



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO-PPGEP

**LEVANTAMENTO HISTÓRICO DA
MATRIZ ENERGÉTICA EM MANAUS**

MÁRIO JORGE ANDRADE DO NASCIMENTO

MANAUS
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO-PPGEP

MÁRIO JORGE ANDRADE DO NASCIMENTO

**LEVANTAMENTO HISTÓRICO DA
MATRIZ ENERGÉTICA EM MANAUS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de Concentração: Qualidade e Meio Ambiente.

Orientador: Profº. Dr. Raimundo Kennedy Vieira

MANAUS
2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo autor.

N2441 Nascimento, Mário Jorge Andrade do
Levantamento Histórico da Matriz Energética de Manaus/ Mário Jorge
Andrade do Nascimento. 2017.
83 f.; il. Color; 31cm.

Orientador: Dr. Raimundo Kennedy Vieira.
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade
Federal do Amazonas.

1. Historia. 2. Matriz Energética. 3. Manaus. 4. Dióxido de carbono. I.
Vieira, Raimundo Kennedy II. Universidade Federal do Amazonas III.
Título

MÁRIO JORGE ANDRADE DO NASCIMENTO

**LEVANTAMENTO HISTÓRICO DA
MATRIZ ENERGÉTICA EM MANAUS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.
Área de Concentração: Qualidade e Meio Ambiente.

Aprovada em 18 de dezembro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Ricardo Jorge da Cunha Costa Nogueira
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Profº. Ph.D. Marcelo Albuquerque de Oliveira
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Profº. Dr. Genilson Pereira Santana
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

DEDICATÓRIA

Dedico a conquista da titulação de Mestrado à minha família, pessoas que durante a minha vida, sonharam comigo e que contribuíram, para que meus objetivos fossem realizados.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, pois sem Ele nada é possível.

Ao SENAI pela oportunidade da qualificação, através do Mestrado em Engenharia de Produção.

Ao Prof^o. Dr. Raimundo Kennedy Vieira, pela confiança, atenção dispensada e pelas valiosas orientações.

Estendo ainda meus agradecimentos ao corpo docente do Curso de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pelos conhecimentos acadêmicos e experiências profissionais compartilhadas, e que tanto contribuíram para o meu aperfeiçoamento como pessoa e como profissional.

Aos ilustres membros da banca examinadora: Prof^o. Dr. Ricardo Nogueira, Prof^o. Ph.D. Marcelo Oliveira e Prof^o. Dr. Genilson Santana, pelas críticas construtivas, visando às melhorias na dissertação.

À minha família pelo afeto e incentivo incondicional e constante.

Aos amigos, pela irrestrita confiança depositada ao longo desses anos e pelas luzes abertas em meu caminhar.

E às pessoas, cujos nomes não foram citados, para não se cometer exclusões de forma injusta, mas, ao longo da minha vida, sempre me incentivaram e torceram, pelo meu sucesso, tanto, na vida pessoal, quanto, profissional.

Meus cordiais e eternos agradecimentos.

“Olhar para trás, após uma longa caminhada, pode fazer perder a noção da distância que percorremos. Mas, se não detivermos em nossa imagem, quando a iniciamos e ao término, certamente nos lembraremos de quanto nos custou até o ponto final, e, hoje, temos a impressão de que tudo começou ontem [...]”.

João Guimarães Rosa

RESUMO

O objetivo geral dessa dissertação foi elaborar um levantamento histórico da matriz energética da cidade de Manaus. Para tal, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos: demonstrar a evolução histórica de produção de energia elétrica para iluminação, transporte e abastecimento de água em Manaus no período de 1830 a 1930; identificar a demanda histórica de consumo de energia elétrica em Manaus no período de transição dos combustíveis de 2009 até 2015; e demonstrar os resultados de emissão de dióxido de carbono (CO₂) e as alterações na matriz energética de Manaus nesse período. A situação problemática que motivou a pesquisa partiu da observação do fato de que, no ano de 1989, a cidade de Manaus entrou em processo de transição de sua matriz energética, com a inauguração da Hidrelétrica de Balbina. No ano de 2009, chegou o gás natural, transportado pelo gasoduto Urucu-Coari-Manaus, que gradativamente está substituindo o consumo de óleo combustível, complementado pela interligação de Manaus ao Sistema Interligado Nacional (SIN), ocorrida a partir do ano de 2013. Quanto à metodologia, caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica e documental. A dissertação contemplou a um só tempo as perspectivas qualitativa e quantitativa. Sob a perspectiva qualitativa, apresentou-se um levantamento histórico da matriz energética da cidade de Manaus. Sob o prisma quantitativo, apresentou-se a evolução histórica de produção de energia elétrica para iluminação, transporte e abastecimento de água na cidade de Manaus no período de 1830 a 1930, identificando ainda a demanda histórica de consumo de energia elétrica no município de Manaus no período de transição dos combustíveis de 2009 até 2015, com os resultados de emissão de CO₂ e as alterações na mudança da matriz energética. No que se refere aos resultados, destaca-se que, a matriz energética do Estado do Amazonas melhorou de forma significativa ao longo da história (1830-1930), e no período de 2009 até 2015. Quanto à emissão de CO₂, no período mais recente, houve uma redução de poluição acentuada, acima de 30%. A partir de 2014, a regressão na emissão de CO₂, foi ocasionada pelo consumo de energia do SIN. Atualmente, pode-se destacar que, a situação energética do Amazonas é confortável, podendo-se até afirmar que, é a melhor, que o Estado já teve.

Palavras-chave: História; Matriz energética; Manaus; Dióxido de carbono.

ABSTRACT

The general objective of this dissertation was to elaborate a historical survey of the energy matrix of the city of Manaus. For this purpose, the following specific objectives were established: to demonstrate the historical evolution of electricity production for lighting, transportation and water supply in Manaus from 1830 to 1930; to identify the historical demand for electricity consumption in Manaus in the transition period of fuels from 2009 to 2015; and demonstrate the results of the emission of carbon dioxide (CO₂) and the changes in the energy matrix of Manaus in that period. The problematic situation that motivated the research, starting from the observation that, in the year 1989, the city of Manaus entered the process of transition of its energy matrix, with the inauguration of the Balbina Hydroelectric Plant. In 2009, natural gas was transported through the Urucu-Coari-Manaus gas pipeline, which is gradually replacing the fuel oil consumption, complemented by the Manaus interconnection with the National Interconnected System (SIN), which took place in 2013. About the methodology, it is characterized as a bibliographical and documentary research. The dissertation contemplated both qualitative and quantitative perspectives. From a qualitative perspective, a historical survey of the energy matrix of the city of Manaus was presented. The historical evolution of electric energy production for lighting, transportation and water supply in the city of Manaus from 1830 to 1930 was also presented. It also identifies the historical demand for electricity consumption in the municipality of Manaus in the transition period of fuels from 2009 to 2015, with the results of CO₂ emissions and changes in the energy matrix. Regarding the results, it is worth noting that the energy matrix of the State of Amazonas has improved significantly over the course of its history (1830-1930), and in the period from 2009 to 2015. Regarding the emission of CO₂, in the recent, there was a marked reduction of pollution, above 30%. From 2014, the regression in the CO₂ emission was caused by the energy consumption of the SIN. Nowadays, it may be noted that the energy situation of the Amazon is comfortable, and it may even be said that it is the best state has ever had.

Keywords: History; Energy matrix; Manaus; Carbon dioxide.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista panorâmica da Barra do Rio Negro, 1848.....	21
Figura 2 - Bonde circulando pela Avenida Eduardo Ribeiro, em direção ao Mercado e ao cais (1901-1902).....	49
Figura 3 - Design da metodologia para a consecução dos objetivos.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Queda do preço da produção gomífera.....	33
Tabela 2 – Comparações das medições	48
Tabela 3 - Movimento de cargas e passageiros no ano de 1900.....	50
Tabela 4 - Matriz energética de Manaus de 2009.....	66
Tabela 5 - Matriz energética de Manaus de 2010.....	67
Tabela 6 - Matriz energética de Manaus de 2011.....	67
Tabela 7 - Matriz energética de Manaus de 2012.....	68
Tabela 8 - Matriz energética de Manaus de 2013.....	68
Tabela 9 - Matriz energética de Manaus de 2014.....	69
Tabela 10 - Matriz energética de Manaus de 2015.....	69
Tabela 11 – Fração de carbono oxidado	72
Tabela 12 - Fatores de emissão de CO ₂ por unidade de energia medida.....	72
Tabela 13 - Fatores de Emissão de CO ₂ pelo consumo de energia em Manaus	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Orçamento do projeto	37
Quadro 2 - Evolução da matriz energética ao longo dos anos.....	55
Quadro 3 - Sistema modal dos combustíveis/energia da matriz energética da Cidade de Manaus	56

LISTA DE SIGLAS

AmE - Amazonas Energia.

CDM - *Clean Development Mechanism*.

CELETRAMAZON - Centrais Elétricas do Amazonas S/A.

CEM - Companhia de Eletricidade de Manaus.

CNTP - Condições Normais de Temperatura e Pressão.

CO₂ - Dióxido de Carbono.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

ELETRONORTE - Centrais Elétricas do Norte do Brasil.

GEE - Gases de Efeito Estufa.

GN - Gás Natural.

GWh - Gigawatt-hora.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas.

KV – Quilovolt.

Kwh – Quilowatt-hora.

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia.

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

MME – Ministério de Minas e Energia.

MW – Megawatt.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico.

PIM – Pólo Industrial de Manaus.

REMAN – Refinaria de Manaus.

SIN – Sistema Interligado Nacional.

ZFM - Zona Franca de Manaus.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 LEVANTAMENTO HISTÓRICO DA DEMANDA DE ENERGIA.....	20
2.1.1 Primórdios da iluminação.....	20
2.1.2 Iluminação da capital.....	21
2.1.3 Água e Abastecimento.....	35
2.1.4 Viação e Transporte.....	48
2.2 SISTEMA MODAL DA MATRIZ ENERGÉTICA DE MANAUS: DO MOTOR ELÉTRICO AO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL.....	54
2.2.1 Motor Elétrico	57
2.2.2 Iluminação Pública	57
2.2.3 Hidroeletricidade	58
2.2.4 Gás Natural	59
2.2.5 Sistema Interligado Nacional (SIN)	59
2.3 DIÓXIDO DE CARBONO	60
3. METODOLOGIA	62
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	66
4.1 LEVANTAMENTO DA DEMANDA CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	66
4.2 DIÓXIDO DE CARBONO NA MATRIZ ENERGÉTICA DE MANAUS	70
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	73
6. REFERÊNCIAS	76

1. INTRODUÇÃO

Nos idos do século XIX, o desenvolvimento da economia da borracha possibilitou a concentração de riqueza e o crescimento populacional na cidade de Manaus, província do Amazonas, que segundo Lemos (2007), também propiciou a diversificação e o crescimento da vida social. A paisagem urbana recebeu uma nova roupagem, com a construção de belas residências e prédios públicos em moderno estilo, substituindo as velhas e pequenas construções, denominadas de taperas, que eram a base da construção na cidade, até a evolução da economia local, com a exportação de borracha para as principais economias internacionais.

A riqueza pública oriunda dos tributos da borracha foi aplicada nos prédios públicos, sendo também empregada nas aberturas e pavimentações de ruas, avenidas, parques, praças e passeios públicos, além do embelezamento da cidade com a construção de jardins, alamedas e boulevards. Os princípios higienistas, que marcavam as políticas urbanísticas européias eram assimilados pelos ilustres visitantes das famílias ricas, que aqui habitavam. Dessa forma, Manaus se modernizou ao longo do período áureo da borracha (LEMOS, 2007).

Lemos (2007) afirma que, as infraestruturas urbanas de água, iluminação pública, abastecimento de água potável, carris urbanos e esgotos passaram a fazer parte das modernas cidades, bem como a inovação tecnológica para atender aos diversos problemas associados de apoio técnico especializado, para a implementação e manutenção das estruturas como calçamentos e pavimentações de vias públicas, originadas das atividades de colocação de trilhos urbanos, encanamentos subterrâneos para instalação de água e esgotos, gás de iluminação, telefonia e telégrafo, elementos que já faziam parte da vida urbana moderna.

Antes do século XX, Manaus utilizava o vapor como força motriz para o transporte urbano nos bondes e no acionamento de fábricas de bolachas, de macarrão, bem como na torrefação e moagem do café. Já para o transporte, o armazenamento e a distribuição de água potável para abastecimento da população, utilizava-se o acionamento hidroelétrico. No decorrer do século XX, essas forças motrizes foram, aos poucos, sendo substituídas pela força elétrica. Ao longo do tempo, os combustíveis também foram sendo substituídos por outros, que foram surgindo baseados na possibilidade economicamente viável de suas utilizações (LEMOS, 2007).

Mas, conforme relatos de Furtado (1986), o *boom* da borracha no final do século XIX e início do século XX, não conseguiu se manter, para que pudesse sustentar por um longo período o processo de crescimento com a modernização da cidade de Manaus, que por consequência sofreu um declínio econômico e social, em decorrência do fracasso no comércio

da borracha da Amazônia, provocado pela concorrência da borracha da Malásia, que era produzida através de produção agrícola planejada, o que tornava o produto mais barato do que o sistema de extrativismo praticado na Amazônia, o que contribuiu para ruir a ostentação de cidade modelo que Manaus usufruía.

Em decorrência desse declínio, Manaus amargou um longo período de sobrevivência econômica, tornando-se carente de investimentos, além do “inchaço” da cidade provocado pelo êxodo rural, onde as pessoas buscavam na cidade, opções de melhorias, se instalando em lugares inapropriados para a construção de suas habitações, próximas ao centro da cidade, inclusive em casas flutuantes no porto da cidade (FURTADO, 1986).

A cidade de Manaus cresceu muito a partir da instalação do Modelo Zona Franca de Manaus (ZFM) no final da década de 1960, com a vinda de pessoas de outras partes do Estado do Amazonas e de outros Estados brasileiros, que em busca de trabalho se instalaram, em uma cidade que não oferecia estrutura para abrigar a todos com condições ideais de vida. O crescimento acelerado desestabilizou o fornecimento de água, rede de esgoto, energia elétrica, pavimentações, segurança pública e também assistência à saúde.

Para suprir a demanda de energia elétrica do Pólo Industrial de Manaus (PIM) e também da cidade, decorrente do aumento populacional, foi construída, no município de Presidente Figueiredo, a Hidrelétrica de Balbina com capacidade de 250 MW de potência, a única fonte de geração de energia elétrica diferente da fonte predominante do parque termoeletrico das Centrais Elétricas do Norte do Brasil (ELETRONORTE) e produtores independentes, movidos a óleo combustível até o ano de 2013.

Mas, a cidade continuava a crescer e o PIM, em poucos anos, demandou mais energia para atender o crescimento industrial, a qual foi aumentada com o parque termoeletrico movido a óleo combustível. Com a descoberta da reserva de gás natural em 1986, na bacia de Urucu, no município de Coari, surgiram outras oportunidades para o Estado do Amazonas e a mais imediata delas, foi a mudança de sua matriz energética, que ocorre parcialmente, mas também dá prioridade para outros segmentos industriais, comerciais, domésticos, transportes e de serviços.

Ainda na década de 1990, a exploração do gás natural de Urucu iniciou, sendo seu transporte para a cidade de Manaus, realizado a partir de novembro de 2009, através do gasoduto Urucu-Coari-Manaus. Tem-se nesta data o ponto inicial da utilização parcial do gás natural para produzir energia elétrica, utilizando-o como combustível, em substituição ao óleo combustível por conversão gradativa das máquinas movidas a óleo combustível para serem movidas por gás natural (MENEZES, 2011).

Como combustível para produção de energia elétrica, o gás natural foi utilizado inicialmente na segunda metade do século XX, para atender as demandas de consumo nos países, que geravam esta energia através de centrais nucleares ou usinas termoelétricas, movidas com óleo combustível, óleo diesel e carvão. A partir da década de 1980 do século passado, iniciou-se nestes países a construção de grandes termoelétricas movidas a gás natural, para atender novas exigências ambientais que orientavam para utilização de combustíveis mais limpos, como fonte de alimentação das termoelétricas, com o objetivo de reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE) (MOREIRA, 2005).

Os estudos científicos acusam o aumento da concentração de GEE na atmosfera, como resultado da intensa utilização dos combustíveis fósseis nos processos diversos aplicados no desenvolvimento da sociedade, e tem como referência inicial a revolução industrial, e continua crescendo nos dias atuais, pela contínua e crescente dependência da humanidade por energia, o que torna as pessoas reféns da utilização de combustíveis diversos e outros meios para a produção de energia para o sustento imenso da demanda energética (ALBUQUERQUE, 2012).

É sabido que a atividade industrial é um veículo para a poluição ambiental. A Lei Federal Nº 6938/81, definiu a poluição como sendo, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades, que direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população, criando condições adversas às atividades socioeconômicas, afetando desfavoravelmente a biota, afetando ainda as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, e lançando matérias ou energia, que estejam em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (LORA, 2002).

Moreira (2005), por sua vez afirma que, o Brasil tem grande potencial hidroelétrico, e soube tirar proveito dessa condição na construção de diversas bacias hidrográficas de seu continente, prevalecendo a hidroeletricidade na matriz energética nacional, tendo nas termoelétricas a utilização de combustíveis fósseis, como recurso de complementação em períodos de vazantes das fontes hídricas, para possibilitar a recarga das águas das barragens.

Mas, o país cresceu e tornou-se carente de mais energia e as bacias hidrográficas estão bastante contestadas pelos ambientalistas, para a não construção de mais hidrelétricas, obrigando assim, a busca por alternativas para aumentar o parque energético nacional e suprir a carência de energia com outras fontes de combustíveis. Além disso, observando que é necessário atender aos acordos internacionais de redução de emissões de GEE, o que demanda a busca por combustíveis limpos, onde o gás natural se apresenta como o um dos mais limpos dos combustíveis fósseis, e o que se tem disponibilidade para produzir em escala para suprir a

carência da demanda nacional para diversas atividades, inclusive para a produção de energia elétrica (FIOREZE et al., 2013).

O Estado do Amazonas, somente agora está conectado ao Sistema Interligado Nacional (SIN) de energia elétrica, pois, a partir de 2013 passou por Manaus, o linhão da hidrelétrica de Tucuruí, mais conhecido como Tucuruí-Manaus-Macapá. Isso abre um leque maior de opções de fornecimento de energia elétrica para Manaus, que tinha, até a década de 1970, somente termoelétrica a óleo combustível como fonte energética. Atualmente, tem-se, além da conexão do SIN, a Hidrelétrica de Balbina e termelétricas a gás natural, bem como, a disposição de algumas máquinas a óleo combustível, que não foram convertidas para gás, por questões logísticas (VIEIRA, 2013).

A situação problemática de motivou a pesquisa, partiu da observação do fato de que, no ano de 1989, a cidade de Manaus entrou em processo de transição de sua matriz energética, com a inauguração da Hidrelétrica de Balbina. No entanto, a partir dessa etapa, somente houve acréscimo de produção termoelétrica a óleo combustível para atendimento da demanda do consumo energético do pólo industrial, bem como da demanda populacional até o ano de 2009, quando chegou o gás natural, transportado pelo gasoduto Urucu-Coari-Manaus, que gradativamente está substituindo o consumo de óleo combustível, complementado pela interligação de Manaus ao SIN, ocorrida a partir do ano de 2013.

Conforme pode ser observado, são mudanças importantes e transitórias que necessitam serem pesquisadas, e os dados obtidos serem divulgados para conhecimento da sociedade e da comunidade científica, que pode aproveitar as informações, envolvendo o âmbito social e ambiental como emissões de gases de efeito estufa, emprego e renda, internações hospitalares, economia e renda, oferta de energia, transporte, dentre outros, para a tomada de decisões úteis para a melhoria de qualidade de vida da população Manauara.

A partir desse cenário, o objetivo geral dessa dissertação foi elaborar um levantamento histórico da matriz energética da cidade de Manaus. Para tal, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos: demonstrar a evolução histórica de produção de energia elétrica para iluminação, transporte e abastecimento de água em Manaus no período de 1830 a 1930; identificar a demanda histórica de consumo de energia elétrica em Manaus no período de transição dos combustíveis de 2009 até 2015; e demonstrar os resultados de emissão de dióxido de carbono (CO₂) e as alterações na matriz energética de Manaus nesse período.

Justifica-se a relevância da discussão desse tema em âmbitos acadêmicos e sociais, destacando que, ter acesso a informações que contemplem os aspectos ambientais e sociais ocasionados pelas mudanças de performance energética no município de Manaus, é útil para o

conhecimento da situação socioambiental da capital do Estado mais preservado do Brasil e, que, além disso, é sede de um parque industrial, que usufrui de benefícios como os incentivos fiscais. Na defesa do modelo Zona Franca de Manaus (ZFM), os representantes políticos locais utilizam os benefícios do Pólo Industrial de Manaus (PIM), além de emprego e renda, como argumentos para a preservação ambiental aqui existente, apontando ainda que, o pólo industrial aqui estabelecido, contribui para esta preservação.

A delimitação desta dissertação foi restrita a área urbana da cidade de Manaus, já que a mesma possui 98% da população do município (IBGE, 2015), com destaque para os seguintes aspectos: levantamento histórico de produção de energia elétrica para iluminação, transporte e abastecimento de água em Manaus no período de 1830 a 1930; quantidade necessária de emissões de dióxido de carbono (CO₂), para produzir energia elétrica por meio de queima de combustíveis fósseis no município de Manaus, com o propósito de operar os sistemas de produção de energia elétrica a óleo combustível e à gás natural, no período de 2009 a 2015; determinação da diluição de CO₂, emitido por termelétricidade pela hidrelétrica de Balbina e pela conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

A presente dissertação foi estruturada em seis capítulos principais, conforme descritos em seguida. No primeiro capítulo, consta a introdução do trabalho, onde se realiza uma breve contextualização da situação problemática, apresentam-se os objetivos, a justificativa, a delimitação do assunto abordado, bem como a estrutura dos capítulos apresentados.

O segundo capítulo apresenta a revisão da literatura com destaque para o histórico de produção de energia elétrica na cidade de Manaus, no período de 1830 a 1930. No que se refere ao sistema modal, demonstra-se como o mesmo evoluiu na produção da energia elétrica na cidade de Manaus até os dias atuais, justificando-se ainda, a necessidade de se buscar métodos de produção mais limpa. A matriz energética brasileira de hidroeletricidade e o Sistema Interligado Nacional (SIN), também são citadas como recursos tecnológicos de consumo energético.

No terceiro capítulo, trata-se da metodologia, descrevendo a classificação tipológica da pesquisa, os procedimentos e as ferramentas que foram utilizadas, bem como as fontes pesquisadas para responder aos objetivos propostos.

