.**



**ANEXO G – Atendimento planejado para o estado de Rondônia por MWh médio (2016). Fonte: (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A, 2015a).**



**ANEXO H – Porcentagem do estado e pavimentação das rodovias pesquisadas no Norte de Brasil. (2016). Fonte: (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE, 2016).**

ESTADO	ESTADO DAS RODOVIAS PESQUISADAS					PAVIMENTO				
	OTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	OTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
RONDÔNIA	6,1%	38,7%	40,5%	11,4%	3,3%	46,3%	0,6%	45,7%	6,8%	0,6%
ACRE			49,3%	31,5%	19,2%			49,2%	31,3%	19,5%
AMAZONAS		4,0%	31,6%	26,1%	38,3%	0,6%	3,4%	53,1%	24,0%	18,9%
RORAIMA	0,5%	21,6%	45,3%	25,6%	7,0%	33,3%	2,0%	47,7%	11,0%	6,0%
PARA	7,2%	24,3%	26,2%	27,1%	15,2%	37,9%	5,5%	43,8%	1,5%	11,3%
AMAPA	1,6%	12,8%	77,6%	8,0%		37,1%	11,0%	41,9%	6,0%	4,0%
TOCANTINS	2,6%	17,6%	43,0%	18,2%	18,1%	29,2%	6,6%	58,7%	3,2%	2,3%