Em seguida, no quarto capítulo, apresentam-se os resultados com destaque para a demanda histórica de consumo de energia elétrica no município de Manaus no período de transição dos combustíveis de 2009 até 2015 e os resultados de emissão de CO₂.

No quinto capítulo, apresenta-se a conclusão e as recomendações para trabalhos futuros, seguido do sexto capítulo, com as referências bibliográficas utilizadas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

No capítulo destinado à revisão da literatura, primeiramente se apresenta o levantamento histórico da demanda de energia na cidade de Manaus, para em seguida, na passagem do objetivo geral para o específico, apresentar o sistema modal aplicado para a produção da energia elétrica na cidade de Manaus até os dias atuais.

Conforme Albuquerque (2012), para haver desenvolvimento dos processos produtivos para a produção de conforto da sociedade, houve consumo sem preocupação com a poluição ambiental. A poluição atmosférica teve seu ritmo acelerado no século XVIII, na primeira revolução industrial, na Inglaterra, que utilizava o carvão mineral como combustível energético, uma das primeiras fontes a serem exploradas em grande escala pela indústria (TORREZANI e OLIVEIRA, 2013).

No início da segunda metade do século XX, a crescente preocupação de ambientalistas da comunidade científica e de ativistas, com a contínua degradação ambiental, fez com que acontecessem as primeiras tentativas de organizar eventos globais com líderes governamentais, com poder de decisão para discutirem medidas para a preservação do meio ambiente. Após a Conferência de Estocolmo em 1972, que teve participação de 113 representantes governamentais, teve início a gradativa compreensão de melhorias ambientais no mundo, e os seguimentos industriais despertaram para a realidade de que o planeta terra está sufocando com tanta poluição e, caiu em descrédito a crença de recursos naturais infinitos, tendo início então a tomada de atitudes ambientais na tentativa de reduzir o ritmo de poluição ambiental (BARSANO e BARBOSA, 2012).

A produção de energia elétrica está entre as atividades que mais produz gases de efeito estufa (GEE). No Brasil esta atividade iniciou em 1879, na Central do Brasil, Rio de Janeiro, para iluminação interna, e sua produção era através de vapor gerado em caldeira a lenha, e logo em seguida, em 1883, foi usada a corrente elétrica nos transportes coletivos em Niterói, na primeira linha de bondes elétricos a bateria do Brasil. E neste mesmo ano, começou a operar a primeira central geradora elétrica, em Campos (RJ), uma unidade termelétrica, movida a vapor gerada em caldeira a lenha. Esse empreendimento foi o primeiro na prestação de serviço de iluminação na América do Sul (GOMES et al., 2002).

No progresso da civilização humana, a madeira teve um papel muito importante para a construção, calefação e navegação e ainda hoje tem muita importância para diversas atividades, assim como a água que foi utilizada como o motor da agricultura e fonte de

energia mecânica, como, por exemplo, para acionamento de rodas d'água na substituição da tração animal nos processos de produção no campo (RÁSIA, 2013).

No Brasil, para a produção de energia elétrica, a lenha foi inicialmente utilizada como combustível para caldeiras, e em seguida teve início a utilização de hidroeletricidade iniciada em 1883, em Diamantina-Minas Gerais (GOMES et al, 2002), e para complemento da demanda utilizava-se óleo combustível em motores de combustão interna.

Na cidade de Manaus, que já possuía sistema de bombeamento de água represada para armazenamento e distribuição no município, acionado por bombas conectadas a motores elétricos, que eram movidos por queda d'água da represa da Cachoeira Grande e mais tarde por máquinas a vapor alimentadas por lenha desde meados do século XIX, iniciou a utilização de diferentes sistemas de iluminação, utilizando várias fontes como iluminantes: banha de tartaruga, óleo de andiroba, querosene, benzeno, acetileno, gás globo, gás líquido de carvão e gás carbônico (LEMOS, 2007).

A partir de meados do século XIX até o início do século XX, quando iniciou a iluminação à eletricidade (LEMOS, 2005), produzida em termelétricas por sistemas isolados utilizando combustíveis derivados de petróleo e também vapor com queima de lenha, melhorou-se a qualidade de vida nas ruas e residências, aumentando o conforto e a segurança das pessoas (AVER, 2013).

A matriz energética brasileira é composta de mais de 70% de energia hidrelétrica, que ainda hoje é um meio muito almejado de uso, mas, que é muito criticada pelos ambientalistas que consideram um meio de produção de energia de muito impacto ambiental (MOREIRA, 2005). O Brasil iniciou a interligação elétrica, como forma de melhor aproveitamento e planejamento energético que iniciou nas regiões Sudeste/Centro-Oeste e Nordeste, conforme citado por Mercedes et al. (2015), e expandiu na região Norte através da hidroeétrica de Tucuruí interligando Manaus e Amapá ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Manaus iniciou a interligação a partir de 2013, e está sendo gradativamente, conforme as obras estruturais aprontem, passando a operar, com a parcela total disponibilizada pelo SIN (OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO-ONS, 2015). Com a interligação a cidade passa a ser alimentada por energia elétrica produzidas por termelétricas a gás natural (GN), diesel, óleo combustível e por hidroeletricidade. Importante destacar ainda que, para cada modalidade de produção de energia, existem os aspectos ambientais envolvidos, bem como os aspectos sociais (LIMA, 2014).

É notório que a matriz energética atual na cidade de Manaus está bem diferente da matriz energética praticada no início, consequência das disponibilidades das novas

tecnologias, escala de demanda, busca e uso de combustíveis mais limpos, cumprimentos de legislação ambiental e programas energéticos dotados de muita atenção política, dentre outras questões.

A partir desse momento, atendendo aos objetivos da pesquisa, busca-se demonstrar a evolução histórica de produção de energia elétrica para iluminação, transporte e abastecimento de água para a cidade de Manaus, no período de 1830 a 1930.

2.1 LEVANTAMENTO HISTÓRICO DA DEMANDA DE ENERGIA

2.1.1 Primórdios da iluminação: Barra de São José do Rio Negro

No ano de 1669, a fundação da Fortaleza da Barra de São José do Rio Negro foi estratégica com a pretensão de evitar invasões estrangeiras no lugar (LIRA, 2012). Segundo Mesquita (2009), o forte era uma pequena construção quadrangular de materiais frágeis e apuro técnico e foi o marco inaugural de arquitetura européia no lugar, que em seu entorno, conforme Lira (2012) foram reunidos índios de algumas etnias, dentre elas a Manaós, junto a alguns brancos que formavam o núcleo populacional da futura Manaus.

Cerca de cem anos após a fundação, o forte não passava de um povoado acanhado (PINHEIRO, 2011), somente a partir de 1808 com apoio político de Lobo d'Almada, houve a montagem de pequenos empreendimentos (olaria, padaria, fábrica de panos de algodão) e então, iniciou a prosperidade.

Em 1833, o lugar da Barra passa à Vila e, em 1848 à Cidade. O ápice foi quando em 1850, a Cidade da Barra do Rio Negro (figura 1) passa à capital da Província do Amazonas, requerendo infraestrutura necessária para o funcionamento do ordenamento jurídico. Nesse cenário, a burocracia provincial, patrocinou a construção de prédios públicos e a significação da formação de uma cidade com a funcionalidade da locomoção e trânsito de pessoas e mercadorias com estética de cidade (PINHEIRO, 2011). Há citações de descrição da cidade em viagens pelo Rio Amazonas e Rio Negro, conforme notas de Basílio de Magalhães citado por Souza (2005).

A cidade da Barra-do-Rio-Negro está situada na margem leste daquele rio, cerca de doze milhas acima de sua junção com o Amazonas. E está localizada em um terreno desigual repleto de ondulações, cerca de 30 pés acima do nível das mais altas cheias, sendo cortada por dois córregos, cujas águas, na estação chuvosa, atingem a considerável altura, havendo, porém, sobre eles duas pontes de madeira. As suas ruas são regularmente traçadas, não têm, no entanto, nenhum calçamento, sendo muito onduladas e cheias de buracos, o que torna a caminhada sobre os seus leitos

muito desagradável, principalmente à noite. As casas geralmente só têm um pavimento, são cobertas de telha vermelha e assoalhadas com tijolos, têm paredes pintadas de branco ou de amarelo, sendo as portas e janelas, pintadas de verde. Quando o sol bate sobre elas, o efeito é muito bonito. Da “Barra”, ou antigo forte, só há, presentemente, uns restos de muralhas e um monte de terra. Há duas igrejas na cidade, são, porém, muito pobres e bastante inferiores à de Santarém. A população da cidade é de 5.000 a 6.000 habitantes, dos quais a maior parte é constituída de índios e mestiços. Na verdade, provavelmente, não há ali uma única pessoa, nascida no lugar, da qual se diga que seja de puro sangue europeu, tanto e tão completamente se têm os portugueses amalgamado com os índios. O comércio local consiste principalmente na exportação de castanhas, salsaparrilha e peixe, e as importações são tecidos europeus, de inferior qualidade, cutelaria ordinária, colares, espelhos e outras bugigangas mais, para o comércio com as tribos indígenas, das quais a cidade é o quartel-mestre (SOUZA, 2005, p.2-3).

Figura 1 - Vista panorâmica da Barra do Rio Negro, 1848.



Fonte: Figueiredo (2011).

Em meados dos anos de 1850, inicia a economia gomífera e isso torna a Amazônia brasileira o celeiro da borracha natural, atraindo investimentos e mão de obra, intra e extra regionais e setoriais, tornando a borracha o principal produto da Amazônia, e isso causou o inchaço das principais cidades amazônicas, e dentre elas Manaus (LEMOS, 2007).

2.1.2 Iluminação da capital

A iluminação da capital da província do Amazonas foi decretada pela Lei Provincial Nº 67, de 2 de setembro de 1856, para ser realizada por 25 lampiões utilizando gás líquido de hidrogênio como combustível, mas, até a data 01/10/1857, os lampiões ainda não estavam instalados (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1858a).

A capital ainda não estava com iluminação pública decretada pelo decreto 67/56, e pelo ponto de vista, do então presidente da província na época, Ângelo Thomaz do Amaral, mesmo que fosse o dobro da quantidade de lampiões, a cidade ainda assim ficaria mal iluminada (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1858b).

A Lei Provincial Nº 123, de 21 de junho de 1862, converteu em um encargo da província a iluminação da capital, que antes era feita pela municipalidade, pois não surgiu interessado que realizasse o contrato de iluminação pública e temporariamente o serviço foi dirigido pelo administrador da fazenda provincial da época (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1864).

Em 1869, foi contratado o serviço de iluminação pública a querosene, executado pela empresa Thury & Irmão. O contrato estabelecia a quantidade de 60 lampiões dispostos em postes de madeira de 12 palmos de altura e que produziria o equivalente a 5 velas espermacete de luminosidade, cada lampião quando estivesse aceso. Os lampiões seriam acesos meia hora após o pôr do sol e permanecendo até as 5:00 h da manhã, exceto nas noites de luar, em que durariam acesas, até meia hora após a subida da lua. A iluminação ficaria sujeita à inspeção da polícia, que aplicaria multas de Mil Réis por cada lampião apagado e de 480 Réis por lampião que não atingisse luminosidade de 5 velas espermacete (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1870b).

A duração do contrato era de oito anos, que depois de vencido o presidente da província poderia comprar os materiais sobressalentes da iluminação dos empresários, ou renovar o contrato. Na época, o presidente Wilkens de Matos relatou que, a iluminação era um grande passo em favor da comunidade, moralidade e segurança pública, citando que a população havia sido punida por questões políticas, ficando sem iluminação pública quando era realizada por gasogêneos, logo depois de uma eleição (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1870b).

Em janeiro de 1871, o então presidente da província do Amazonas, José de Miranda da Silva Reis, fez um aditamento para elevar o número de lampiões a querosene para 90, e regularizar as distâncias e as posições dos mesmos para melhor aproveitamento de iluminação, pois, no seu entendimento este número era ainda inferior ao necessário na cidade para a iluminação das ruas mais habitadas de Manaus (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1871).

Na visão do presidente da província do Amazonas na época, José Miranda da Silva Reis, os 110 lampiões instalados na capital não eram suficientes para uma boa iluminação, que também acusava a deficiência na prestação do serviço por parte da empresa, mas que

tolerava por razões financeiras, pois a província não tinha recursos para mudança imediata da prestação do serviço, que mesmo assim, solicitou em relatório o aumento de 20 lampiões anualmente, para iluminar ruas habitadas que não usufruíam de tal benefício (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1872b).

A Lei Nº 244, de 27 de maio de 1872, autorizou a rescisão de contrato da iluminação da capital utilizando querosene como combustível, tão logo desenvolvesse um fornecedor do serviço de iluminação a gás carbônico com verba autorizada de 30 contos de réis anual. Na época, foi identificado o comerciante da praça do Rio de Janeiro Antônio José d'Abreu, como fornecedor do serviço de iluminação com gás carbônico que prestaria o serviço através de 300 lampiões ao custo anual de 96 mil réis por cada combustor, o que resultaria em um custo inferior ao autorizado em lei. O então presidente da província identificou como uma excelência do sistema de iluminação pública da capital, tanto pelas obras que seriam executadas, como pelo pessoal que teria que empregar na prestação do serviço (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1873).

No entanto, o empresário faleceu e o contrato aprovado não pôde ser executado, e a iluminação da capital continuou a ser executada por 122 lampiões a querosene ao custo anual unitário de 118,2 mil réis por lampião, resultando em montante anual de 23 contos de réis por arredondamento (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1874).

O serviço da iluminação a querosene caminhava regularmente, atribuído pela fiscalização empregada na execução do mesmo. Porém, considerado penoso e inconveniente, seria vantajoso que se introduzisse na capital a iluminação denominada Globe-Gaz, com a qual muito lucraria a Província do Amazonas. No Rio de Janeiro onde era executada a iluminação pelo sistema Globe-Gaz para os subúrbios da capital, foram reconhecidas as vantagens de seu uso ao custo de 136 mil réis por ano de iluminação por combustor (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1878d).

O fornecedor do serviço de iluminação da Província do Amazonas foi declarado falido, e a província rescindiu o contrato com o mesmo e logo contratou outro fornecedor para o mesmo serviço de iluminação com querosene por preço menor que o anterior, o que se tornou vantajoso para a província (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1878e).

A Lei Provincial Nº 411, de 7 de abril de 1878, autorizou o presidente da província a substituição da iluminação do sistema a querosene pelo novo sistema a gás globo. Foi feita a rescisão do contrato do fornecedor a querosene, com ordem de indenização de 2 contos de réis como compensação do material sobressalente deixado para a província, mas mesmo com a ordem de indenização, houve resistência por parte do empresário para a não rescisão do

contrato de iluminação. Mas, apesar de tanta resistência ficou firmado o contrato para iluminação a gás globo com outro fornecedor, sendo que, o mesmo teria que fazer experiência demonstrativa de eficiência do sistema com 02 lampiões na rua brasileira, o que demonstrou pelo teste em vantagem para a capital da província (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1879b).

O então presidente da província do Amazonas foi comunicado pela empresa ganhadora da concorrência para iluminação pública a gás globo, que já estava com o material necessário para substituição dos lampiões a querosene, e o mesmo solicitou que fossem indicados os lugares a serem dispostos os novos lampiões (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1880d).

O presidente por ofício de 22 de fevereiro 1882, mandou instalar na estrada conselheiro Furtado 25 lampiões fornecidos pela própria empresa de iluminação a gás globo e pagos pelo preço da fatura, acrescido de 10% de comissão, em conformidade com a declaração verbal dos empresários. O diretor de obras da Província também solicitou o aumento de mais 25 lampiões a serem assim dispostos da seguinte forma: Bairro de São Vicente na rua dos Inocentes, 4; rua Municipal, 3; rua da Matriz, 2; Bairro dos Remédios - rua Boa Vista em frente a ponte dos Remédios, 4; rua da Aurora- da estrada da 7 de dezembro até o Igarapé de Manaus, 6. Bairro do Espírito Santo - no Paredão e na praça do Paissandu, 4; rua Costa Azevedo, da rua da União até o igarapé do aterro, 2 (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1882a).

O serviço de iluminação pública da capital continuou sendo feito pelo sistema gás globo, segundo o contrato celebrado em 24 de outubro de 1879, com o comerciante Manoel Joaquim Pereira de Sá, após rompimento de contrato com a empresa Machado e Silva & Cia. em 15 de março de 1882, pelo então presidente da província Alarico José Furtado, tendo-se elevado para 50,3 contos de réis o crédito de 28,8 contos de réis, consignado na Lei do Orçamento do exercício passado para a iluminação a gás globo, com a finalidade de se aumentar o número de combustores encomendados, mais 182 colunas de ferro com os respectivos lampiões. Chegaram por vapor da cidade de Nova York 39 colunas, as quais foram dispostas na rua Municipal e na Praça D. Pedro II, em substituição às colunas de madeira que foram aproveitadas nas ruas mais afastadas do centro da cidade. O restante das colunas e lampiões viria no próximo vapor (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1883).

Por ato de 6 de novembro do ano de 1882, foi nomeado fiscal da iluminação pública o alferes da guarda policial Pedro Vallete Netto, com gratificação de 50.000 réis mensais pagos pela verba do artigo 16 § 1º da Lei do Orçamento. A existência de um fiscal nomeado pelo governo, era uma condição de obediência a cláusula 16ª do contrato de iluminação, que

estabelecia multas à empresa prestadora do serviço pelos lampiões que fossem encontrados apagados ou com iluminação deficiente no horário noturno de iluminação. Esta cláusula foi interpretada por ofício de 1º de setembro de 1882, em que foi declarado ao chefe de província que as multas seriam calculadas pelo número de horas marcadas para iluminação (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1883).

A Lei Nº 650, de 6 de junho de 1884 autorizou a presidência da província a rescindir contrato de prestação de serviço de iluminação pública a gás globo com o empresário Manoel Joaquim Pereira de Sá, feito em 24 de outubro de 1879 e efetuar uma indenização de 50 contos de réis, pois a província não estava satisfeita com o serviço prestado e aproveitaria para dar um passo para a modernidade, contratando um serviço de iluminação de sistema elétrico, já existente no Brasil (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1887a).

Por muita relutância do empresário, pelo rompimento de contrato de imediato, mesmo com indenização superior à definida no contrato, que era de 30 contos de réis, o mesmo fez apelações legais justificando suas razões para se manter fornecendo o serviço à província, o que surtiu efeito positivo e houve acerto para que o contrato de 1879 fosse prorrogado por mais 5 anos, vencendo em 1889, mas, com adendos de ajuste por ambas as partes, para não mais ocorrer insatisfação de nenhum dos lados, e ainda aumentaria o número de lampiões e manteria a sistemática de multas por lampiões apagados ou por lampiões com iluminação insuficiente (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1887a).

Mandado lavrar pelo Cônego Raymundo Amâncio de Miranda, segundo vice-presidente da província no exercício da presidência, a Lei Nº 739, autorizou a substituição do sistema de iluminação a gás globo pelo sistema de iluminação a gás de carbono e a romper o contrato de iluminação com o empresário Manoel Joaquim Pereira de Sá, de 20 de outubro de 1879. A república considerava a prestação de serviço de iluminação do citado empresário insuficiente e impossível de fiscalizar, pela forma de como estabeleciam o serviço, pois além dos combustores serem dispostos em intervalos maiores que o devido para a ideal iluminação, não tinham a intensidade de luz suficiente para a iluminação contratada, fato que, se salientava nas ruas em que não existiam edifícios, ou eram estes em pequeno número (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1888c).

O contrato com o comendador Manoel da Silva Leal Loyo, para iluminação a gás carbônico, despertou o interesse do empresário Manoel Joaquim Pereira de Sá de saber qual seria a real data de parada de funcionamento do serviço e se o mesmo gozaria do direito de indenização e quanto seria se tivesse direito. Tal preocupação do empresário se dava para que o mesmo realizasse compras para suprimento de matéria prima e os acessórios em quantidade

certa para não vir a faltar se houvesse prorrogação de iluminação a gás globo paralelo a iluminação a gás carbônico e nem sobrar se fosse encerrado o contrato, conforme a data definida para finalização. Mas, ainda tinha um questionamento indenizatório: se tinha ou não direito a uma indenização por encerramento de contrato o fornecedor do sistema a gás globo, o que o presidente afirmou que não, pois o que houve foi à obediência das cláusulas não cabendo indenização de ambos os lados (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1889b).

Quanto ao contrato de fornecimento de iluminação pública a gás carbônico, o presidente da província Joaquim de Oliveira Machado achava o momento impróprio, pois era um contrato por 30 anos, que além de caro, desagradava à população, que se manifestou contrária, pois deixaria a capital por um longo período sem que pudesse instalar iluminação por luz elétrica, já que estava sendo instalado nas cidades internacionais mais modernas. Até no Brasil já havia iniciado a iluminação elétrica no Rio de Janeiro e em Juiz de Fora/MG e por isso asseverou que, bastaria um retoque de cumprimento de fiscalização e o contrato atual de iluminação por globo gás, poderia ser prorrogado mais uma vez, até uma nova oportunidade de mudança do sistema de iluminação (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1889b).

O então presidente do Estado do Amazonas Gregório Thaumaturgo de Azevedo, citou em relatório da época que, a iluminação pública da capital era um assunto carente de solução imediata, pois existia a possibilidade de iluminação por hidrogênio carburetado, ou pela luz elétrica em substituição ao atual sistema de iluminação a gás globo, que já era utilizado há mais de dez anos, mas que era carente de mudança (ESTADO DO AMAZONAS, 1891a).

O governador do Estado em exercício na época, Eduardo Gonçalves Ribeiro anunciou que já estava contratado o serviço de iluminação da capital do Amazonas por sistema de luz elétrica e que, em breve, a população de Manaus contaria com tão necessário melhoramento (ESTADO DO AMAZONAS, 1893).

Foi inaugurado em 22 de outubro de 1896, o tão sonhado serviço de iluminação pública a sistema elétrico em Manaus, que estava sendo realizado com regularidade. A iluminação pública da capital, era custeada pelo Estado em virtude do contrato assinado com o fornecedor, e por não ter a intendência finanças suficientes para a manutenção do sistema. Era uma situação anormal que precisava ser logo regularizada. Então, o governador solicitou do congresso nacional que facultasse ao Estado do Amazonas uma maneira de solucionar esta questão de modo eficaz e econômico, reduzindo assim os altos encargos custeados pelo Estado para manter a iluminação da capital (ESTADO DO AMAZONAS, 1897).

O governador Fileto Pires Ferreira, afirmou que a instalação do sistema de iluminação por luz elétrica, era a melhor opção que possuía o Estado do Amazonas. No entanto, com alerta de atenção necessária que precisava de investimentos para a situação anormal em que se encontrava o Estado, que custeava um serviço que deveria ser custeado pelo Município. Além disso, trazia um excessivo gasto ao tesouro, custeando cada lâmpada a 7.700 réis por noite, e ainda se tornaria mais caro, quando o câmbio subisse a cifra de picos. Era a segunda vez que o governador Fileto Pires invocava a atenção do congresso para a solução do assunto (ESTADO DO AMAZONAS, 1898a).

A Lei Nº 205, de 16 de fevereiro de 1898, autorizou o governo do Estado do Amazonas, a encampar a empresa prestadora de iluminação elétrica de Manaus, *Manaós Electric Lighting Company* ao preço de 695 contos e 200 mil réis, pagos no ato da compra pelos debêntures representados, assim como também foi pago à vista a quantia de 787 contos e 500 mil réis, sendo esse valor pago por 1.500 ações e ainda foram trocados outras 4.500 ações restantes da companhia por títulos de dívida do Estado, amortizáveis nos prazos estipulados (ESTADO DO AMAZONAS, 1898b).

Na encampação feita nas condições supra citadas, e como sucedâneo ao primeiro contrato, houve assinatura do representante da companhia em novo compromisso com o governo do Amazonas, para executar o serviço da iluminação pública, urbana e particular pelo mesmo sistema, obrigando-se a fazer a iluminação com 325 lâmpadas no mínimo e no máximo 425 lâmpadas de arco voltaico, com as mesmas intensidades de focos elétricos praticados anteriormente, ao preço de 0,6666 do dólar do preço praticado anteriormente por cada lâmpada por noite, deliberado que o Estado, no número de lâmpadas que excedesse o contrato, teria o abatimento de 20% sobre o preço estabelecido. A iluminação particular era realizada com focos incandescentes, com intensidade de 16 velas, com preços que variavam conforme a demanda de contrato pelo número de lâmpadas por cliente consumidor (ESTADO DO AMAZONAS, 1898b).

O contrato de operação do sistema elétrico com o Estado foi de 25 anos, que expirado reverteria para o mesmo todo o material encampado, assim como o adquirido para atender a rede pública e também a rede particular. O histórico da transação havida sobre a iluminação pública e particular da cidade de Manaós representou uma significativa economia para o Estado conforme descrito a seguir: a cada foco elétrico, uma economia de 2.000 réis, que durante um ano perfazia uma fabulosa soma de redução de custos, que dependendo do número de focos instalados e em funcionamento, deixavam claras as vantagens que adquiriu o Estado com o encampação da companhia de iluminação, que antes lhe custava 7.700 réis por foco por

noite. No novo sistema custava 4.500 réis por foco por noite, representando uma economia de 3.200 réis por foco, gerando uma economia total anual de 379,6 contos com 325 focos e 496,4 contos com 425 focos instalados e funcionando (ESTADO DO AMAZONAS, 1898b).

O governo do Estado do Amazonas criou por Decreto de 15 de novembro de 1900 o cargo de superintendente geral de serviços por eletricidade. A pretensão era de normalizar a fiscalização dos serviços de: viação elétrica, bombeamento de água para os reservatórios do Mocó e Castelhana, iluminação urbana e domiciliar, telégrafo terrestre, iluminação do Teatro Amazonas e fornecimento de energia elétrica às lanchas que faziam policiamento do porto da cidade e que constava que tais serviços estavam sendo executados com regularidade (ESTADO DO AMAZONAS, 1901a).

A capital do Amazonas era dotada de avanço no uso dos serviços realizados com energia elétrica, tornando cômoda a realização dos serviços públicos. O serviço de iluminação continuava que seria prestado pelo contrato assinado com Jonh C. Redman em 20 de abril de 1898. Havia pequenas falhas na prestação do serviço que era atribuída à delicadeza do mesmo, e que ainda não havia domínio integral, mesmo sendo executado com a máxima regularidade. Pelo fornecimento da iluminação de junho de 1901 a maio de 1902, o contratante fez jus a 333,39 contos de réis (ESTADO DO AMAZONAS, 1902).

Na visão do então governador Silvério José Nery, esse contrato era um dos que necessitava ser modificado para que tornasse a situação econômica do Estado Amazonas menos inferior, que se encontrava em situação de impotência diante das cláusulas contratuais de fornecimento de iluminação pública, urbana e residencial, tão bem atreladas judicialmente que não deixava margem de um abatimento do fornecedor no preço praticado, e ainda pior, era que o serviço de iluminação precisava ser ampliado, pois o contratado inicial não mais atendeu a iluminação da capital que crescia, de forma suficiente, e que os custos estavam se tornando insustentáveis (ESTADO DO AMAZONAS, 1902).

A alternativa de quebra de contrato de iluminação custaria ao governo 33.333 dólares à razão de 7.000 réis por dólar. Era real e urgente a necessidade de aumentar a iluminação pública e particular e também diminuir o preço do serviço prestado, entretanto, existia um obstáculo de que a situação do tesouro não permitia o encerramento do contrato por ato do governo, como em outros assuntos se faziam, objetivando a redução dos compromissos do Estado (ESTADO DO AMAZONAS, 1902).

Quando assumiu o Estado, o governador Silvério José Nery encontrou o débito do tesouro com a contratante muito atrasado e ordenou que fosse efetuado o pagamento proporcional como, de serviço de primeira necessidade. Mas, a contratante ameaçou com a

suspensão do serviço de iluminação pública e privada, por falta de pagamento se o mesmo não fosse efetuado pelo Estado de imediato. Por conta de tal ameaça, o governador determinou suspender o pagamento que havia determinado a fazer e ordenou ao representante da fazenda estadual, que promovesse em juízo o que fosse necessário, e em paralelo em tempo real, o governo providenciaria para que, uma vez quebrado o contrato, seu próprio pessoal realizasse o serviço de iluminação, sem grande impacto na mudança da operacionalização (ESTADO DO AMAZONAS, 1902).

O governador do Estado, através da Lei Nº 378, de 24 de julho de 1902, autorizou a aquisição por compra a empresa “Electric Lighting Plant” que explorava na capital o serviço de iluminação pública e particular, subvencionado pelo Estado. Para esta aquisição o governo tomou um empréstimo internacional em Nova York, em conformidade com a referida lei. O Estado tornou-se gestor e executor do serviço de iluminação pública e particular dentre outros serviços, a partir de 15 de novembro de 1902 (ESTADO DO AMAZONAS, 1903).

Na visão do governador Silvério José Nery, a operação de compra dos serviços de iluminação elétrica pública e particular, dentre outros realizados em Nova York nos idos de 1902, foi uma das mais felizes atitudes de seu governo, que tinha o domínio dos serviços. No entanto, lamentava um acidente ocorrido em 8 de janeiro de 1902, pela explosão de uma das caldeiras da planta, durante a realização do serviço, matando um operário e ferindo outros, além de danificar seriamente a sala de máquinas da usina, causando parada no fornecimento de iluminação elétrica pública e particular temporariamente (ESTADO DO AMAZONAS, 1904).

Quando assumiu, o então governador do Estado do Amazonas Antônio Constantino Nery destacou que, a capacidade de geração de energia elétrica das duas usinas termoelétricas A e B, instaladas em Manaus estavam no limite máximo e a cidade estava carente de ampliação da rede de iluminação particular (ESTADO DO AMAZONAS, 1906).

A Lei Nº 431 de janeiro de 1904, dava ao então governador do Estado Antônio Constantino Nery poderes de contratar com quem melhor atendesse os serviços elétricos de viação e de luz elétrica de propriedade do Estado. Foi então, feito um contrato de arrendamento, em 08 de novembro de 1906, com o senhor Luiz Travassos da Rosa, cuja proposta foi escolhida por uma equipe representante do governo, como a melhor existente para o Estado do Amazonas. A firma Travassos & Maranhão, que recebeu o arrendamento do serviço tinha efetuado melhorias no material fixo e rodante, e tinha cumprido regularmente as cláusulas contratuais (ESTADO DO AMAZONAS, 1907a).

Em sessão extraordinária do dia 28 de dezembro de 1907, na mensagem do governador em exercício, Sr. Raymundo Affonso de Carvalho, ao congresso para apresentar à casa legislativa do Amazonas, a penosa situação financeira do Estado, ocasionada pela queda de arrecadação originada pela redução no preço internacional da borracha exportada (a produção gomífera era o principal produto do Estado do Amazonas), o então governador pediu a compreensão dos deputados pela situação vexatória que se encontrava o Estado, haja vista que, não havia como sanar os compromissos financeiros contraídos pelo Estado baseados no orçamento de 1906, elaborado pelo governador licenciado Constantino Nery (ESTADO DO AMAZONAS, 1907b).

As despesas eram maiores que a receita e isso forçava o governador a sustar pagamentos dos serviços dos fornecedores do Estado, bem como rever termos de prestação de serviços considerados renegociáveis, dentre outras providências econômico financeiras tomadas pelo governador no intuito de equilibrar as despesas. Um outro contrato que também chamou bastante atenção nessa época, foi o de arrendamento dos serviços elétricos de viação e luz da cidade de Manaus, que causava bastante transtorno à população usuária dos serviços, pelo descaso que os arrendatários faziam ao negócio na visão do governador, e que por isso o mandatário solicitou a aprovação do congresso aos decretos para suspensão deste contrato de fornecimento, dentre outros que o mesmo achava irregulares (ESTADO DO AMAZONAS, 1907b).

O governador Raymundo Affonso de Carvalho solicitou ao congresso, casa anteriormente presidida por ele, a suspensão dos termos de retificação, aditamentos e unificação do contrato celebrado entre o Estado e Luiz Travassos da Rosa, em 7 de novembro de 1906, solicitação essa, que foi aprovada. O governador salientou que, não havia como manter aquele contrato sem causar grandes prejuízos ao Estado e danos à população. Também citou que o material recebido pelo arrendatário, com mais de um ano de existência (fixo ou rodante), já se encontrava em péssimas condições de conservação, causando constantes acidentes nos carros e nas linhas. Além disso, as máquinas, tanto da viação, como as da luz elétrica, se encontravam em estado de sobrecarga, que se tornavam uma ameaça à segurança dos empregados (ESTADO DO AMAZONAS, 1907b).

Aliado a isso, os fios e as lâmpadas da iluminação pública encontravam-se deterioradas e não funcionavam mais direito. Os postes de ferro estavam corroídos pela ferrugem que, de tão danificados, foram substituídos por postes de madeira. Na extensão da linha férrea da Avenida Silvério Nery, por exemplo, foram fincados postes de madeira com emendas por pinos, comprometendo a segurança de todos. O governador também alegou que,

os pagamentos do arrendamento não estavam sendo repassados ao Estado como estipulado no contrato. Além disso, não se mantinha a quantidade mínima obrigatória de lâmpadas de 300 unidades de arco voltaico para iluminação pública e também não foram iniciados imediatamente os melhoramentos que se obrigaram a fazer, na ocasião da assinatura do contrato. O arrendatário associou-se com um outro após contrair contrato com o Estado para juntos prestarem os serviços contratados, no entanto, os sócios romperam relações em situação tempestuosa, a tal ponto que se necessitou de uma ação da polícia para garantir a segurança dos operários de uma das usinas (ESTADO DO AMAZONAS, 1907b).

O governo assistia a tudo apreensivo do desfecho, até que o contratante se apresentou e propôs rescisão do contrato, mas com exigências ao Estado, que puderam ser cumpridas para rompimento do contrato. Atormentado por não lograr êxito com o governo no rompimento do contrato, sem crédito para manutenção dos serviços, finalmente, o arrendatário renunciou a execução do seu contrato, alegando a crise monetária que atravessava o Estado do Amazonas, e as divergências com o sócio, não lhe restando mais nada a fazer, a não ser restituir os bens que arrendou (ESTADO DO AMAZONAS, 1908).

Assim o governo baseado em duas cláusulas, baixou o Decreto Nº 859, de 28 de janeiro de 1908, rescindindo o contrato com Luiz Travassos da Rosa e mandou efetivar multa para ele e seu ex-sócio por quebra indevida de contrato. Após esse rompimento com Travassos o governo ficou com as plantas, a rede elétrica, os trilhos e os bondes em condições lamentáveis de funcionamento, que demandava reparos imediatos. No entanto, o Estado não dispunha de recursos para fazê-los funcionar a contento para satisfação das necessidades da população. Por previsão de profissionais de opinião técnica, seria necessário mais de uma centena de contos de réis para realização de consertos urgentes e substituição de materiais, além de contas a pagar que o contratante deixou (ESTADO DO AMAZONAS, 1908).

Nestas condições, para que não parasse os serviços de luz, água e viação, o governo recorreu às Leis Nº 431, de 12 de fevereiro de 1904, e Nº 435 de 1º de maio de 1905, e através delas arrendou novamente tais serviços, através de concorrência pública para selecionar um novo arrendatário, pois, não dispunha de verbas para realizar tais manutenções, e nem para pagamento de mão de obra operária para realização dos serviços. Venceu a concorrência pública o engenheiro Antônio de Lavandeyra, que além assumir a responsabilidade de ônus anteriores, que eram bastante, ainda pagou o arrendamento daquele ano até 31 de dezembro e também iniciou os consertos e os reparos imediatamente à assinatura do contrato, deixando a viação e a iluminação, bem como o bombeamento de água com regularidade de atendimento,

além de ter realizado pedidos de importação de peças de reposição e materiais para suprir as necessidades dos serviços executados (ESTADO DO AMAZONAS, 1908).

Os serviços de reparo e manutenção da eletricidade de viação e iluminação estavam em adiantado estado de execução. Segundo o relatório de fiscalização do governo do Estado, aproximadamente 75% dos serviços que a contratante prometeu a realização, estavam feitos. De tais serviços o de maior relevância na visão do fiscal do governo, era o da nova usina do Plano Inclinado, pela solidez da construção e a robustez das máquinas de excelentes tipos e fortes. Era um maquinário muito eficiente para um trabalho muito importante, requerendo para operação das mesmas e para atender com regularidade aos trabalhos, um pessoal habilitado, o que faltava para a empresa que realizava os serviços de viação e iluminação (ESTADO DO AMAZONAS, 1910a).

A “*The Manaós Tramways and Ligth Co. Ltd*”, arrendatária dos serviços elétricos e de viação da cidade de Manaus, remeteu relatório ao engenheiro fiscal dos serviços elétricos prestados ao governo do Amazonas. Segundo o engenheiro era necessário aumentar o crédito destinado ao custeio da iluminação pública, pois o crédito existente era somente referente a 320 lâmpadas de arco voltaico de 2.000 velas, mas que, já estavam instaladas e em funcionamento 355 lâmpadas. Pelo contrato, a arrendatária tinha obrigação de instalar até 400 lâmpadas e não se eximiu da obrigatoriedade contratual, mas solicitou o aparelhamento com elementos marcados na Lei do Orçamento que satisfizesse o aumento de despesa (ESTADO DO AMAZONAS, 1914).

Os serviços de viação e iluminação elétrica ocorriam regularmente pela arrendatária. No orçamento do ano em curso a verba consignada à iluminação pública no orçamento do Estado aumentou de 9.000 para 11.250 lbs, recomendado pelo engenheiro fiscal da iluminação e viação, junto à companhia arrendatária, a não ser que suprimissem 37 focos noturnos para a soma de um total de 320 focos que correspondia à 9.000 lbs. Nesse sentido, o governo procedeu pela opção mais barata por estar em atraso de 600 contos de réis pela iluminação pública com a companhia arrendatária, o que causou diversos transtornos econômicos à companhia, que tentou junto ao governo deduzir a dívida do Estado com o arrendamento anual. Essa operação financeira não foi possível porque já havia penhora da anuidade a receber pela concessão do serviço com “*Societé Marseillaise*”, em pagamento de empréstimo em ouro contraído pelo governo do Amazonas (ESTADO DO AMAZONAS, 1914).

No entanto, importante destacar que, o governo facilitou o quanto pode a contratante para a mesma pudesse desempenhar seus serviços, como prorrogação de prazos de algumas

obrigações contratuais, flexibilização de horário, sem com isso prejudicar a população. O governador do Estado Jônathas Pedrosa, citou para o congresso a queda da arrecadação estadual com a exportação da borracha, por causa da queda de preço da gomífera o que deixou o Estado do Amazonas em amargura financeira, (ESTADO DO AMAZONAS, 1914), conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 – Queda do preço da produção gomífera.

Ano	Quantidade (Kg)	Valor Exportado \$	Valor Arrecadado \$
1910	9.879.188	85.752.449.199	14.836.235.238
1911	8.765.427	58.710.378.958	9.999.031.526
1912	10.756.256	57.458.582.855	9.824.010.705
1913	8.264.316	32.504.549.899	5.604.536.987
1914	8.468.147	27.310.691.830	4.635.006.869

Fonte: Estado do Amazonas (1915).

Apesar de bastante afetada pela crise financeira do Estado, a *The Manaós Tramways and Light Company Limited*, continuou satisfazendo suas obrigações de iluminação e viação na capital atendendo com regularidade esses serviços. A rede de iluminação elétrica estava necessitando de mais focos de iluminação, pois havia ruas edificadas às escuras, mas, para ampliar a iluminação precisava-se de mais verba, e nisso o Estado estava bastante abalado, fazendo com que, o governador solicitasse do congresso estadual a conciliação desse gasto no orçamento do Estado (ESTADO DO AMAZONAS, 1917).

A empresa arrendatária *The Manaus Tramways and Company Limited*, continuava prestando os serviços elétricos para a capital de iluminação e viação elétricas de propriedade do Estado, pagando uma anuidade de 240 contos, mantendo todas as usinas em perfeito estado de funcionamento, conservação e limpeza. Abandonaram-se as velhas usinas e instalaram-se novas com geradores, para tração luz e força motriz. A iluminação da cidade era feita por 357 lâmpadas de arco voltaico de 2.000 velas cada por noite de 11 horas. A capacidade instalada das usinas era para 400 lâmpadas de arco voltaico de 2.000 velas de consumo de 500 watts para iluminação pública e 20.000 lâmpadas de 16 velas para iluminação particular. O Estado pagava 350 réis por KWh e os consumidores particulares 700 réis (ESTADO DO AMAZONAS, 1918).

A empresa inglesa *The Manaós Tramways and Ligth Coda Limited*, ainda continuava fornecendo serviços de iluminação elétrica e viação como arrendatária. O contrato estava em vigor desde 27 de abril de 1908, funcionando muito bem com exceção do período da grande guerra, pois ficou impossibilitada de importação de materiais, tendo que efetuar reparos quando deveria substituir. Quando a guerra acabou, foram feitos pedidos de compra de novos

materiais para substituição, apresentando o seguinte histórico na época: 358 lâmpadas de arco voltaico de 2.000 velas distribuídas na cidade; 327 lâmpadas pagas pelo Estado; 20 lâmpadas instaladas na Vila Municipal pagas pelo município de Manaus; 10 lâmpadas na Catedral de Manaus e nas usinas da companhia, independentes de qualquer remuneração; e os circuitos da luz particular foram oito fazendo a iluminação de 2.800 prédios (ESTADO DO AMAZONAS, 1919).

O número de casas atendidas pela iluminação particular somavam na época 3.463 residências com consumo anual presumível de 1.688.636 kwh. As repartições públicas atendidas pela iluminação elétrica eram 16 e a cidade de Manaus, continuava sendo iluminada com 357 lâmpadas de arco voltaico (ESTADO DO AMAZONAS, 1920).

Pelo Decreto Governamental Nº 215 de 28 de dezembro de 1928, foram regulamentados os serviços elétricos compreendendo iluminação e tração, telégrafos e telefones. A iluminação pública manteve-se regular e com aumento de consumo de luz por iluminação e ainda houve a baixa do dinheiro nacional no câmbio, o que aumentou a dívida por ser o contrato firmado em moeda estrangeira. Aumentou o número de prédios públicos para serem iluminados, bem como a iluminação dos bairros de São Raimundo (em todas as ruas), e Educando, satisfazendo a demanda da população daquele bairro, que muito pedia para ser iluminado. Houve também a ampliação da iluminação na Vila Municipal, que somente era iluminada a Avenida central do bairro. Ocorreu ainda a instalação elétrica para iluminação da Vila Belisário Penna, para onde iam as pessoas acometidas de hanseníase, na Hospedaria dos Imigrantes, o que para tamanha ampliação, a *Manaos Tramways*, precisou adquirir materiais e máquinas modernas (ESTADO DO AMAZONAS, 1929).

Em decorrência dos compromissos econômicos do Estado, o governador Dorval Pires Porto autorizou a *Manaos Tramways* a eliminar focos de iluminação pública no centro e subúrbio de Manaus, de forma não contínua para que menor possível fosse o impacto na iluminação, e assim foi realizado o que rendeu uma economia média mensal de 15 contos. Embora reconhecesse a razão da empresa, o governo do Estado não podia majorar os preços do kwh e também das passagens de bonde, embora a prestação do serviço da empresa fosse tão boa, que mesmo em meio a crise, adquiriu e instalou duas máquinas de 200 kwh para atender a demanda necessária na cidade quando fosse solicitado (ESTADO DO AMAZONAS, 1930).

A eletricidade da cidade de Manaus foi consolidada no início do século XX, permitindo a instalação da rede de bondes elétricos para transporte de passageiros e também de carga na capital. Em 1895, foi constituída a *Manaos Eletric Lighting Company*, e em 1920

a iluminação e o transporte da capital respondiam pela maior parte do consumo de energia elétrica, que era atendida por empresas estrangeiras. Na década de 1940, o governo federal estabeleceu novas regras para pagamento dos serviços prestados por empresas estrangeiras, o que contribuiu para que, estas se retirassem dos negócios de prestação de serviços à capital. No entanto, somente em 1953, foi criada a Companhia de Eletricidade de Manaus (CEM), quando a cidade sofria de constantes racionamentos de energia elétrica, sobretudo, ocasionados pela falta de óleo combustível para suprir as usinas termelétricas que produziam a energia que supria a cidade (TEIXEIRA e CAVALIERO, 2004).

Boa parte do problema de abastecimento de óleo combustível foi parcialmente resolvido nos idos de 1956, quando foi criada em Manaus a Companhia de Petróleo do Amazonas, do Grupo Sabbá, hoje, a Refinaria de Manaus (REMAN) incorporada à Petrobrás (CARVALHO, 2002).

Entretanto, a cidade de Manaus enfrentou crises energéticas muito fortes no período de 1962 a 1963, e a CEM foi federalizada por meio das Centrais Elétricas do Amazonas S/A (CELETRAMAZON). No ano de 1973, foi criada a Centrais Elétricas do Norte do Brasil (ELETRONORTE) quando havia muita pressão por mais energia elétrica por causa do distrito industrial de Manaus que crescia, e logo em seguida, deu-se início à construção da Hidrelétrica de Balbina, seguindo com a ampliação do parque termelétrico (TEIXEIRA e CAVALIERO, 2004). E a partir do ano de 2013, a cidade de Manaus foi interligada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), através do linha de Tucuruí de origem na hidrelétrica de Tucuruí no estado do Pará.

2.1.3 Água e Abastecimento

Em 31 de março de 1880, o então presidente da província do Amazonas José Clarindo de Queirós, durante seu pronunciamento na Assembléia Legislativa Provincial, alertou os deputados provinciais da necessidade urgente de abastecimento de água potável na cidade de Manaós, pois o abastecimento se dava por carroceiros que enchiam suas pipas no Igarapé de Manaós, onde era sabido e questionado a potabilidade da água, haja vista que, neste igarapé eram lavadas roupas e banhado animais, o que por essas ações, havia o depósito de muitas impurezas insalubres na água, o que a tornava imprópria ao consumo humano (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1880a).

Em 26 de junho de 1880, o Dr. Sátyro de Oliveira, quando assumiu a presidência da Província do Amazonas, encontrou um contrato com José Teixeira de Souza & Companhia a

ponto de ser firmado com os negociantes de Manaós. O presidente da província achou que a lei provincial não fora cumprida à risca quando aberta a concorrência para a seleção do prestador de serviço de abastecimento de água potável, e resolveu anular a lei e reabrir nova concorrência por 90 dias nas cidades de Manaós e Belém (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1880 b).

Em atendimento às ponderações do presidente da província Dr. Sátyro de Oliveira Dias, foi aprovada a Lei N° 503, de 3 de novembro de 1880, que autorizou a presidência da província do Amazonas a aplicar 20 contos de réis para construir um reservatório de água potável, ou construir uma represa da vertente do Mocó no Igarapé de Manaós, ou com obras de melhorias daquele manancial, de modo que, a população da capital fosse abastecida com água potável. Encontrava-se em estudo a possibilidade de transporte de água potável do Mocó até próximo da Ponte de Manaós, cerca de 2 km de distância, para facilitar o acesso da população à água potável (PROVÍNCIA DO AMAZONAS 1881d).

O presidente da Província do Amazonas Dr. José Lustoza da Cunha Paranaguá, solicitou estudos de fontes de água potável para abastecimento da capital da província do Amazonas, que foram realizados nos seguintes mananciais: Manancial do Mocó, da Castelhana do Igarapé de Manaus, do Igarapé da Cachoeirinha, do Igarapé da Cachoeira Grande e alguns de seus afluentes. Realizada a pesquisa, deram semelhantes resultados da qualidade e abundância de água nas fontes do Igarapé da Cachoeirinha e Igarapé da Cachoeira Grande. O seu afluente da margem direita, cerca de 400 m acima da cachoeira é que foi escolhido por ser o que mais vantagens oferecia, tanto em termos de vazão, quanto de qualidade da água, bem como por ter apresentado um nível superior ao nível das maiores enchentes do Rio Negro, à distância de somente 3 km do centro da capital (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1883).

A água era límpida, com temperatura média de 24°C, sabor agradável, dissolvia bem o sabão, cozia os legumes e não apresentava vestígios sensíveis de materiais orgânicos ou terrosos em sua dissolução. A análise completa foi solicitada nos laboratórios da Casa da Moeda e da Escola Politécnica da Corte, através dos Ministérios da Fazenda e do Império. O engenheiro responsável pelos estudos, Lauro Baptista Bittencourt, estimou que 500.000 litros de água por dia seriam suficientes para abastecer a cidade de Manaós, com população à época de aproximadamente 10.000 habitantes com gasto diário *per capita* de 50 litros (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1883).

Sendo a queda d'água natural insuficiente, a mesma foi represada a uma altura de suficiente queda para que as bombas fossem movidas pela própria água. A água seria

bombeada, transportada por tubulações de ferro subterrâneas por aproximadamente 3 km de extensão até as caixas para depósitos e distribuição para a cidade. A altura do fundo do depósito deveria ser de 14 metros acima da soleira da porta da Igreja da Matriz, para que assim a água jorrasse em todos os pontos habitados da cidade. O depósito teria capacidade de armazenamento de 1,5 milhão de litros, que seriam suficientes para 3 dias de consumo, caso surgissem imprevistos que necessitasse de manutenção nas máquinas ou na rede de distribuição ou no depósito (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1883).

O orçamento do projeto foi calculado pelo máximo para ser possível reduzi-lo quando fosse aprovado após a elaboração de estudos completos para provável orçamento das despesas, que seriam necessárias para o abastecimento de água potável na cidade de Manaus, conforme pode ser visualizado no quadro 1.

Quadro 1 – Orçamento do projeto.

DESCRIÇÃO	VALOR \$
Caixa de distribuição	120.000.000
Encanamento de ferro fundido	160.000.000
Caixa de recepção e torre	25.000.000
Bombas, turbinas, ventosas, registros de distribuição e parada	30.000.000
Melhoramento do manancial e limpeza	30.000.000
TOTAL	365.000.000

Fonte: Estado do Amazonas (1883).

No dia 08 de outubro de 1883, os empresários João Carlos Antony e Jonh Moreton assinaram contrato com a província do Amazonas, para abastecimento de água potável na capital, sendo que os arrematantes obrigaram-se a cumprir em contrato, as seguintes ações:

- Fornecer e colocar tubos de ferro fundido de 12 polegadas inglesa de diâmetro interno do manancial, até a entrada das bombas, colocando válvulas de parada e de descarga, em cada ramal de bifurcação até a entrada das bombas;
- Fornecer e instalar duas bombas, ambas de duplo efeito com 16 polegadas de diâmetro interno, e 24 polegadas de êmbulos de curso, com opção das bombas trabalharem juntas ou separadamente;
- Fornecer e colocar tubos de ferro fundido de um duplo encanamento de 9 polegadas de diâmetro interno, entre as bombas e o reservatório, sendo ambas as tubulações com conjunto de válvulas, T, curvas, ramos e ramais;
- Fornecer e colocar tubos do encanamento de distribuição de diâmetro interno de 8 polegadas inglesa, tubos e flanges nos cruzamentos das ruas, T, curvas, caixas de lama;
- Fornecer e assentar tubos de encanamento de distribuição de 6 e 4 polegadas inglesa de diâmetro interno, curvas, T e válvulas de parada que impedissem a comunicação com o tubo de 8 polegadas. Esses tubos seriam experimentados para uma pressão de 20 atm, forrados à solução quente, de patente do Dr. Angus Smith, para prevenção das ações da água e da ferrugem. Os encanamentos seriam de tubos de bolsa e encaixe, havendo um tubo de flanges por cada 100 metros de tubo de bolsa, abertura de valas no solo, encaixe da tubulação, enchimento das bolsas com chumbo e fechamento das valas;

- Fornecer e construir um reservatório de alvenaria e pedra com peças em ferro com dimensões de 27,4 metros de comprimento, 17,4 metros de largura e 4,0 metros de altura (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1884e).

Importante salientar que foi permitido aos arrematantes colocar uma linha de trilhos somente para o serviço de transporte dos materiais das obras do contrato (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1884e).

Em 26 de março de 1887, o então presidente da província Coronel Conrado Jacob de Niemeyer, nomeou uma comissão com três renomados engenheiros para identificar e dar parecer da situação do contrato de abastecimento de água para a população da capital da Província do Amazonas, assinado em 8 de outubro de 1883 e a 30 de janeiro de 1886 entre a fazenda provincial e os Srs. Antony, Moreton & Companhia e Taciano Maurílio Torres, com a Portaria da presidência da Província, de 22 de julho de 1886, transferindo o contrato ao Sr. José Teixeira de Souza (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1888a).

No parecer dos engenheiros, havia algumas divergências de custos das obras e de materiais, bem como da real necessidade do que foi orçado, e até o que deveria ter sido incluído no projeto, mas, que não fora, a exemplo de uma casa de máquinas, e também, como prevenção de uma enchente extraordinária do Rio Negro, a aquisição e instalação, na referida casa de máquinas, de uma máquina a vapor para substituir as turbinas nos meses de junho e julho (meses de mais alto nível das águas da enchente do Rio Negro), se tal fato viesse a acontecer (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1888a).

Também houve proposta de prioridades do que era de vital importância para o andamento do projeto, e de possível exclusão do que não afetasse de morte o projeto, pois a população estava muito carente de abastecimento de água de boa qualidade para seu consumo (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1888c).

A população da capital duvidava da potabilidade da água a ela fornecida bombeada da Cachoeira Grande, o que fez o próprio presidente da província ir ao local de captação de água em consequência do resultado de análises química. Ficou decidido, então que, para melhorar a água, deveria subir a tubulação de captação mais algumas centenas de metros acima do ponto de captação, para assim haver uma melhora da água bombeada à população, pois o novo ponto era mais adentrado na floresta, do que o primeiro ponto (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1889a).

As obras de encanamento para abastecimento de água da capital seguiam sem interrupção, mas já estavam disponíveis à população torneiras dispostas nas ruas e praças para atendimento coletivo desde dezembro de 1888. Apesar da enorme despesa que tinha o Estado

com o abastecimento de água potável para a população da capital, não se estavam obtendo os resultados para os quais necessitava para atender a todos os pontos mais elevados da cidade, nos novos bairros que não entraram no projeto inicial, e a remuneração do montante aplicado. Desde o ano de 1881 até outubro de 1891, o tesouro desembolsou 1.310 contos de réis e ainda faltavam mais recursos para finalizar o projeto (AMAZONAS, 1891b).

No ponto de vista do governador do Estado do Amazonas deveria abrir concorrências para contratar uma empresa que concluísse os serviços que faltavam, bem como as melhorias necessárias, além de indenizar o Estado pelos gastos realizados no projeto. Como garantia do reembolso do dinheiro da compra dos direitos de explorar os serviços e também dos montantes, ainda necessários para a realização do projeto, a empresa vendedora ficaria por 45 anos explorando os serviços e a venda de água à população (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1891b).

As obras de abastecimento de água da capital continuavam a ser incrementadas, apesar das reclamações da saúde pública. Houve melhorias dos trabalhos de instalação existentes irregulares das turbinas, que em época de enchente e de vazante, não funcionavam bem, seja pela elevação de água a jusante na cheia, ou pelo abaixamento do nível de água a montante na seca. Houve providências do governador Eduardo Ribeiro para sanar o problema das turbinas, mas, para prevenção assegurada houve aquisição de bombas d'água a vapor. Foram solicitadas providências para adequar a canalização de captação de água nos igarapés circunvizinhos, com o propósito de aumentar o volume de água do manancial que se perdia (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1891b).

O governo determinou a instalação de hidrômetros na rede particular de água potável com o intuito de evitar desperdício de água por derramamento, decorrente do descuido da população, e assim garantir o suprimento de água contínuo. E para fazer chegar à água nas partes altas da cidade, o governo resolveu construir um reservatório de distribuição. O lugar da construção seria o Alto do Mocó, e assim resolveria o problema do abastecimento de água para as partes mais altas da cidade. A rede de encanamento foi aumentada para regularizar o suprimento de água nos novos bairros e ruas (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1893).

Mas, na concepção do então novo governador do Estado do Amazonas, Fileto Pires Ferreira, o abastecimento de água da capital era uma questão muito melindrosa que exigia solução urgente. A distribuição de água não atendia as necessidades da população e o governo não tinha meios de remediar a situação, sem o auxílio do congresso. Ele achava que as instalações nasceram deficientes e não houve uma projeção de crescimento da cidade, o que no seu modo de ver, julgava normal que as deficiências surgissem. O mesmo era favorável

que o serviço de abastecimento de água da cidade fosse do próprio Estado e não terceirizado como estava sendo feito, e ainda que fosse realizado um estudo para que fosse definido um novo manancial de coleta de água para o abastecimento de Manaus, pois a Cachoeira Grande não mais atendia a demanda da população, mesmo com a aquisição adicional de uma máquina robusta, no entanto, desproporcional ao serviço solicitado (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1897).

Além do elevado consumo de combustível para bombeamento de água para o reservatório destinado à distribuição que ficavam muito distantes do ponto de coleta, tornando assim inapropriadas para a realização do bombeamento de água, sugeria o governador que as bombas não possuíam aperfeiçoamentos apropriados para realização de bombeamento eficiente. Tanto era prioridade para o governador, que o mesmo organizou uma comissão de saneamento para tratar destes assuntos entre outros (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1897).

O governador do Estado do Amazonas Fileto Pires Ferreira, no seu pronunciamento ao congresso estadual em janeiro de 1898 disse que, a comissão de saneamento trabalhou muito para encontrar um modo satisfatório de distribuição de água potável para a população da cidade de Manaus. A interligação do reservatório do Mocó com a casa de máquinas na Cachoeira Grande, estava dependendo somente da chegada do ferro importado para a conclusão. Todos os mananciais da proximidade que podiam ser somados ao manancial da Cachoeira Grande já haviam sido estudados. O governo desejava abastecer 300 litros de água dia *per captos*, com uma população planejada de 100.000 habitantes como previsão de crescimento da cidade, o que resultava em um volume de 30.000 m³ dia (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1898a).

Medido na estiagem 228 litros dia *per captos*, de água do manancial da Cachoeira Grande e seus afluentes com 17.380m³ e 5.530m³ do manancial do Tarumã, que somados resultariam em 22.380m³, portanto, não atingindo o almejado volume de 30.000 m³, conforme desejava o governador. Para a população da época presente, a capacidade era mais que suficiente, porém a cidade crescia a passos largos, por isso a projeção do cálculo foi feita para 100.000 habitantes, o que teria que achar meios de novo dimensionamento *per capto*. A obra estava orçada em 700 contos de réis incluindo já um sistema de filtração, novas bombas, novos reservatórios e cisterna com capacidade de 19.000m³ no Mocó, sendo lá a parte mais elevada da cidade, com um reservatório elevado a 16 metros e que só tinha capacidade de 11.000m³ (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1898a).

Do projeto total, só faltava projetar a rede adutora das águas do manancial do Tarumã e a cisterna do Mocó. Para satisfação imediata das necessidades da população teria que

distribuir 8.000 m³ diário para uma população de 40.000 habitantes, somente da captação do manancial da Cachoeira Grande, após a interligação com a reserva do Mocó. Estava em estudo algumas medidas para serem adotadas na rede de distribuição, e o mais promissor era o medidor Kennedy, que parecia ser mais compatível com a nossa rede e que parecia que resolveria o nosso problema. Para melhor assimilação foi determinado pelo governador o mapeamento de toda rede de distribuição de água das ruas da cidade de Manaus para facilitar a fiscalização. Foi criada pela administração estadual o serviço de coleta de águas, subordinada ao departamento de finanças e foi extinto o cargo de encarregado dos encanamentos, ficando esta atividade sob responsabilidade de um dos condutores das obras públicas (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1898a).

O governador do estado do Amazonas, José Cardoso Ramalho Júnior em mensagem à assembléia legislativa do estado em julho de 1900, disse que a cidade de Manaus necessitava de fornecimento de água em abundância, não bastando apenas fornecimento de água. O que fez com que o governo providências tomasse para que assegurasse um fornecimento regular de água potável para a população da capital, criando um novo reservatório, adquirindo máquinas movidas por eletricidade, para transporte de água dos mananciais até o reservatório com qualidade salubre (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1900).

O então governador Silvério José Nery declarou que a diretoria de obras públicas do seu governo, havia priorizado as atribuições inerentes ao abastecimento público de água potável. Declarou ainda que, a rede de encanamentos para distribuição de águas era tão deficiente por tantas derivações instaladas para atender a população crescente da cidade, que descaracterizou os estudos do projeto inicial. Foi decidido que seria feita a aquisição de novos materiais com tecnologia atualizada, na Europa para ser realizada a substituição gradativa do velho material por novos (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1904).

O bombeamento de água para os reservatórios também era deficiente na avaliação do governador, que mandou restaurar o manancial de captação que abastecia o reservatório da Castelhana, com capacidade diária de 18.000m³, que depois de restaurado produziria água mais cristalina que as águas do manancial que abastecia o reservatório do Mocó. Na ocasião das substituições dos velhos materiais da rede de distribuição por novos, o serviço de abastecimento foi intermitentemente, o que não satisfazia plenamente a população, principalmente a zona mais populosa da cidade (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1904).

Por ocasião da restauração do manancial, houve observação da diretoria de obras do Estado, de que era necessário determinar em lei a preservação da floresta nas áreas adjacentes aos mananciais de abastecimento da cidade de Manaus, pois o carvão consumido na capital

vinha da floresta vizinha, o que causava falta de sombreamento de proteção dos mananciais, reduzindo sua capacidade de abastecimento (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1904).

O novo governador do Estado, Antônio Constantino Nery, anunciou que fez aquisição de uma bomba “DEAM” conectada a uma máquina elétrica, bem como outra máquina elétrica para substituição de uma das já existentes. Para aumentar a produção de energia elétrica necessária para bombeamento de água, também fez aquisição de uma caldeira conectada a um *dynamo* conectado a um motor a vapor de 575 cavalos de potência. Anunciou também que o Estado firmou um contrato no dia 7 de dezembro de 1904, com o senhor A. Lavandeyra para abastecimento de água e estabelecimento de uma rede de esgoto, que ainda não havia sido iniciada (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1905).

A companhia inglesa sob responsabilidade de A. de Lavandeyra “*Manaós Improvements Limited*”, a cargo da qual se achavam os serviços de construção da rede de esgoto, iniciada em 11 de abril de 1906, e os serviços de abastecimento de água, também era a mesma que fazia a terraplenagem da Ponta do Ismael, lugar à margem esquerda da cidade de Manaus, a montante do porto da cidade alguns quilômetros, onde estava sendo construída a estrutura para um novo manancial de abastecimento de água para a capital. Deste manancial é que sairia a água a ser transportada para o reservatório do Mocó, e o traçado para instalar a tubulação de transporte da água, já estava definido e prestes a iniciar o trabalho (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1907a).

Os serviços de esgoto e abastecimento de água continuavam sendo executados pela empresa inglesa *Manaós Improvements Limited*, e, no dia 24 de dezembro de 1908, foram inauguradas na Ponta do Ismael as casas e máquinas destinadas para o abastecimento de água da capital, que a partir desta data passou a ser abastecida com água do Rio Negro, purificada com filtros Polarite tornando a qualidade da água tida como melhor do que a água abastecida do manancial da Cachoeira Grande, mas que nesta época a água ainda não apresentava limpidez cristalina, mas que a empresa prestadora do serviço justificou alegando a ausência do profissional competente que estava na Europa para tratamento de saúde, mas que outro seria logo contratado para substituí-lo (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1909).

O Governador Antônio Clemente Ribeiro Bittencourt em seu pronunciamento à assembléia legislativa, não demonstrou entusiasmo com os serviços de esgoto e abastecimento de água, prestados ainda pela empresa Inglesa *Manaós Improvements Limited* à capital citando que, a rede de esgoto não dava vazão necessária às águas pluviais, e que se referiu a serem obrigados à execução de novos trabalhos para correção da deficiência (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1910a).

Quanto ao abastecimento de água era ainda fornecido pela antiga rede do Estado, não apresentava coloração de água pura, e sim coloração levemente amarelada, justificado ao governador pelo empresário, que era necessário a aquisição de mais um filtro Polarite a fim de clarear mais a água filtrada pelo sistema bombeado, o que fez com que o governador reclamasse acentuadamente das falhas dos projetos propostos e pós prontos serem alegados de pouco eficiente, carecendo sempre fazer mais investimentos reparatórios e mais vezes, o que causava incômodo financeiro e desconforto de trânsito de veículos e desconforto de pedestres (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1910a).

Houve alegação do governo que o contrato da empresa referente às contribuições dos usuários pela rede de esgoto que estabelecia a contribuição de 300.000 réis por ano por usuário para cada habitação, sem levar em consideração o tamanho do prédio. Estabelecia também para o consumo de água de até 4.000 galões mensais ao custo de 15.000 réis mensais e mais 3.000 réis para porções adicionais de por mil galões excedentes. Além do preço alto, o governador acusava de falta de critério para precificação das contribuições pelos dois serviços (PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1910a).

O governador Clemente ficou surpreso com a notícia da *Manaós Improvements Limited*, tomar decisão de mudar o sistema de filtração da água por filtros Polarite, para o sistema de clarificação por tratamento químico da água, por ter instalado na Ponta do Ismael, uma bateria com 10 filtros e não consegue a clarificação da água. Preocupado com a mudança de processo, que ainda estava em andamento, pois a empresa estava construindo dois tanques para a realização do tratamento químico, o governador submeteu o caso ao conselho do serviço sanitário do Estado, que designou dois médicos para pesquisarem e emitirem parecer sobre a clarificação da água por tratamento químico (ESTADO DO AMAZONAS, 1912).

O governador Jônathas de Freitas Pedrosa em seu relatório ao congresso estadual, citou caso de divergência entre consumidores de água e a empresa fornecedora *Manaós Improvements Limited*, a ponto de a mesma ter sido invadida por ato de vandalismo por populares. Houve também desacordo econômico, nos preços praticados pela empresa para o fornecimento de água e a prestação de serviço da rede de esgoto, que houve um abatimento de 33% e 25%, respectivamente. A empresa recorreu ao ministro plenipotenciário da Inglaterra, e ao embaixador dos Estados Unidos que viabilizassem seu acesso ao governo federal, para que desse garantias de que a empresa realizasse seus serviços, que aliás o governador afirmou ser somente o serviço de abastecimento de água, pois o serviço da rede de esgoto e renovação com a canalização de água, se encontrava parado havia meses (ESTADO DO AMAZONAS, 1912).

A *Manaós Improvements* rescindiu contrato violentamente com o governo do Amazonas, e após isso, houve publicação na imprensa londrina, que aqui em Manaus imperava a anarquia, faltando assim as garantias de propriedade e de vida e por isso seria impossível continuar executar seu contrato com o Estado, o que alegou a empresa, lhe tenha feito recorrer aos escritórios diplomáticos da Inglaterra e Estados Unidos, que imediatamente fizeram suas reclamações ao governo federal do Brasil, e em seu nome, propuseram que o Estado tomasse conta do seu acervo, a companhia, pelo seu representante aqui, prevenindo o governo da suspensão do serviço de abastecimento de água para a capital (ESTADO DO AMAZONAS, 1914).

No dia 18 de julho de 1913, a companhia anunciou a sua saída para o dia 17 de agosto do mesmo ano, às 12:00 hs, com um ofício ao governador. Apesar do início de uma calamidade com o acometimento da população da capital pela varíola, o governador por não ter meios legais de recusar a renúncia da companhia, afirmou à mesma que o Estado assumiria a direção dos serviços, e determinou ao engenheiro fiscal e ao procurador da fazenda do Estado que procedesse ao caso do encerramento do contrato em conformidade com a lei (ESTADO DO AMAZONAS, 1914).

O governador entregou a direção dos serviços ao Dr. Antônio Crespo de Castro, que fora da companhia *Manaós Improvements Limited*, e que tomasse a responsabilidade dos edifícios, materiais e aparelhos. Os serviços de bombeamento estavam sendo executados muito bem sob a direção do Dr. Crespo que até realizou restauração dos serviços de escritório, manutenção dos equipamentos, caiação das casas de máquinas da Ponta do Ismael e continuou as obras da instalação da rede de encanamento de água (ESTADO DO AMAZONAS, 1914).

No dia 02.02.1914, o governador do Estado recebeu um telegrama do ministro da fazenda solicitando que o mesmo desse solução ao caso da companhia *Improvements*, pois a falta desta solução estava prejudicando seriamente o crédito do Brasil e os meios financeiros do exterior. O governador respondeu ao telegrama afirmando ao ministro que, devolveria sim à companhia *Improvements* os serviços por ele deixados e todos os prédios, máquinas e materiais, em igual ou até melhor estado que a mesma deixou, e assim o Estado não impediria nenhuma negociação financeira com a Inglaterra (ESTADO DO AMAZONAS, 1914).

Desde o dia 17 de agosto de 1913, os serviços de abastecimento de água e construção de rede de esgoto e modernização da rede de água continuava sob responsabilidade do Dr. Antônio Crespo de Castro, que além da parte técnica, também administrava a parte financeira e sem nenhuma reclamação de cliente. Apesar da crise financeira do Estado, e por

consequência pagamentos de consumo de água em atraso, todos os serviços referentes ao abastecimento de água, modernização da rede de encanamento de água e construção da rede de esgoto, continuavam em sua plenitude e ocorrer sem reclamação dos usuários. Entretanto, não houve possibilidade de ser efetuado o assentamento do sifão, que conduzia as águas tratadas nas casas de máquinas na Rua Izabel para o emissário que devia transportar e lançar no Rio Negro (ESTADO DO AMAZONAS, 1914).

Houve proposta ao congresso que autorizasse a aquisição de mais uma caldeira para instalar na Ponta do Ismael, como peça sobressalente, como ação preventiva da hipótese de quebra de uma das duas caldeiras existentes, e para que não comprometessem os serviços de abastecimento de água e ainda melhoramento da rede de esgoto e acréscimo de receita, pois, além do melhoramento higiênico da capital, desviaria águas residuais dos bueiros e materiais fecais e de poços cavados dos quintais e águas servidas na zona mais edificada e populosa da cidade para a rede de esgoto, tornando assim higiênica a vida da cidade, cuja falta sempre alarma a população (ESTADO DO AMAZONAS, 1915).

Ainda na direção dos serviços de água e esgoto estava o engenheiro Dr. Antônio Crespo, de renomada competência, tendo desenvolvido trabalhos admiráveis à frente desses serviços, confiados a ele desde a saída da *Improvements*, em agosto de 1913, e seguia muito bem, mas se encontrava parada a construção da rede de esgoto, e a modernização da rede de encanamentos de água, por falta de dinheiro, pois o Estado se encontrava com necessidade de verba, e por isso não conseguia seguir construindo e comprando nem o necessário para esses serviços, isso sem contar com a barreira da guerra mundial que impedia até a compra de materiais de substituição se caso quebrasse algum equipamento, como por exemplo, uma caldeira (ESTADO DO AMAZONAS, 1915).

Foi realizado um inventário de todos os materiais, máquinas e prédios da empresa *Improvements*, para a partir desse valor 7.500 contos de réis, o governo fazer proposta de indenização para a aquisição dos bens da mesma, pois o governo já idealizava oficializar uma empresa estatal prestadora dos serviços de água e esgotos (ESTADO DO AMAZONAS, 1918).

Em seu pronunciamento feito à casa legislativa estadual, o governador Pedro Bacelar, lamentou a situação econômica em que se encontrava o Estado, citando que investimentos de aproximadamente 500 mil libras estavam parados e corriam riscos de se estragarem com o tempo, que seria a deterioração da modernização do encanamento da água e a construção da rede de esgoto, ambas paradas por falta de verba. Segundo estimativas, cerca de 250 mil libras, concluiriam ambos os projetos (ESTADO DO AMAZONAS, 1920).

O governador citou ainda que a capital corria risco de ficar sem água por período de dia ou mais, se não adquirissem imediatamente uma caldeira sobressalente para socorrer as duas existentes interligadas. Ele disse também que o custo com o abastecimento de água era autossuficiente, mas que não sobrava para investimentos nos projetos parados. Ele solicitou ao congresso que olhassem tais situações com bastante prioridade, para que o Estado não perdesse os montantes já aplicados com as obras paradas (ESTADO DO AMAZONAS, 1920).

O governador César do Rego Monteiro, em seu pronunciamento ao congresso, referiu-se ao relatório que recebeu do diretor da repartição de águas e esgoto, como sendo de urgentíssima prioridade a aquisição de maquinário, para aumentar e substituir algumas máquinas do bombeamento de água da Ponta do Ismael. Até fez um apelo sobre a aquisição dos motores e tubulações para interligação e substituições, que se não tivesse como adquirir por compra, que fosse por arrendamento ou empréstimo, pois a situação de calamidade no fornecimento de água não havia acontecido ainda por sorte. O governador ainda citou que, era muito ruim para a população a falta da rede de esgotos, pois deixava o povo mais exposto a males dessa carência de serviços, que era uma fonte de insegurança para a saúde, que seria resolvido somente com a conclusão das obras paradas (ESTADO DO AMAZONAS, 1921).

O governo do Estado do Amazonas elevou os serviços de abastecimento de água à categoria de repartição pública pela Lei nº 1.129 de 16 de dezembro de 1921, tornando assim esse serviço público a ser prestado pela Repartição de Águas e Esgotos, sendo incorporado ao sistema administrativo estadual. A nova repartição estava bem orientada de organização e prosperidade, pois era autossuficiente, pois pagava combustível e lubrificantes ao ato da entrega, e também o pagamento dos salários dos colaboradores na data correta, estando de parabéns o diretor recém nomeado da repartição, o Dr. José Ferreira da Silva Júnior, que tinha se mostrado bastante competente (ESTADO DO AMAZONAS, 1923).

O governador do Estado Alfredo Sá, citou em seu pronunciamento ao parlamento que o uso e o tempo castigaram as máquinas, e já necessitavam algumas serem substituídas, e com urgência uma nova caldeira necessitava ser adquirida, e também dois tubos de sucção estavam parados havia 3 anos. Segundo o governador, as despesas com o abastecimento de água eram grandes, dentre os quais se destacavam: mão de obra, consertos e conservação e com a matéria prima (carvão), de 15 a 17 toneladas por dia. Comentava também o mandatário que o sistema adotado para cobrança das tarifas de água era falho e imperfeito, possibilitando desvios de água e fraudes, comprometendo a arrecadação pelo serviço. Citou também que a

nova rede de esgotos continuava parada, sendo utilizada a rede velha que funcionava às custas do município de Manaus (ESTADO DO AMAZONAS, 1925).

O serviço de água e esgoto da capital à época estava sob a direção do engenheiro civil e de minas, Dr. Antônio Rodrigues Vieira Júnior, que comunicou ao governador que o sistema de bombeamento necessitava de uma reforma geral, além da reforma administrativa para torná-lo burocrático como todas as repartições públicas. Como existiam muitos materiais de manutenção e substituição intactos e parados, já sem utilidade para o atual sistema de bombeamento à época, o Dr. Antônio Rodrigues sugeriu que o governo desse destino a esse material sem emprego, para cobrir parte da aquisição dos materiais necessários indispensáveis para o funcionamento regular do bombeamento de água, coisa que o governador autorizou que fosse tomada as providências para adquirir o que fosse necessário, para assegurar o sistema de bombeamento de água (ESTADO DO AMAZONAS, 1926).

No decorrer do ano de 1926, houve manutenção do sistema de bombeamento de água e remodelação das dependências dos serviços internos, até onde o orçamento apertado suportou. O almoxarifado foi arrumado metodicamente, o reservatório da Castelhana teve sua área aumentada pela aquisição de um terreno vizinho. Foi restaurada a picada de largura de 30 m ao longo da linha adutora entre a usina de bombeamento na Ponta do Ismael e o reservatório do Mocó, que estava reduzido a um caminho. Foi feito ainda reparo nas duas ordens de tubos de sucção de 22 polegadas de diâmetro, que se encontravam corroídas em partes. Além disso, foi elaborada a planta da rede de água atualizada, sendo substituída a velha rede de água do Teatro Amazonas pela nova rede, sem está subordinado a horário de uso (ESTADO DO AMAZONAS, 1927).

Foram retirados por escavação 600 tubos de ferro fundido da velha rede sem serventia para a planta no valor aproximado de 87 contos de réis. Houve ainda a ampliação da rede nova de abastecimento no total de 5.000 m, e em alguns trechos reformada a linha já existente no total de 500 m. Com referência aos hidrômetros, o serviço era considerado irregular, pois o material era insuficiente. Somente parte da rede de distribuição de água era dotada dos medidores, ficando aproximadamente 50% sem o equipamento, e somente 10% estavam em bom estado de conservação. A direção do departamento considerava inteiramente necessário e urgente a substituição de máquinas da usina, assim como também a aquisição de peças sobressalentes (ESTADO DO AMAZONAS, 1927).

O governador Ephigênio Salles no seu pronunciamento ao parlamento, citou que durante 20 anos o serviço de abastecimento de água, forneceu o precioso líquido à população da capital ininterruptamente, e que o sistema de bombeamento vinha exigindo constantes

reparos e substituições, mas que por questões financeiras do Estado, não foi possível renovar todo o sistema das máquinas e equipamentos envolvido no bombeamento, armazenamento e distribuição de água, mas sempre quando havia necessidade de reforma e ampliação para melhorar o funcionamento, havia desvio de atenção ao necessário para garantir o melhor funcionamento possível da usina e da distribuição, além de área de apoio de operação dos empregados da usina (ESTADO DO AMAZONAS, 1927).

Houve aumento de produção de água, atestado durante comparações das medições efetuadas conforme apresentação na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Comparações das medições.

Ano	Bombeamento de água diário (l)	Distribuição diária de água (l)	horas de bombeamento diário (l)	consumo de lenha diário (t)	derivações		hidrômetros		
					Aumento (un)	Modernização (un)	Reparação (un)	Substituição (un)	Fiscalização (un)
1925	9.807.397	8.195.302	15:20'	5.601	-	-	-	-	-
1926	-	-	-	-	194	520	416	415	457
1927	11.875.979	10.828.700	19:10':20'	6.437,4	234	808	506	497	825

Fonte: Adaptação do autor. Estado do Amazonas (1927).

Como as receitas do sistema estavam muito próximas de empatar com as despesas, o governo pediu ao congresso para dispor o sistema de um crédito especial para efetuar melhoramentos inadiáveis a todo o sistema de bombeamento e que tais custeios ficassem de fora das verbas da receita do serviço prestado (ESTADO DO AMAZONAS, 1928).

A usina de bombeamento continuava dirigida pelo engenheiro e de minas, Dr. Antônio Rodrigues, que desempenhava um serviço exemplar à frente dos serviços de bombeamento e condução da usina aos olhos do governador Dorval Porto. No sistema de filtração do bombeamento na Ponta do Ismael foram adicionadas, 35 toneladas de areia na bateria dos filtros para clarificar mais a água do sistema e melhor atender a população. Foram feitos reparos nas duas caldeiras da usina de bombeamento e também substituídas as válvulas de vapor e alimentação, mas existia a necessidade de sobressalentes para prováveis necessidades emergenciais (ESTADO DO AMAZONAS, 1930).

2.1.4 Viação e Transporte

A partir desse momento irá se discorrer acerca da produção de energia para o sistema de viação e transporte na cidade de Manaus. O sistema de transporte da capital do Amazonas

era predominantemente realizado por tração animal, quer seja de carga ou de pessoas até surgirem os primeiros bondes a vapor e logo em seguida os bondes elétricos. (MAGALHÃES, 2009).

Na década de 1890, a borracha da Amazônia brasileira ganhou elevada valorização por conta da introdução do pneumático, que alavancou a indústria automobilística, o que permitiu a realização da melhoria estrutural da cidade de Manaus (CEZAR, 2014).

Em 1896, na administração do governador Eduardo Gonçalves Ribeiro, foi inaugurado de forma provisória em 24 de fevereiro, o transporte coletivo da cidade por bondes de tração a vapor, implantados pelo engenheiro Frank Hirtst Heblethwaite (MAGALHÃES, 2009).

Esse serviço de viação pública cumpria as disposições da Lei Nº 124 de 26 de agosto de 1895, combinados com o artigo 8º da Lei Nº 134 de 7 de outubro de 1895. Os serviços provisórios limitavam-se aos trechos compreendidos na estrada Epaminondas, entre as praças Uruguaiana e 5 de setembro e entre esta e o Igarapé do Batista naquela estrada e o cemitério de São João no alto do Mocó (ESTADO DO AMAZONAS, 1896).

Já em 01/08/1899, em substituição do bonde a vapor, o então governador Ramalho Júnior, inaugurou o novo sistema de bondes elétricos (figura 2), com consequente velocidade superior ao sistema a vapor (CEZAR, 2014). Manaus se tornou a terceira cidade brasileira que tinha linhas de bondes elétricos. Somente as cidades do Rio de Janeiro e de Salvador, possuíam e na América Latina, somente na cidade de Buenos Aires, circulavam bondes elétricos (LEMOS, 2007).

Figura 2 - Bonde circulando pela Avenida Eduardo Ribeiro, em direção ao Mercado e ao cais (1901-1902).



Fonte: Foto/postal de Allen Morrison.

No relato do então governador Silvério José Nery, houve citação de asseio, pintura e manutenção dos bondes elétricos circulantes na capital. Ele citou ainda que estava sendo pleiteado a regularização da velocidade de marcha dos carros e qualificação profissional dos motoristas, além do aumento do número de veículos e reboques que implementadas tais medidas, deveriam reduzir a velocidade de circulação praticada, sendo essas providências fator de redução de acidentes de trânsito (ESTADO DO AMAZONAS, 1901a).

As linhas à época eram as de Flores, Cachoeirinha, Avenida circular, Plano inclinado, Circular cachoeirinha e Saudade, sendo a última um trecho da primeira compreendido entre as Praças 15 de Novembro e 5 de Setembro. Todas essas linhas tinham percurso somado de 19.700 metros, em vias simples com os desvios não incluindo os trechos em comum entre as linhas. À época, a empresa prestadora do serviço de transporte público utilizava 11 carros motores, 3 reboques e o carro Amazonas, destinado ao serviço do governo do Estado. Eram feitas 198 viagens diárias das 5:30 às 22:30 horas (ESTADO DO AMAZONAS, 1901a).

A empresa *Manaós Railwai Company* contratante do serviço de viação pública desde 24 de setembro de 1897, e que estava obrigada a estabelecer linhas de bondes elétricos na cidade e seus subúrbios, até o máximo de 20 km, estava cumprindo o contrato regularmente conforme pode ser visualizado na tabela 3, que apresenta o movimento de cargas e passageiros, por 10 carros motores de dimensões médias, 4 carros maiores que esses, 1 carro de luxo e 1 carro de recreio construído na própria oficina da empresa. O material fixo da empresa compunha-se das linhas férreas bem assentadas e conservadas e do material existentes na usina de energia da Cachoeirinha, que alimentava parte dos serviços elétricos da viação e também do bombeamento de água.

Tabela 3 - Movimento de cargas e passageiros no ano de 1900.

Mês	Carga (Tonelada)	Passageiros (Unidade)
Janeiro	1.560	111.160
Fevereiro	1.640	110.530
Março	1.680	124.714
Abril	1.936	123.826
Maio	2.040	123.246
Junho	1.672	119.322
Julho	1.480	111.337
Agosto	1.608	107.412
Setembro	1.352	109.594
Outubro	1.832	101.245
Novembro	1.616	116.922
Dezembro	880	131.082

Fonte: Relatório do governo apresentado ao congresso em 1902 (ESTADO DO AMAZONAS, 1902).

O então governador do Amazonas, Antônio Constantino Nery, citou em seu pronunciamento à assembléia legislativa que o serviço de transporte público de Manaus

estava carente de melhorias, pois a cidade estava crescendo muito e as linhas do sistema de trilhos não acompanhava o crescimento da cidade, tornando a população carente de atendimento regular de transporte coletivo, pois segundo o governador não tinha verba disponível para ampliar o sistema de transporte urbano (ESTADO DO AMAZONAS, 1906).

O governador do Amazonas Silvério José Nery, anunciou em seu pronunciamento à assembléia legislativa do Amazonas, que o Estado adquiriu por compra as empresas “*Manaós Railway e Companhia*” e “*Eletric Lighting Plant*”, que exploravam os serviços de viação urbana, bombeamento de água e iluminação pública e particular na cidade de Manaus, pela quantia de 800 contos de réis subvencionadas pelo Estado no empréstimo em Nova York, de acordo com a Lei Nº 378 de 24 de julho de 1902.

O governador em seu relato considerou vantagens para o Estado a aquisição das empresas, pois já de imediato ao comando dos serviços pelo Estado, a partir de 15 de novembro de 1902, mostrava melhores resultados, através de relatórios elaborados pelos respectivos diretores nomeados pelo governador para o comando dos serviços ocupados. O governador relatou ainda que houve aumento da receita do Estado imediatamente após a aquisição das empresas, pois as mesmas representavam despesas para o Estado (ESTADO DO AMAZONAS, 1903).

O governador, cumprindo a Lei Nº 431, de 12 de janeiro de 1904, em 8 de novembro de 1906, contratou o arrendamento para a execução dos serviços elétricos de viação e luz de propriedade do Estado do Amazonas, através de editais de longo prazo com o senhor Luiz Travassos da Rosa, que apresentou a melhor proposta, julgada pela comissão do Estado encarregada da escolha. A firma Travassos & Maranhão, a quem foi transferido o arrendamento, melhorou o material fixo e rodante e cumpria regularmente as cláusulas contratuais (ESTADO DO AMAZONAS, 1907a).

O governador em exercício Raymundo Affonso de Carvalho em seu pronunciamento que fez à assembléia legislativa estadual, fez citação do contrato firmado de arrendamento dos serviços elétricos de viação e luz da capital, pelos transtornos a que a população estava sujeita, pela qualidade dos serviços que os arrendatários prestam à capital. No contrato primitivo de 7 de novembro de 1906, o arrendatário comprometeu-se dentre outras obrigações: reduzir o preço de passagens e tabela de bagagens; após o primeiro ano de vigência do contrato, manter 2 fiscais dos serviços; pagar por semestre a prestação anual de 300 contos de réis nos primeiros 10 anos; e a cada 5 anos seria acrescido de 10% no montante até o término de contrato de 60 anos. Já em 31/01/1907, lavrou-se um termo de retificação de

contrato, através do qual os pagamentos semestrais passaram a ser mensais, e reduziu-se um fiscal do serviço (ESTADO DO AMAZONAS, 1907a).

Em fevereiro de 1907, o arrendatário associou-se a outro através de um aditamento lavrado no contencioso do Tesouro, o qual obteve a concessão da nova empresa com todos os direitos de administração e ações que tinha e exercia o governo. Por último, em 8 de novembro de 1907, os arrendatários assinaram um termo de unificação que pelo qual foram prorrogados por mais 1 ano o prazo para a redução dos preços das passagens e tabela de preços de bagagens. Dessa forma, também foi prorrogado em todo o prazo do contrato original. Por estas e mais outras ocorrências, o governador em exercício suspendeu os aditamentos do contrato, determinando a vigorar o contrato primitivo feito com somente o primeiro arrendatário (ESTADO DO AMAZONAS, 1907b).

O governador Raymundo Carvalho citou que mesmo feita a correção dos contratos de viação, ainda assim se tornava impraticável mantê-lo, pois sendo os serviços mais de perto fiscalizados, a execução dos serviços prejudicava a população e o Estado. Os arrendatários tinham material novo, pouco mais de um ano de uso, mas que o estado de conservação estava em péssimas condições, causando acidentes nos carros e nas linhas. As máquinas da viação e as da luz estavam em estado de sobrecarga que ameaçava a segurança dos seus operadores (ESTADO DO AMAZONAS, 1908).

Além do mais as prestações anuais estavam sendo pagas por encontro de contas, o que no contrato não permitia essa prática, não mantinham o número mínimo de lâmpadas no circuito do trecho transitado, o que o governador em exercício achou que para o Estado e a população, seria o melhor caminho rescindir o contrato com Luiz Travassos da Rosa e mandar efetivar multa para ele e o sócio. Com a situação dos cofres públicos do Estado em tempos de “vacas magras”, não era possível regularizar o sistema viário da capital com manutenções e reparos e nem o funcionalismo que servia ao sistema, além de contas a pagar deixadas pelo arrendatário (ESTADO DO AMAZONAS, 1908).

Por tais situações descritas e para que não parassem os serviços de luz e viação, o governo efetuou novo arrendamento através de concorrência pública, e o vencedor da concorrência foi o engenheiro Antônio de Lavandeyra por escolha de uma comissão do Estado como a melhor das propostas, o que foi lavrado o contrato no contencioso do Tesouro. O novo contratante iniciou logo os serviços de reparos e manutenção de todo o sistema, cumprindo com antecipação os prazos determinados, além de pagar mensalmente as prestações no ano corrente até dezembro (ESTADO DO AMAZONAS, 1908).

Por requerimento do arrendatário, foi o contrato transferido para a *Manaós Tramways And Light Co. Ltd* que por ele foi incorporada. E o fiscal dos serviços por parte do governo foi o engenheiro Antônio Crespo de Castro (ESTADO DO AMAZONAS, 1909).

Em seu primeiro pronunciamento à assembléia legislativa estadual, o governador Jônathas Pedrosa relatou a situação vigente do sistema de transporte coletivo da capital. Todas as linhas foram duplicadas e também as vias, com exceção dos trechos do entroncamento de flores. Serviços de Bondes tinham à época 37 viaturas para passageiros: um carro salão, duas locomotivas, dez reboques e vinte e quatro automotrizes comuns (ESTADO DO AMAZONAS, 1914).

Estavam ainda sendo realizados pequenos serviços nos sistemas como: substituição de postes, novas de fio de *trally e pullofs adicionais*, trilhos suspensos em toda a linha, aumento de derivações para instalações particulares e aumento de *fooders* dentre outros serviços de menor monta. À época esta estava sendo esperado a chegada de mais quatro carros para aumento das linhas. Houve prorrogação do contrato com a *Manaós Tramways* e a conclusão das novas linhas seria em abril de 1916 (ESTADO DO AMAZONAS, 1914).

Os serviços de luz e bondes continuavam sendo prestados pela *The Manaós Tramways*. Por motivo de ordem financeira, foi determinada pelo governador a redução do número de lâmpadas de iluminação pública, as encomendas de novos carros encontravam-se em atraso por motivo de sobrecarga de produção dos fabricantes com materiais bélicos para suprir os países em guerra. Em abril de 1916, venceu a prorrogação do prazo concedido por contrato à companhia para construção de duas novas linhas, o que fez com que o governador deferisse uma nova prorrogação por mais dois anos (ESTADO DO AMAZONAS, 1916).

O então governador do Estado, Pedro de Alcântara Bacelar, em seu relatório apresentado ao congresso estadual, citou que, apesar da crise financeira instalada no Estado e também no mundo, em decorrência da grande guerra, que a companhia *Manaós Tramways* continuava prestando seus serviços regularmente e com conservação e asseio, apesar da receita da empresa, que decrescia na proporção da constante redução do movimento do tráfego, que em certas horas do dia trafegavam somente com o motorista e o condutor, e por isso fazia as viagens mais espaçadas (ESTADO DO AMAZONAS, 1918).

A companhia inglesa *The Manaós Tramways* continuava como arrendatária dos serviços de viação e luz desde abril de 1908. Com o fim da guerra, começou a chegada dos materiais para a renovação e ampliação tanto da viação, como de luz. Estava em funcionamento regular 8 linhas de bondes além das extraordinárias, como a inaugurada da

Vila Municipal, tal qual havia se comprometido a companhia (ESTADO DO AMAZONAS, 1919).

O governador da época, Pedro Baccelar, citou na assembléia legislativa estadual que a Colônia Campos Sales estava servida de linha de bonde, além da linha de Flores, pela qual os produtos agrícolas da colônia eram escoados para a capital, mas que o ideal seria que fosse feito um serviço especial para cargas, com acordo de preço que conciliasse os interesses da companhia e do agricultor (ESTADO DO AMAZONAS, 1920).

Da obrigação de construir duas linhas de bonde, exonerou-se a *Manaós Tramways* por uma alteração do contrato alterado em 09/07/1918. A dispensa da obrigação se fez por uma compensação, pois a companhia construiu uma linha no bairro Vila Municipal, a qual já se achava entregue aos moradores. O fiscal do governo junto à companhia propunha a adoção de carros de carga para a linha de Flores, como amparo às lavouras das colônias “João Alfredo” e “Campos Sales” cujos produtos eram transportados por aquela linha de bondes. O carro de carga era mais útil para esse fim, pois passava em frente ao mercado público, ponto estratégico de descarga dos produtos transportados (ESTADO DO AMAZONAS, 1921).

Conforme o relato do governador Ephigênio Salles, os serviços de viação não andavam em boas condições. Os relatórios mensais de fiscalização, frequentemente assinalavam desastres oriundos de estrago de material rodante, causado pela falta de habilidade prática dos motoristas, que não dominavam bem a profissão. Havia esperança do governador da melhora do serviço de condução dos carros, pois haveria à época fiscalização acirrada da polícia, na tentativa de redução de acidentes na viação e execução de melhoras necessárias pelo diretor da companhia senhor E. Kirk, a quem o governador julgava bastante capaz na realização de melhorias no sistema de transporte urbano (ESTADO DO AMAZONAS, 1926).

2.2 SISTEMA MODAL DA MATRIZ ENERGÉTICA DE MANAUS: DO MOTOR ELÉTRICO AO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

Antes de se discorrer sobre o sistema modal da matriz energética de Manaus, não seria possível furta-se à perspectiva histórica da matriz energética ao longo do tempo. E revendo a literatura sobre a evolução da energia elétrica no contexto da humanidade, pode-se destacar que, a história da humanidade, se escreve juntamente com a história da descoberta das fontes de energia, no tocante à evolução do próprio processo civilizatório, pois a energia elétrica, hoje é um dos elementos fundamentais na sociedade contemporânea, sendo ainda umas

formas de transmissão de energia com um processo mais simples e de poucos riscos, quando comparado às outras formas de transmissão de energia.

A evolução histórica da matriz energética ao longo dos anos, no que se refere à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica estão demonstradas no quadro 2.

Quadro 2 - Evolução da matriz energética ao longo dos anos.

Geração, Transmissão e Geração de Energia Elétrica			
Período/Ano	Inventor – Modal - Local	Período/Ano	Inventor – Modal - Local
1831-1851	P.M. Gerador de CA - Síncrono W. Ritchie Gerador de CC com comutador	1891	Dolivo-Dobrovolsky - Rússia Transformador trifásico a seco
1851-1867	Werner von Siemens - Alemanha Gerador com armadura duplo T Antonio Pacinotti - Itália Gerador com armadura com anel	1895	C.Westinghouse –EUA Geração Hidrelétrica, Transmissão e Distribuição em CA
1867-1871	S.Rjorth - Gerador com auto execução Maxwell Teoria - Escócia Siemens Whetstone Aplicações Geradores	1901	Light São Paulo P.C. – Brasil Geração, Transmissão e Distribuição em CA Santana do Parnaíba - SP
1871-1883	Yablochkov-Gramme Wilde Gerador síncrono monofásico Dolivo-Dobrovolsky - Rússia Gerador síncrono polifásico	1947	Companhia Light – Brasil Linha de Transmissão interliga RJ e SP EUA – Geração Eólico Elétrica.
1883	M. Deprez - Europa Linha de Transmissão em CC DeVal Geração Termoelétrica com Combustível fóssil	1955	CHESF – Brasil Sistema de Paulo Afonso- BA 1994 – Xingó – SE EUA - Geração termelétrica com combustível nuclear
1883	Diamantina – MG – Brasil Geração, Transmissão e Distribuição em CC	1962	CEMIG e Furnas Brasil Sistema de Três Marias e Furnas- MG
1884	N. Tesla - França Motor de indução e projeto de sistema de potência em CA	1967	CESP – Brasil Urubupungá - MS-SP França Geração com energia das marés
1885	L. Gaulard - J. Gibbs – Europa Transformador de CA	1984	Itaipu e Tucuruí – Brasil Sistema Itaipu-PR Sistema Tucuruí-PA EUA Geração fotovoltaica ou solar

Fonte: Battaglin (2011).

Após a apresentação do levantamento histórico da demanda de energia na cidade de Manaus no período de 1830 a 1930, nesse item da dissertação, se discorre ainda acerca da evolução histórica do sistema modal dos combustíveis/energia da matriz energética da cidade de Manaus, desde a iluminação a gás hidrogênio em 1856, passando pelo gás natural (GN) nos idos de 2009, até os dias atuais com Sistema Interligado Nacional (SIN), conforme pode ser visualizado no quadro 3.

Quadro 3 - Sistema modal dos combustíveis/energia da matriz energética da Cidade de Manaus.

Ano	Energético	Origem	Modal	Potência Instalada	Finalidade
1856	Iluminação a gás hidrogênio	Serviços vendidos por empresa não declarada	A própria empresa importava a M.P. e produzia o gás	25 lampiões	Iluminar os principais pontos da cidade
1870	Iluminação a querosene	Serviço vendido pela Empresa Thury & Irmão	Importação efetuada pela empresa prestadora do Serviço	90 candeeiros de 5 velas montados em postes de madeira de 5 palmos de altura	Iluminar as ruas mais habitadas e frequentadas da cidade
1879	Iluminação a gás Globo (óleo de nafta)	Serviço vendido por Manoel Joaquim Pereira de Sá	O próprio empresário Importava a M. P. e produzia o gás	122 lampiões	Iluminar as ruas mais habitadas e frequentadas
1889	Termelétrica à lenha para bombeamento de água potável	Represa da Cachoeira Grande	Tubulações para transporte até As caixas d'água e torneiras públicas	64 cavalos a vapor e conjunto de bombas elétricas	Abastecimento de água para a cidade de Manaus
1896	Termelétricidade à lenha	O governo do Estado assumiu o comando da produção da energia e da iluminação e fiscalização do sistema	Linha de transmissão aérea em postes de madeira	327 lâmpadas de Arco voltaico de 2000 velas	Toda a zona urbana da sede municipal
1896	Vapor	Serviço prestado pela empresa	-	3 Bondes e 16 km de trilhos da cidade	Transporte urbano
1899	Termelétrica à lenha	Serviço vendido pela <i>Manaós Railway Company</i>	Linha de transmissão aérea em poste de ferro	-	Alimentar linhas de bondes elétricos
1900	Telégrafo	Manaus - Itacoatiara	Linha de transmissão terrestre	-	Comunicação com a sede do governo
1989	Hidroeletricidade	Balbina no município de Presidente Figueiredo-AM	Linha de transmissão aérea de 138 kV	250 MW	Ampliar capacidade de geração instalada
2009	Gás natural (GN)	Urucu no município de Coari	Gasoduto Urucu-Coari-Manaus	5,5 MM ³ /dia inicialmente, mas pode ser aumentado se houver demanda	Substituir o consumo de óleo combustível por gás natural
2013	Hidroeletricidade	Tucuruí- PA pelo SIN	Linha de transmissão aérea de 500 KV	Potência destinada oscila por sazonalidade	Interligar Amazonas ao SIN

Fonte: Lemos (2007), Menezes (2011) e Lima (2014).

O sistema modal aplicado para a produção da energia elétrica na cidade de Manaus, dos combustíveis antes consumidos na cidade era assim organizado: a matéria prima para produzir o gás para iluminação era importada dos Estados Unidos via marítima, a lenha era extraída nos arredores da cidade e transportada à tração animal até o local de consumo. O óleo combustível que alimentava o sistema termelétrico era importado de outros estados por via marítima (LEMONS, 2005).

A matriz energética atual na cidade de Manaus está bem diferente da matriz energética inicial, consequência da disponibilização de novas tecnologias e utilização de combustíveis mais limpos. Após a descoberta do gás natural de Urucu e a construção do gasoduto, iniciou em 2009, a substituição do óleo combustível por gás natural nas termelétricas através de adaptação das máquinas já existentes e aquisição de mais máquinas para aumento do parque energético. No ano de 2013, a cidade de Manaus deixa de ser energeticamente isolada para pertencer ao SIN, gradativamente iniciando com 100 MW, as subestações no traçado Tucuruí-Manaus com a capacidade de transporte de 2.500 MW de energia (LIMA, 2014).

2.2.1 Motor Elétrico

Os primeiros geradores de energia elétrica eram células galvânicas que produziam tensão e corrente contínua. O melhor resultado na transmissão em corrente foi alcançado em 1889 na França, através do sistema Thury: 4,65 MW na tensão de 57,6 KV na distância de 180 km. No Brasil, em 1883, em Diamantina-Minas Gerais já havia um sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica em corrente contínua em funcionamento (BATTAGLIN, 2011).

Conforme Lemos (2007), um sistema semelhante foi instalado na cidade de Manaus para alimentar a rede elétrica de iluminação pública (1896), e também uma linha de transmissão para alimentação dos bondes elétricos (1899).

No ano de 1887, nos Estados Unidos, Nikola Tesla convenceu o governo norte americano a utilizar corrente alternada, contrariando Thomas Edison que defendia o sistema de corrente contínua. Em 1888, Tesla obteve as patentes de um sistema polifásico completo constituído de geradores, transformadores e motores de corrente alternada. O motor de corrente alternada de indução é a máquina elétrica mais utilizada no mundo na atualidade (BATTAGLIN, 2011).

2.2.2 Iluminação Pública

A iluminação pública na cidade de Manaus teve início na segunda metade do século XIX, utilizando candeeiros e lampiões alimentados com óleos vegetais, querosene e gases combustíveis com o objetivo de dar segurança à população Manauara no período noturno (LE MOS, 2007).

A modernidade da cidade de Manaus teve impulso com o auge da produção e exportação de látex, exportado para a Inglaterra que era à época, juntamente com a França, exemplo de evolução moderna e atração turística do ocidente. Manaus importou o máximo de beleza moderna da época, implantando iluminação pública elétrica, dentre tantas modernidades, despontando como uma das primeiras cidades do Brasil a ter luz elétrica para essa finalidade (SOUZA, 2013).

2.2.3 Hidroeletricidade

No governo de Eduardo Ribeiro, iniciado em 1892, foi elaborado um plano para coordenar o crescimento da cidade de Manaus, ocasionado pela produção e exportação da borracha e que contava com serviços de transportes coletivo, telefonia, eletricidade e água encanada. O apogeu do ciclo da borracha na Amazônia foi de 1905 a 1912, pois a partir daí iniciou a produção de borracha na Ásia a preços menores do que os preços da borracha da Amazônia, o que desencadeou a crise econômica no Estado do Amazonas com a perda do mercado mundial da borracha aqui produzida (ALHO, 2013).

O Estado do Amazonas ficou em apuros financeiros e não conseguiu seguir a estrutura construída até o fim do apogeu, permanecendo por mais de seis décadas até a implantação da ZFM em 1967, passando um clima de confiança, entusiasmo e expectativas de melhorias de vida da população do Amazonas (ALHO, 2013).

Durante o período de escassez financeira no Amazonas, o governo federal fez algumas tentativas de alavancar economicamente a Amazônia, mas no Estado o que teve efeito econômico positivo foi o modelo da Zona Franca de Manaus (ZFM), que foi implantado em Manaus através do Decreto-Lei Nº 288, de 28 de fevereiro de 1967, com a finalidade de desenvolver os setores comercial, industrial e agropecuário no centro da Amazônia, o que de imediato surgiu efeito positivo no comércio e indústria que se desenvolveram muito bem. A cidade cresceu muito por causa da expansão do parque industrial, denominado Pólo Industrial de Manaus (PIM), nela instalado (BARBOSA, 2012).

Para suprir a carência energética do crescimento populacional e atrair mais indústrias para o PIM, foi construída a Hidrelétrica de Balbina no Lago do Uatumã, no município de Presidente Figueiredo. Conforme Rodrigues (2013), a hidrelétrica teve sua construção paralisada em 1987 e iniciada em 1989, que embora planejada para produzir 250 MW de energia, consegue somente produzir uma média anual de 112 MW, o que contribui com apenas 10,5% para a energia consumida pela cidade de Manaus.

2.2.4 Gás Natural

O Estado do Amazonas pôde vivenciar nos últimos anos a esperança de uma mudança histórica em seu ciclo de desenvolvimento econômico e social. Trata-se da constatação de uma enorme jazida de gás natural em seu território, em Urucu no município de Coari, distante 670 km por traçado próprio da fonte até a cidade de Manaus. Diante da abundância da reserva, logo foi idealizado o uso como combustível em substituição ao óleo combustível derivado de petróleo, utilizado nas termelétricas de Manaus para produção de energia elétrica, sendo o gás mais limpo e mais barato do que o óleo combustível. Era de se esperar mesmo uma grande mudança para melhor, logo, para providenciar sua disponibilidade no local de consumo foi decidido que o seu transporte seria feito por gasoduto (MELO, 2011).

Logo, a Amazonas Energia (AmE) idealizou a conversão das máquinas que consumiam óleo combustível para consumo de gás natural, as de sua responsabilidade e também as de responsabilidade de produtores independentes, o que deixou um alívio financeiro muito significativo para a concessionária, comparando a substituição de combustíveis, conforme cenário do ano de 2012 de R\$ 1 bilhão, feito pela concessionária (FROTA et al., 2011).

Nesse contexto, o Estado do Amazonas almejou atingir desenvolvimento econômico e social do seu povo, visou melhorar a condição de vida de sua população, buscou garantir segurança do fornecimento de energia elétrica, num isolado de grandes dimensões e dificuldades de mobilidade de carga e humana (FROTA et al., 2011).

2.2.5 Sistema Interligado Nacional (SIN)

Segundo Cataia e Silva (2015), o Estado do Amazonas é o maior sistema energético isolado do país, somente Manaus está conectada parcialmente ao SIN a partir de 2013. A conexão de Manaus será gradativa conforme a construção das oito subestações ao longo do traçado do linhão de Tucuruí-Manaus que dimensionado para transporte de até 2.500 MW quando totalmente concluído.

Mas mesmo quando Manaus estiver totalmente interligada ao linhão de Tucuruí, está orientado a não abrir mão da hidrelétrica de Balbina, nem das termelétricas da AmE e também dos produtores independentes, pois haverá necessidade desta energia ser conectada ao SIN no período sazonal energético brasileiro (LIMA, 2014).

2.3 DIÓXIDO DE CARBONO

A sociedade contemporânea tem dependência primordial da energia elétrica, para acionamento de forças produtivas e a qualidade de vida da população. Mas, para a produção de energia elétrica, por qualquer que seja a fonte, de alguma forma se produzem impactos ao meio ambiente. Nesse contexto, está inclusa a geração de energia elétrica através de usinas termelétricas, que são importante fonte de GEE, que dentre esses gases, o de maior volume gerado é o dióxido de carbono (CO₂) (COELHO, 2014), cujo gás, esse trabalho buscou quantificar, no período de 2009 a 2015, para a geração de energia elétrica por queima de óleo combustível e gás natural, além de hidroeletricidade e o Sistema Interligado Nacional (SIN).

O dióxido de carbono (CO₂) é o gás de efeito estufa antrópico mais importante. Sua concentração na atmosfera terrestre aumentou do período pré-industrial, cerca de 280 ppm para 379 ppm, em 2005. Essa concentração ultrapassa em muito a faixa natural dos últimos 650.000 anos (180 a 300 ppm), determinado por amostras de gelo. A taxa de aumento da concentração do CO₂ na atmosfera foi maior medida durante os últimos 10 anos (de 1995 a 2005: 1,9 ppm por ano). Comparada com a medida realizada desde o início das medições (média de 1960 a 2005: 1,4 ppm por ano), embora haja oscilações de um ano para o outro nas taxas de aumento (ALBUQUERQUE, 2012).

O dióxido de carbono (CO₂) caracteriza-se como um gás incolor, inodoro, não inflamável, atóxico e levemente ácido nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), apresentando as seguintes propriedades físicas e químicas: massa molecular: 44,01 g/mol, densidade relativa 1,519 g/L a 21°C, temperatura crítica = 30,9°C, pressão crítica = 75,34 kgf/cm², volume específico = 0,55 m³/kg, temperatura de ebulição = - 78°C, temperatura de sublimação = - 56,6°C, massa específica a 21° CEA 1 atm = 1,833 Kg/m³ (CARVALHO, 2015).

A Resolução Nº 003, de 8 de junho de 1990, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) caracteriza o poluente atmosférico, como qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. Já a poluição atmosférica pode ser definida como, qualquer substância presente no ar e que, pela concentração, possa torná-la nocivo à saúde, impactante ao meio ambiente, prejudicial à segurança, ao uso da propriedade e atividades normais (BRASIL, 1990).

O aquecimento global oriundo da queima de combustíveis fósseis e os gases de efeito estufa, estão agora em evidência e são perceptíveis pelos aumentos médios de temperatura da Terra, causando o derretimento das calotas polares e a elevação dos oceanos (SILVA, 2015). Recentemente, inúmeros casos de enchentes têm ocorrido mundo afora com resultados drásticos para os povos afetados. Não há comprovação que esses fenômenos tenham ocorrido por mudanças climáticas, mas é visto como evidência (UNFCCC, 2012).

O aumento da temperatura média do planeta deve gerar em diversos países um clima de maior temperatura, com verões mais quentes e invernos mais amenos, e com presenças de chuvas. Com invernos mais amenos, há possibilidade de redução de doenças e mortes relacionadas ao frio. Porém, há o risco de que bactérias não mais seriam eliminadas durante os invernos, contribuindo assim para uma maior proliferação. Além disso, as ondas de calor podem aumentar a quantidade de pessoas mortas por desidratação e também pela exposição a níveis mais elevados de raios ultravioletas, que pode elevar o número de doenças por câncer de pele, de casos de catarata e de intoxicação alimentar (ALBUQUERQUE, 2012).

Deve-se atentar ainda para o fato de que, outras doenças como cólera, dengue, febre amarela e malária, que fazem parte hoje das regiões mais quentes do planeta, possa avançar para outras regiões afetadas pelo aquecimento global. O excesso de calor também pode contribuir com o aumento de doenças respiratórias como bronquites, gripe, pneumonia, dentre outras (UNFCCC, 2012).

A alteração climática pode afetar áreas como agricultura e pecuária, comprometendo a produtividade das atividades desenvolvidas, podendo afetar ainda as técnicas aplicadas e mudanças de cultivo para se adequarem sem as mudanças do clima. Com o emergir das economias de países em desenvolvimento, o consumo de energia pode duplicar ou triplicar nas próximas décadas, e a produção de energia é o principal contribuinte do efeito estufa por emissão de CO₂, conforme acreditam os cientistas (ALBUQUERQUE, 2012).

A utilização de combustíveis fósseis não tem previsão de redução em futuro próximo, então, é necessária a utilização de meios diversos para que haja crescimento de consumo de energia, sem com isso crescer a emissão de CO₂. Há diversificação de modos produtivos de energia elétrica por fontes renováveis, que cresce no Brasil em ritmo animador, mas não existe a intenção de abrir mão de consumo de combustíveis fósseis para a produção de energia, mas existem alternativas tecnológicas para sequestro de carbono nos processos de combustão de combustíveis fósseis, como medida de mitigação a crescente redução de CO₂ no decorrer deste século, na tentativa de manter o efeito estufa controlável, pois depende da emissão de dióxido de carbono (REIS, 2013).

3. METODOLOGIA

Esse capítulo busca descrever de forma objetiva as etapas, processos e técnicas que foram empregadas na elaboração da dissertação. Com base na classificação da pesquisa proposta por Vergara (2009), ressaltam-se as seguintes informações: natureza da pesquisa; quanto às finalidades; quanto aos meios de investigação; coleta de dados e análise; e aspectos éticos e legais da pesquisa.

No que se refere à natureza da pesquisa, a dissertação contemplou a um só tempo as perspectivas qualitativa e quantitativa. Sob a perspectiva qualitativa apresentou-se um levantamento histórico da matriz energética da cidade de Manaus.

O enfoque “qualitativo utiliza coleta de dados sem medição numérica para descobrir ou aperfeiçoar questões de pesquisa e pode ou não provar hipóteses em seu processo de interpretação” (SAMPIERI, COLLADO e LUCIO, 2013, p. 33).

Sob o prisma quantitativo, apresentou-se a evolução histórica de produção de energia elétrica para iluminação, transporte e abastecimento de água na cidade de Manaus no período de 1830 a 1930, identificando ainda a demanda histórica de consumo de energia elétrica no município de Manaus no período de transição dos combustíveis de 2009 até 2015, com os resultados de emissão de CO₂ e as alterações na mudança da matriz energética.

O enfoque quantitativo “usa coleta de dados para testar hipóteses com base na medição numérica e na análise estatística” (SAMPIERI, COLLADO e LUCIO, 2013, p. 30), o que significa traduzir em números para classificá-los e analisá-los (PRODANOV, 2013).

Com a adoção dessa estratégia buscou-se melhor qualificar a parte quantitativa, adotando-se ambos os enfoques, haja vista que, as duas perspectivas foram importantes para a consecução dos objetivos da dissertação. Tanto na coleta, como na análise dos dados foi realizada uma abordagem quali-quantitativa para subsidiar a pesquisa, objetivando observar, avaliar, estabelecer pressupostos a partir dos fatos e fenômenos observados.

Quanto às finalidades, a pesquisa foi ao mesmo tempo exploratória, descritiva e explicativa. Vergara (2009) esclarece que, a investigação exploratória, é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado. A pesquisa descritiva expõe características de determinado fenômeno. Já a investigação explicativa tem como principal objetivo tornar algo inteligível, justificando-lhe os motivos. Nessa dissertação, se investigou no setor em estudo, uma área (matriz energética de Manaus) na qual ainda existem poucas informações devidamente sistematizadas, descrevendo as mudanças ocorridas na matriz energética da

cidade de Manaus, com objetivos explicativos, visando entender o porquê das mudanças e identificando os fatores que contribuíram para tal ocorrência.

No que tange aos meios de investigação, trata-se de uma pesquisa documental e bibliográfica. Segundo Vergara (2009), a pesquisa documental utiliza documentos que são conservados no interior de órgãos públicos ou privados de qualquer natureza.

Severino (2016, p.131) complementa afirmando que, na pesquisa documental, tem-se como fonte documentos no sentido amplo, ou seja, “não só de documentos impressos, mas, sobretudo de outros tipos de documentos, tais como jornais, fotos, filmes, gravações, documentos legais”. Nestes casos, “os conteúdos dos textos ainda não tiveram nenhum tratamento analítico, são ainda matéria-prima, a partir da qual o pesquisador vai desenvolver sua investigação e análise”.

Na visão de Gil (2007), por ser uma “fonte rica e estável de dados”, a pesquisa documental apresenta algumas vantagens, dentre as quais se destacam: não implica custos; não exige contato com os sujeitos da pesquisa; possibilita uma leitura profunda das fontes. A pesquisa documental assemelha-se à pesquisa bibliográfica, sendo o que a diferencia é a natureza das fontes, pois, as documentais ainda não receberam um tratamento analítico, permitindo uma releitura, em conformidade com os objetivos da pesquisa.

A pesquisa documental pode ser baseada em documentos retrospectivos e contemporâneos, considerados cientificamente autênticos, ou seja, que não tenham sido fraudados. Esse tipo de pesquisa tem sido largamente utilizado na área de ciências sociais e investigações históricas, com a finalidade de descrever, bem como comparar fatos econômicos e sociais, estabelecendo suas características ou tendências (GIL, 2007).

Para a elaboração dessa dissertação foram utilizados os seguintes documentos básicos:

1) A história da matriz energética de Manaus no período de 1830 a 1930, disponível eletronicamente no *Provincial Presidential Reports*, cujos documentos encontram-se vinculados ao *Center for Research Libraries (CRL)*¹, que se caracteriza como um consórcio internacional de bibliotecas universitárias e de pesquisas independentes. Fundado em 1949, o CRL apóia pesquisas originais, preservando e disponibilizando aos estudiosos uma riqueza de fontes primárias raras e incomuns de todas as regiões do mundo.

2) Relatórios anuais e de sustentabilidade do período de 2009 a 2015, elaborados pela ELETROBRAS Distribuição Amazonas, que apresenta anualmente, desde 2006, o seu Relatório de Sustentabilidade (RS) como veículo de informação transparente de suas práticas

¹ <http://www.crl.edu/about>

e resultados, contemplando ainda a divulgação de informações relacionadas às dimensões social e setorial, econômico financeira, ambiental, geral e de governança corporativa.

O relatório anual abrange o período de 1º de janeiro a 31 de dezembro sendo elaborado conforme a versão 3.1 do modelo da *Global Reporting Initiative* (GRI), incluindo o Suplemento Setorial de Energia Elétrica, com nível de aplicação B e segundo as orientações do Manual de Elaboração do Relatório Anual de Responsabilidade Socioambiental das Empresas de Energia Elétrica, editado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 2006 (ELETROBRAS, 2017).

A Empresa fornece também dados à ELETROBRAS, que após consolidados com os da própria *Holding* e das demais controladas, originam o Relatório de Sustentabilidade (RS). Dessa forma, o RS toma por base o teste de materialidade feito pela *Holding*, com participação de todas as empresas controladas. A ELETROBRAS ELETRONORTE optou por não realizar a asseguuração externa do seu Relatório de Sustentabilidade. As informações não abrangem as Sociedades de Propósito Específico (SPE) das quais a ELETROBRAS ELETRONORTE participa. As demonstrações financeiras são elaboradas com base nas práticas contábeis internacionais da *International Financial Reporting Standard* (IFRS), desde o exercício de 2010, conforme preceitua a Lei Nº 11.638/2007. Para garantir a assertividade dos dados dos relatórios é feita a auditoria obrigatória dos dados contábeis pela empresa *Price Waterhouse Coopers* (PwC) (ELETROBRAS, 2017).

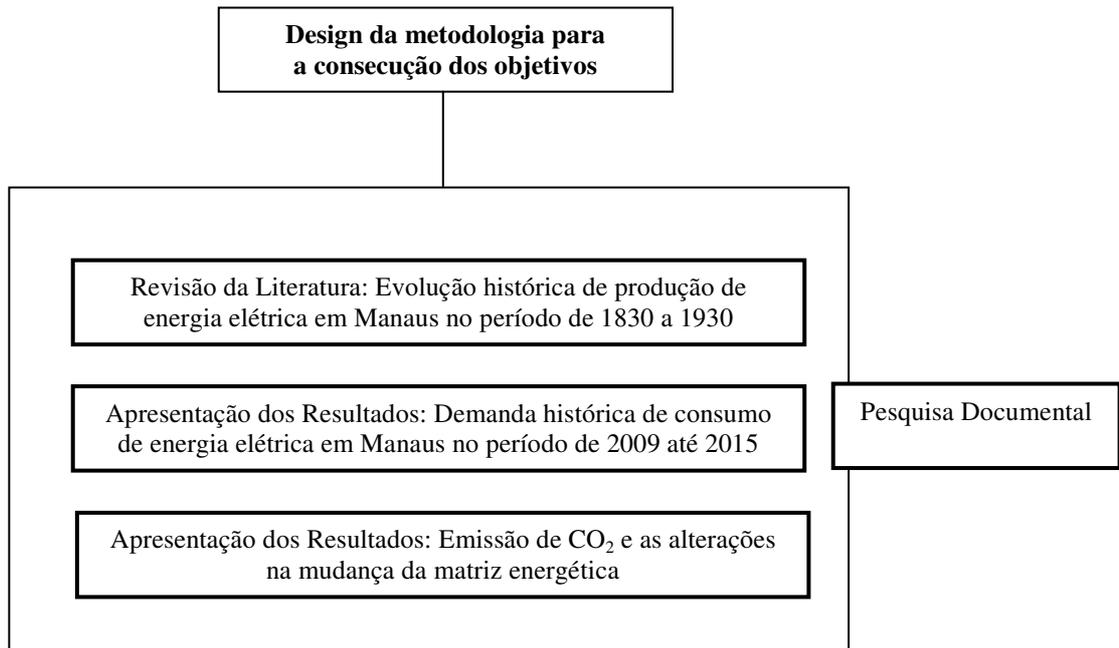
A pesquisa bibliográfica foi realizada em teses, dissertações, artigos científicos, livros, revistas, jornais, boletins e banco de dados de órgãos e empresas diretamente envolvidos no processo, que detinham informações relacionadas aos assuntos abordados na dissertação.

Severino (2016, p.131) esclarece que, a pesquisa bibliográfica “é aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses”, e se utiliza “de dados ou de categorias teóricas já trabalhadas por outros pesquisadores e devidamente registradas”.

Dessa forma, além de permitir o levantamento das pesquisas referentes ao tema abordado, a pesquisa bibliográfica permitiu ainda o aprofundamento teórico que norteia a pesquisa. A coleta de dados visou à geração de novas informações, a partir de dados já registrados em diversas fontes, com informações confiáveis e úteis para aplicação prática no processo de levantamento das informações na produção/substituição da matriz energética da cidade de Manaus (RUNPETRO, 2013).

Em seguida, na figura 3, apresenta-se o *design* da metodologia utilizada na dissertação.

Figura 3 - Design da metodologia para a consecução dos objetivos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Primeiramente, ainda na etapa da revisão da literatura foi realizado um passeio histórico relatando a demanda de energia na cidade de Manaus para a iluminação, abastecimento e distribuição de água potável e para o transporte público, através dos bondes.

De posse dos dados coletados, processaram-se os cálculos dispondo-os em tabelas com datas determinadas, onde foram inseridos dados como: combustível utilizado na produção de energia, quantidade de energia produzida por cada modo de produção e quantidade de dióxido de carbono produzido. E para finalizar é apresentado um gráfico identificando quantitativamente a variação de CO₂ gerado no período de 2009 a 2015, conforme é substituído o combustível, onde é notório a redução da emissão de dióxido de carbono.

Conforme Gil (2007, p.168), os processos de análise e interpretação, “apesar de conceitualmente distintos, aparecem sempre estreitamente relacionados”. A análise tem como objetivo “organizar e sumariar os dados de forma tal que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação”. Já a interpretação tem como objetivo “a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos”. Quanto aos aspectos éticos e legais da pesquisa, concernentes às referências das obras, artigos e trabalhos consultados e utilizados na elaboração da dissertação, foram adotadas todas as normas preconizadas e exigidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), dando as devidas credenciais de autoria, respeitando os direitos autorais das publicações e documentos.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No capítulo destinado à apresentação dos resultados, primeiramente se identifica a demanda energética da cidade de Manaus, no período de 2009 até 2015, para em seguida, apresentar a emissão de dióxido de carbono em tCO₂/MWh de energia consumida.

4.1 LEVANTAMENTO DA DEMANDA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Na realização dos cálculos que iniciaram em 2009 (tabela 4), ainda incompletos das mesmas informações existentes, a partir de 2010, somente houve alterações da quantidade de energia produzida, mas não houve substituição dos combustíveis, fato ocorrido somente a partir de 2014, que já inclui energia produzida por gás natural (GN) e Sistema Interligado Nacional (SIN) em substituição ao óleo combustível.

Tabela 4 - Matriz energética de Manaus de 2009.

Geração de energia/combustível	Energia Consumida/GWh	Classes de Consumo/nº de consumidores	Percentual por fonte energética	Poluição atmosférica tCO ₂	Percentual de poluição/combustível	Ano/tCO ₂ por GWh
AmE/óleo combustível	2.601,441	NA	39,4	725.201,6	51,9	
AmE - PEI's/óleo combustível	2.410,660	NA	36,5	671.850,9	48,1	
AmE-térmicas Locação	(1)	NA	-	(1)	-	2009/ 211,46
AmE/hidráulica	1.593,775	NA	-	(1)	-	
Total	6.605,876	-	-	1.396.872,5	-	

(1) em 2009, não se monitorava separadamente os dados da Geração Térmica e Térmica locação.

Fonte: Elaboração pelo autor com dados retirados de relatórios socioambientais da ELETROBRAS Amazonas energia dos anos de 2009 a 2015, adicionado aos cálculos de emissão de CO₂.

Para calcular a quantidade do poluente dióxido de carbono emitida pela combustão de óleo combustível e gás natural, foram utilizados fatores de conversão a serem multiplicados pela quantidade de GWh de energia consumida anualmente na cidade de Manaus. Para a produção de energia elétrica, através da Hidrelétrica de Balbina é considerado zero de emissões atmosféricas, assim também como a energia fornecida pela Hidrelétrica de Tucuruí, através do SIN, não emite poluentes atmosféricos, pois entra em Manaus sem ter havido

nenhuma interligação a termelétricas. E dessa forma é considerado sem emissão de poluentes atmosféricos.

Tabela 5 - Matriz energética de Manaus de 2010.

Geração de energia/combustível	Energia Consumida/ GWh	Classes de Consumo/nº de consumidores	Percentual por fonte energética	Poluição atmosférica tCO ₂	Percentual de poluição/combustível	tCO ₂ por GWh
AmE - térmicas próprias óleo combustível.	2.519,084	Residencial 396.343	34,7	702.068,7	39,7	2010/ 243,76
AmE - PEI's óleo combustível.	2.600,714	Industrial 2.194	35,8	724.819	41,0	
AmE- térmicas locação/óleo combustível.	1.224,924	Comercial 40,598	16,9	341.386,3	19,3	
AmE/ hidráulica	909,290	Outros (2) 3.171	12,6	NA	-	
Total	7.254,012	442.306	-	1.768.274	-	

(2) inclui consumo próprio [próprio + interno].

Fonte: Elaboração pelo autor com dados retirados de relatórios socioambientais da ELETROBRAS Amazonas energia dos anos de 2009 a 2015, adicionado aos cálculos de emissão de CO₂.

Tabela 6 - Matriz energética de Manaus de 2011.

Geração de energia/combustível	Energia Consumida/ GWh	Classes de Consumo/nº de consumidores	Percentual por fonte energética	Poluição atmosférica tCO ₂	Percentual de poluição/combustível	tCO ₂ por GWh
AmE- térmicas próprias/óleo combustível	1.720,520	Residencial 409.043	25,1	479.508,9	31,3	2011/ 202,96
AmE - térmicas PEI's/óleo combustível	2.558,562	Industrial 2.077	37,3	713.071,2	46,5	
AmE - térmicas locação/óleo combustível	1.916,306	Comercial 43.269	17,8	341.386,3	22,2	
AmE/ hidráulica	1.362,488	Outros (2) 3.293	19,8	NA	-	
Total	7.557,876	457.682,0	-	1.533.966,4	-	

(2) inclui consumo próprio [próprio + interno].

Fonte: Elaboração pelo autor com dados retirados de relatórios socioambientais da ELETROBRAS Amazonas energia dos anos de 2009 a 2015, adicionado aos cálculos de emissão de CO₂.

Tabela 7 - Matriz energética de Manaus de 2012.

Geração de energia/combustível	Energia Consumida/ GWh	Classes de Consumo/nº de consumidores	Percentual por fonte energética	Poluição Atmosférica tCO ₂	Percentual de poluição/combustível	tCO ₂ por GWh
AmE - térmicas próprias/óleo combustível.	2.319,3	Residencial 415.084	29,2	646.388,91	34,1	
AmE - térmicas PEI's/ óleo combustível	2.483,6	Industrial 2.076	31,3	690.689,16	36,4	
AmE - térmicas locação / óleo combustível	2003,7	Comercial 43.384	25,2	558.431,19	29,5	2012/ 238,52
AmE/hidráulica	1.140,3	Outros (2) 3.671	14,3	NA	-	
Total	7.946,9	464.215	-	1.895.509,26	-	

(2) inclui consumo próprio [próprio + interno].

Fonte: Elaboração pelo autor com dados retirados de relatórios socioambientais da ELETROBRAS Amazonas energia dos anos de 2009 a 2015, adicionado aos cálculos de emissão de CO₂.

Tabela 8 - Matriz energética de Manaus de 2013.

Geração de energia/combustível	Energia Consumida/ GWh	Classes de Consumo/nº de consumidores	Percentual por fonte energética	Poluição atmosférica tCO ₂	Percentual de poluição/combustível	tCO ₂ por GWh
AmE - térmicas próprias/óleo combustível.	2.562,1	Residencial 439.974	30,4	714.057,1	36,7	
AmE - térmicas PEI's/óleo combustível.	2.634,9	Industrial 2.057	31,3	734.346,6	37,7	
AmE - térmicas locação / óleo combustível	1.787,2	Comercial 44.955	21,2	498.092,6	25,6	2013/ 231,07
AmE/hidráulica	1.323,9	Outros (2) 3.766	15,7	NA	-	
SIN	115,5	-	1,40	NA	-	
Total	8.423,6	490.752	-	1.946.496,6	-	

(2) inclui consumo próprio [próprio + interno].

Fonte: Elaboração pelo autor com dados retirados de relatórios socioambientais da ELETROBRAS Amazonas energia dos anos de 2009 a 2015, adicionado aos cálculos de emissão de CO₂.

A partir de 2014 (tabela 9), o índice de poluição de dióxido de carbono, emitido por GWh de energia produzida ficou abaixo de 180t, quantidade menor de todas as que houve medição, desde o ano de 2009, ano em que iniciou a medição do quadro energético da capital.

Tal redução se deu pelo uso do gás natural em substituição parcial do óleo combustível, e também a interligação inicial da rede energética do SIN à rede elétrica de Manaus.

Tabela 9 - Matriz energética de Manaus de 2014.

Geração de energia/combustível	Energia Consumida/ GWh	Classes de Consumo/nº de consumidores	Percentual por fonte energética	Poluição atmosférica tCO ₂	Percentual de poluição/combustível	tCO ₂ por GWh
Termelétricas a óleo combustível	2.426,0	Residencial 455.072	27,0	676.126,2	42,1	
Termelétricas a gás natural	4.600,9	Industrial 1.966	51,0	928.921,71	57,9	
Hidrelétrica Balbina	1.314,0	Comercial 45.386	15,0	NA	-	2014/ 178,977
SIN	627,0	Outros (2) 3.745	7,0	NA	-	
Total	8.967,9	506.169	-	1.605.047,91	-	

(2) inclui consumo próprio [próprio + interno].

Fonte: Elaboração pelo autor com dados retirados de relatórios socioambientais da ELETROBRAS Amazonas energia dos anos de 2009 a 2015, adicionado aos cálculos de emissão de CO₂.

Tabela 10 - Matriz energética de Manaus de 2015.

Geração de energia/combustível.	Energia Consumida/ GWh	Classes de Consumo/ nº de consumidores	Percentual por fonte energética	Poluição atmosférica tCO ₂	Percentual de poluição/combustível	tCO ₂ por GWh
Termelétricas a óleo combustível	859,0	Residencial 474.163	9,0	239.403,3	18,6	
Termelétricas a gás natural	5.193,0	Industrial 1.901	57,0	1.048.466,7	81,4	
Hidrelétrica Balbina.	1.080,0	Comercial 46.245	12,0	NA	-	2015/ 140,797
SIN	2.015,0	Outros (2) 3.722	22,0	NA	-	
Total	9.147,0	526.031	-	1.287.870,0	-	

(2) inclui consumo próprio [próprio + interno].

Fonte: Elaboração pelo autor com dados retirados de relatórios socioambientais da ELETROBRAS Amazonas energia dos anos de 2009 a 2015, adicionado aos cálculos de emissão de CO₂.

Em 2015 (tabela 10), o índice de poluição atmosférica por CO₂, ficou abaixo de 145t por GWh de energia produzida, o que reflete uma significativa redução do poluente na atmosfera. Tanta redução se deu pela ampliação do uso do gás natural, um pouco acima de 10% sobre 2014, e de uma grande ampliação no consumo de energia elétrica da rede do SIN que continuará ainda a cumprir mais interligação até atingir 2.500 GWh, o que vai reduzir

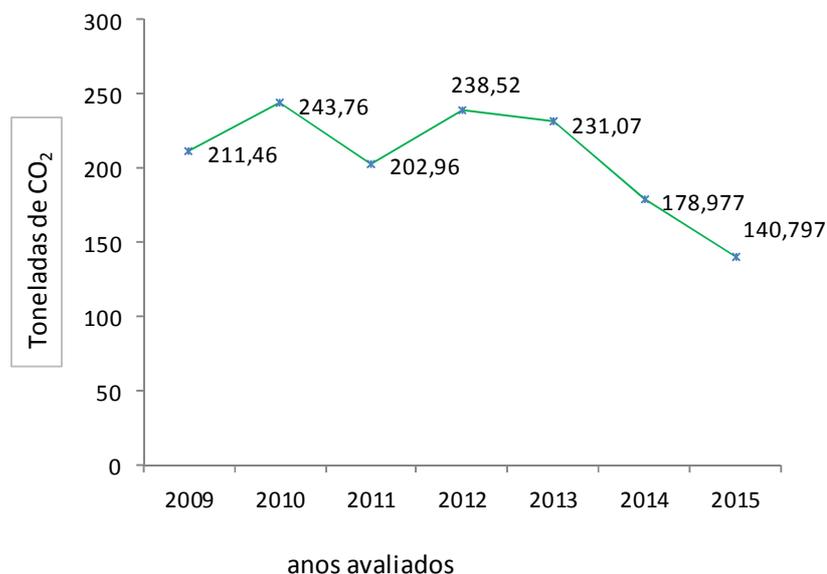
ainda mais o índice de poluição do meio ambiente em curto espaço de tempo, mas que grandes hidrelétricas na Amazônia, já têm seu limite defendido acirradamente pelos ambientalistas, que afirmam que causa impacto ao meio ambiente.

A medição no período de 2009 a 2015, apresentada nas tabelas 4 a 10, retrata a diversidade da fonte da energia produzida no intervalo identificado. Ocorreram mudanças gradativas na matriz energética, ocasionada pela substituição de óleo combustível por gás natural. Essas mudanças continuam ocorrendo, haja vista que, algumas máquinas ainda consomem óleo combustível. Além disso, como forma de prevenção de acidentes no gasoduto, aliado ao tempo de uso e capacidade das máquinas, bem como o custo da adaptação para queima de gás metano em substituição ao óleo combustível, algumas máquinas ainda continuarão a queimar óleo.

4.2 DIÓXIDO DE CARBONO NA MATRIZ ENERGÉTICA DE MANAUS

Em seguida, no gráfico 1, apresenta-se a emissão de dióxido de carbono na matriz energética de Manaus em tCO₂/MWh de energia consumida.

Gráfico 1 – Emissão de dióxido de carbono na matriz energética de Manaus em tCO₂/MWh.



Fonte: Dados do quadro da matriz energética de Manaus, elaborado pelo autor (2017).

Avaliando a emissão de CO₂ no período de 2009 a 2015 (gráfico 1), observa-se que, houve uma redução de poluição muito acentuada no período medido, acima de 30% de redução na emissão e com garantia do uso por muito tempo de gás natural do Urucu, que ainda tem reserva por algumas décadas, seguindo interligados ao SIN. O Brasil é um dos

países que mais investem em produção de energia renovável, permitindo aos poucos a substituição da matriz energética de energias não renováveis por energia renovável. A partir de 2014, houve uma regressão na emissão de CO₂, ocasionado pelo consumo de energia do SIN, o que beneficia e muito a população da capital.

Nesse contexto, faz-se necessário fazer referência ao plano de mitigação de CO₂, destacando que, em junho de 1992, durante a ECO 92, no Rio de Janeiro durante a conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento, que ficou conhecida como “Cúpula da Terra”, foi negociada e assinada por 175 países mais a União Européia, a convenção do quadro das Nações Unidas sobre a mudança do clima, como “uma preocupação da humanidade”.

Em Kyoto no Japão, foram estabelecidas metas e prazos relativos à redução ou eliminação das emissões futuras de dióxido de carbono e outros gases responsáveis pelo efeito estufa. Além dessas metas, o Protocolo de Kyoto, inclui três mecanismos de flexibilização para o cumprimento dos compromissos da convenção, dentre os quais se destacam: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e *Clean Development Mechanism* (CDM).

O CDM consiste na possibilidade de países desenvolvidos financiarem projetos em países em desenvolvimento como forma de cumprimento de metas. Tendo em vista o combate ao efeito estufa, o setor elétrico brasileiro age positivamente na preservação ambiental, contribuindo para a redução do efeito estufa. A metodologia utilizada para o cálculo das emissões de GEE foi recomendação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), e baseia-se principalmente na quantificação do volume de combustíveis fósseis queimados no período a ser medido, transformando esse valor para energia térmica gerada e calculando então o total de emissões, para cada tipo de combustíveis, conforme descrito:

$$\text{Equação} \rightarrow E_c = C_c * PC * FE$$

Onde: E= Emissão (t); Cc= Consumo de combustíveis (t); PC= Poder calorífico dos combustíveis (TJ/t); FE= Fator de emissão dos combustíveis (t/ TJ);

Devido ao processo de combustão não ser completo, tem sempre um residual de carbono que não é oxidado na combustão. Para compensação basta multiplicar o valor das emissões pela fração de carbono oxidado por tipo de combustível, conforme a tabela 11. Nas estimativas de emissões do parque termelétrico brasileiro, optou-se pela utilização dos fatores de emissão recomendados pelo IPCC (IPCC, 1996). A tabela 12 apresenta os fatores de emissão considerados.

Tabela 11 – Fração de carbono oxidado.

Fração de Carbono Oxidado	
Carvão (Esse valor é uma média global, mas isso pode variar para diferentes tipos de carvão)	0.98
Óleo e produtos de óleo	0.99
Gás	0.995

Fonte: IPCC (1996).

Tabela 12 - Fatores de emissão de CO₂ por unidade de energia medida.

Unidade	Gás Natural	Óleo Combustível
tC/TJ	15,3	21,1
tC/Tcal	64,0	88,3
tCO ₂ /Tcal	234,7	323,7
tCO ₂ /GWh	201,9	278,7
MtCO ₂ /TWh	449,0	773,0
Eficiência térmica	45%	36%

Fonte: Adaptado de La Rovere (1999).

Para a realização do cálculo de emissões de CO₂ da energia produzida em Manaus para consumo do próprio município, foram utilizados dados das tabelas 11 e 12, feita a multiplicação da unidade de energia elétrica medida no período de avaliação, pelo fator do combustível utilizado, resultando em quantidade de CO₂ emitido no período avaliado, conforme demonstrado na tabela 13.

Tabela 13 - Fatores de Emissão de CO₂ pelo consumo de energia em Manaus.

Unidade	Gás Natural*	Carvão**	Óleo Diesel	Óleo Combustível
tCO ₂ /GWh	210,9	345,7	266,5	278,7

*Plantas de ciclo combinado. **Carvão das Minas de Jacuí e Candiota (RS).

Fonte: Elaboração do autor (2017).

Tomando-se como base a metodologia ACM0002 (2006), não há poluição por CO₂ na matriz energética de Manaus, por energia hidráulica e pelo SIN, porque no fator de emissão do submercado Norte, não existe térmicas interligadas na entrada para alimentação da capital, conforme sistemática de cálculo dos fatores de emissão de gás carbônico desenvolvidos em cooperação entre o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Ministério de Minas e Energia (MME), aprovado pelo conselho executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e do Protocolo de Kyoto.

Para finalizar, é importante ainda salientar que, houve no período demandado a interligação gradual ao SIN, o que ainda não está concluída, por conta da construção das subestações ao longo ao percurso de 1.800 km da linha de transmissão de Tucuruí a Manaus. Assim, ao longo do tempo, o óleo combustível será totalmente substituído pelo gás natural, que é considerado o hidrocarboneto mais limpo, utilizado como combustível na produção de energia termelétrica, e que também será usado para complemento, à demanda de consumo que ultrapassar a energia abastecida pelo SIN.

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A conclusão dessa dissertação apresenta-se sob duas perspectivas principais: a primeira relacionada ao balanço positivo dos objetivos alcançados; e a segunda está direcionada às recomendações, bem como às possibilidades de avanços em alguns pontos nos quais a temática problematizada ainda demanda novas pesquisas.

Ao se pesquisar sobre o assunto, observou-se que, os estudos relacionados às mudanças sobre a matriz energética na cidade de Manaus, ainda precisam ser desenvolvidos a partir de uma visão mais ampla e inovadora, que contemple, de fato, a importância dos estudos documentais, que registram as mudanças ocorridas e suas evoluções.

Atendendo ao objetivo geral de realizar um levantamento histórico da matriz energética da cidade de Manaus, demonstrando sua evolução de produção de energia elétrica para iluminação, transporte e abastecimento de água para a cidade de Manaus, no período de 1830 a 1930, relacionado ao primeiro objetivo específico, a pesquisa documental revelou que, a história da matriz energética da cidade de Manaus se inicia, quando ainda eram consumidos combustíveis, somente para iluminação residencial e cocção, através de lenha, gorduras animais e óleos vegetais.

Após esse período inicia-se a iluminação pública em meados do século XIX, através de querosene e gases combustíveis derivados de petróleo, e em seguida a produção de vapor pela queima de lenha para acionamento de bombas hidráulicas, para armazenamento e distribuição de água potável e transporte coletivo nos bondes a vapor.

No final do século XIX, inicia-se a produção de energia elétrica para transporte coletivo urbano em bondes elétricos e iluminação pública, já em lâmpadas de arco voltaico, e daí em diante, dá-se somente a substituição de lenha por óleo combustível, derivado de petróleo, até a construção da Hidrelétrica de Balbina no ano de 1989.

No que se refere ao segundo objetivo específico, que foi identificar a demanda histórica de consumo de energia elétrica no município de Manaus, no período de transição dos combustíveis de 2009 até 2015, o estudo revelou que, em 2009 inicia-se a utilização de gás natural, em substituição ao óleo combustível para consumo nas usinas termelétricas, realizada gradativamente, em virtude da demora da construção das tubulações de distribuição e conversão de máquinas, que até a presente data, continua sendo feita.

No ano de 2013, a cidade é interligada parcialmente com 100 MW de energia ao Sistema Interligado Nacional (SIN), através da Hidrelétrica de Tucuruí, que quando estiver totalmente interligada, disporá de 2500 MW de energia. Tais fatos podem contribuir para a

melhoria da qualidade do ar atmosférico, proporcionando uma redução de emissão de CO₂, ocasionando ainda, uma melhor qualidade de vida aos Manauaras.

Para finalizar, atendendo ao terceiro objetivo específico, que foi demonstrar os resultados de emissão de CO₂ e as alterações na mudança da matriz energética de Manaus, no período de 2009 até 2015, a pesquisa revelou que, quanto à emissão de CO₂, nesse período, houve uma redução de poluição acentuada, acima de 30%. A partir de 2014, a regressão na emissão de CO₂, foi ocasionada pelo consumo de energia do Sistema Interligado Nacional (SIN), o que beneficia e muito a população de Manaus.

A pesquisa ainda revelou que, houve no período de 2009 a 2015, a interligação gradual ao SIN, que ainda não está concluída, em decorrência da construção das subestações da linha de transmissão de Tucuruí até Manaus. Não restam dúvidas de que, a cidade de Manaus evoluiu na produção de energia, assim como na redução da emissão de dióxido de carbono, pela substituição do óleo combustível, pelo gás natural, e pela interligação da cidade ao SIN.

No contexto da conclusão, faz-se necessário ainda, fazer referência à resistência dos ambientalistas, quanto à construção de hidrelétricas e à produção de vegetais para produção de biocombustíveis, principalmente, na região amazônica. Os mesmos defendem que existem grandes impactos ao meio ambiente causados pelas hidrelétricas e que, para produção de biocombustíveis vegetais, há ocupação de grandes áreas agrícolas, que poderiam estar sendo utilizadas para produção de alimentos para a população.

O desenvolvimento e o crescimento da utilização do potencial de fontes de energias renováveis devem seguir uma tendência mundial, sob as perspectivas econômicas, socioambientais e, sobretudo legais, de forma sustentável, sendo de fundamental importância para a população, que deve ser beneficiada de forma direta, com os recursos das fontes inesgotáveis de energia. O Estado do Amazonas necessita evoluir na produção de energia renovável, como por exemplo, na utilização da energia solar fotovoltaica, popularmente conhecida como energia solar, como fonte alternativa de energia ambiental limpa e renovável na cidade de Manaus, aproveitando o alto grau de incidência solar e luz natural, que a região possui, tirando proveito ambiental da situação privilegiada naturalmente.

Embora apresente inúmeras vantagens, a energia solar ainda é pouca utilizada no Brasil, e na cidade de Manaus também, o que sinaliza para a necessidade de pesquisas, investimentos em ciência e tecnologia, e atração de investimentos, para que se amplie o acesso às energias renováveis, sendo de fundamental relevância, as políticas públicas com planejamento de investimentos a longo prazo. Nesse cenário, o acesso e a utilização de energias alternativas, como a energia solar, por exemplo, poderá desenvolver uma nova forma

de consumo de energia, aliada às ações governamentais, que devem incentivar uma maior sensibilização quanto à questão ambiental, podendo modificar dessa forma, o modo de vida das pessoas, no que se refere ao acesso aos bens energéticos.

A pesquisa realizada ainda revelou a necessidade de fomentar a redução do consumo de energia, aproveitando os recursos naturais como a energia solar de forma sustentável, unindo os benefícios ecológicos aos econômicos, em favor do equilíbrio natural do planeta. As fontes alternativas de utilização racional de energia surgem como estratégias de preservação e conservação dos recursos naturais, tão importantes para a sobrevivência do ser humano. Em meios sociais, é importante que a sociedade tenha conhecimento e consciência das vantagens das energias renováveis, como é a energia solar, uma fonte de energia inesgotável, ambientalmente limpa, e que não implica em grandes impactos negativos ao meio ambiente. A sociedade como um todo deve ter consciência da necessidade de um compromisso com o desenvolvimento associado à responsabilidade socioambiental.

Sob uma perspectiva macrossocial, os problemas advindos das formas de utilização das energias não renováveis devem alertar as pessoas, de modo particular, aquelas que não se preocupam com o meio ambiente, para que possam se situar em harmonia com o mesmo e seus recursos, sejam eles renováveis ou não.

Atualmente, pode-se destacar que a situação energética do Estado do Amazonas é confortável, podendo-se até afirmar que, é a melhor que o Estado já teve, mas, não deve haver comodismo, devendo-se buscar novas fontes limpas de energia, para se produzir com menos poluição, com energias renováveis, que causem menos impactos ao meio ambiente.

Na esfera das recomendações, em meios acadêmicos, pode-se ressaltar que, as faculdades e universidades, sendo instituições privilegiadas na elaboração e produção do conhecimento, têm responsabilidade e função social frente ao quadro que se apresenta e que requer envolvimento na busca de novas fontes limpas de energia, para se produzir com menos poluição e menos impactos ao meio ambiente. Na realidade, a conjugação de conhecimento e trabalho não tem se caracterizado como uma tarefa fácil para as universidades e também para os alunos pesquisadores. É preciso aliar o mundo acadêmico e o mundo real, de forma que a produção de conhecimento nas faculdades e universidades vise o desenvolvimento, propiciem assessoramento e acompanhamento de ações em áreas específicas.

Na esfera acadêmica, pode-se destacar que, existe a necessidade de aprofundamento, por meio de pesquisas bibliográficas, documentais e de campo, haja vista que, os profissionais de engenharia de produção, também podem atuar nessa área relacionada às energias renováveis, inesgotáveis e limpas, que não sejam tão nocivas ao meio ambiente.

6. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L. **Análise crítica das políticas públicas em mudanças climáticas e dos compromissos nacionais de redução de emissão de gases de efeito estufa no Brasil**, 2012.
- ALHO, M.C. **O processo do desenvolvimento regional no estado do Amazonas**, 2013.
- AVER. **A relação iluminação pública e criminalidade**, 2013.
- BARBOSA, E.B. **Zona Franca de Manaus**: Política brasileira de desenvolvimento socioeconômico regional, 2012.
- BARSANO, P.R.; BARBOSA, R.P. **Meio ambiente**: guia prático e didático. 1.ed. São Paulo: Érica, 2012.
- BATTAGLIN, P.D.; BARRETO, G. Revisitando a história da engenharia elétrica. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 30, n 2 p. 49-58, 2011.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 003**, de 28 de junho de 1990. Diário oficial da União. 1990.
- CARVALHO, E.C. **Efeito do uso do dióxido de carbono na fabricação do queijo prato**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015.
- CARVALHO, L.C.C. **Logística de abastecimento de derivados de petróleo na região de influência da refinaria instalada em Manaus**: estudo de viabilidade. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.
- CATAIA, M.; SILVA S.C. **Grandes obras hidráulicas no Brasil**: novo *front* de modernização na fronteira Amazônica. In: III Simposio Internacional de Historia de la Electrificación Ciudad de México, 17 al 20 de marzo de 2015.
- CRL. Center for Research Libraries. **Provincial Presidential Reports (1830-1930): Amazonas**. Disponível em: <<http://www-apps.crl.edu/brazil/provincial/amazonas>> Acesso em: 2017.
- CEZAR, L.A.S. **E o futuro se dissolvia no mormaço Amazônico**: paralisia econômica e solidão cultural na Manaus de relato de um certo Oriente. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Letras. Programa de Pós-Graduação em Letras. Porto Alegre, 2014.
- COELHO, S.O. **Avaliação das emissões atmosféricas das principais termelétricas brasileiras a gás natural**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014.
- ELETOBRAS, Distribuidora Amazonas. **Relatórios anuais e de Sustentabilidade: Período de 2009 a 2015**. Acesso em 2017. Disponível em: <<http://www.eletobrasamazonas.com/cms/index.php/sustentabilidade/relatorios-de-sustentabilidade/>> Acesso em: 2017.

ESTADO DO AMAZONAS, 1891a. Mensagem do presidente do estado do Amazonas Gregório Thaumaturgo de Azevedo lida ao congresso estadual no dia 15/09/1891.

ESTADO DO AMAZONAS, 1891b. Mensagem do presidente do estado Gregório Thaumaturgo de Azevedo lida perante o congresso Amazonense na sessão de 25/11/1891.

ESTADO DO AMAZONAS, 1893. Mensagem do presidente do estado do Amazonas Eduardo Gomes Ribeiro lida ao congresso estadual na abertura da 2ª sessão ordinária no dia 10/07/1893.

ESTADO DO AMAZONAS, 1896. Mensagem lida perante o congresso dos senhores representantes pelo governador do estado Eduardo Gonçalves Ribeiro em 01/03/1896.

ESTADO DO AMAZONAS, 1897. Mensagem do governador do estado do Amazonas, Fileto Pires Ferreira lida perante o congresso estadual na abertura da 3ª sessão ordinária da 2ª legislatura em 04/03/1897.

ESTADO DO AMAZONAS, 1898a. Mensagem do governador do estado do Amazonas, Fileto Pires Ferreira lida perante o congresso dos representantes do estado por ocasião da abertura da 1ª sessão extraordinária da 3ª legislatura em 06/01/1898.

ESTADO DO AMAZONAS, 1900. Mensagem lida perante o congresso dos senhores representantes do estado o coronel José Cardoso Ramalho Júnior em sessão do dia 10/07/1900.

ESTADO DO AMAZONAS, 1901a. **Mensagem lida pelo governador do estado Silvério José Nery** perante o congresso dos representantes do estado em sessão extraordinária de 15/01/1901.

ESTADO DO AMAZONAS, 1902. **Mensagem lida pelo governador do estado Silvério Nery** perante o congresso dos senhores representantes do estado por ocasião da abertura da 2ª sessão ordinária da 4ª legislatura em 10/07/1902.

ESTADO DO AMAZONAS, 1903. **Mensagem lida pelo governador do estado Silvério Nery** perante o congresso dos senhores representantes do estado por ocasião da abertura da 3ª sessão ordinária da 4ª legislatura em 10/07/1903.

ESTADO DO AMAZONAS, 1904. **Mensagem lida pelo governador do estado Silvério Nery** perante o congresso dos senhores representantes do estado por ocasião da abertura da 1ª sessão ordinária da 5ª legislatura em 10/07/1904.

ESTADO DO AMAZONAS, 1905. **Mensagem lida pelo governador Antônio Constantino Nery** perante o congresso dos senhores representantes do estado por da abertura da 2ª sessão ordinária da 5ª legislatura em 10/07/1905.

ESTADO DO AMAZONAS, 1906. **Mensagem lida pelo governador do estado Antônio Constantino Nery** perante o congresso dos senhores representantes do estado por ocasião da abertura da 3ª sessão ordinária da 5ª legislatura em 10/07/1906.

ESTADO DO AMAZONAS, 1907a. **Mensagem do governador do estado Antônio Constantino Nery** lida perante o congresso estadual na abertura da 1ª sessão ordinária da 6ª legislatura em 10.07.1907.

ESTADO DO AMAZONAS, 1907b. **Mensagem do governador em exercício Raymundo Affonso de Carvalho** lida perante o congresso dos representantes do estado na abertura da 2ª sessão extraordinária no dia 28/12/1907.

ESTADO DO AMAZONAS, 1908. **Mensagem lida perante o congresso estadual na abertura da 2ª sessão ordinária da 6ª legislatura, pelo senhor Raymundo Affonso de Carvalho** presidente do congresso legislativo no exercício de governador do estado em 10/07/1908.

ESTADO DO AMAZONAS, 1909. **Mensagem lida perante o congresso do Amazonas na abertura da 3ª sessão ordinária da 6ª legislatura pelo governador o coronel Antônio Clemente Ribeiro Bittencourt** em 10/07/1909.

ESTADO DO AMAZONAS, 1910a. **Mensagem lida perante o congresso dos representantes do estado pelo governador Antônio Clemente Ribeiro Bittencourt** por ocasião da abertura 1ª sessão ordinária da 7ª legislatura 10/07/1910.

ESTADO DO AMAZONAS, 1912. **Mensagem lida perante o congresso dos representantes do estado pelo governador Antônio Clemente Ribeiro Bittencourt** por ocasião da abertura da 3ª sessão ordinária da 7ª legislatura em 10/07/1912.

ESTADO DO AMAZONAS, 1914. **Mensagem lida pelo governador Jônathas Freitas Pedrosa** perante a assembléia legislativa estadual por ocasião da abertura da 2ª sessão ordinária da oitava legislatura em 10/07/1914.

ESTADO DO AMAZONAS, 1915. **Mensagem lida pelo governador Jônathas de Freitas Pedrosa** perante a assembléia legislativa estadual por ocasião da abertura da 3ª sessão ordinária da oitava legislatura em 10/07/1915.

ESTADO DO AMAZONAS, 1916. **Mensagem lida pelo governador do estado Jônathas de Freitas Pedrosa** perante o congresso dos senhores representantes em 10/07/1916.

ESTADO DO AMAZONAS, 1917. **Mensagem lida pelo governador Pedro de Alcântara Bacellar** perante a assembléia legislativa estadual por ocasião da abertura da 2ª sessão ordinária na 9ª legislatura em 10/07/1917.

ESTADO DO AMAZONAS, 1918. **Mensagem lida pelo governador Pedro Bacellar** perante a assembléia legislativa estadual por ocasião da abertura da 3ª sessão ordinária na 9ª legislatura em 10/07/1918.

ESTADO DO AMAZONAS, 1919. **Mensagem lida pelo governador Pedro Bacellar** perante a assembléia legislativa estadual por ocasião da abertura da 1ª sessão ordinária da 10ª legislatura em 10/07/1919.

ESTADO DO AMAZONAS, 1920. **Mensagem lida pelo governador Pedro Bacellar** perante a assembléia legislativa estadual por ocasião da abertura da 2ª sessão ordinária da 10ª legislatura em 10/07/1920.

ESTADO DO AMAZONAS, 1921. **Mensagem lida pelo governador César do Rego Monteiro** perante a assembléia legislativa estadual na abertura da 3ª sessão ordinária 10ª legislatura em 10/07/1921.

ESTADO DO AMAZONAS, 1923. **Mensagem lida pelo governador César do Rego Monteiro** perante a assembléia legislativa estadual na abertura da 2ª sessão ordinária da 11ª legislatura em 14/07/1923.

ESTADO DO AMAZONAS, 1925. **Mensagem do interventor federal no Amazonas Alfredo Sá** à assembléia legislativa estadual em sua reunião extraordinária em 13/12/1925.

ESTADO DO AMAZONAS, 1926. **Mensagem do governador Ephigênio Ferreira Salles** à assembléia legislativa estadual na abertura da sua 1ª sessão ordinária na 13ª legislatura em 14/07/1926.

ESTADO DO AMAZONAS, 1927. **Mensagem do governador em exercício Antônio Monteiro de Souza** à assembléia legislativa por ocasião da abertura da 2ª reunião ordinária na 13ª legislatura em 14/07/1927.

ESTADO DO AMAZONAS, 1928. **Mensagem lida pelo governador Ephigênio Salles** à assembléia legislativa estadual na abertura da 3ª sessão ordinária da 13ª legislatura em 14/07/1928.

ESTADO DO AMAZONAS, 1929. **Mensagem lida pelo governador Ephigênio Ferreira Salles** perante a assembléia legislativa estadual por ocasião da abertura da 1ª sessão ordinária da 14ª legislatura em 14/07/1929.

ESTADO DO AMAZONAS, 1930. **Mensagem lida pelo governador Dorval Pires Porto** perante a assembléia legislativa estadual por ocasião da abertura da 2ª sessão ordinária da 14ª legislatura em 14/07/1930.

FIGUEIREDO, A. **História do Amazonas**. Manaus: Valer, 2011.

FIGOREZE, L. A. BARONE, D.; BASSO, M.; ISAIA, S.M.A. Análise da construção dos conceitos de proporcionalidade com a utilização do software geoplano virtual. **Ciência & Educação**, v. 19, p. 267-278, 2013.

FROTA, W.M; FROTA, W.M; SÁ, J.A.S.; ALMEIDA, A.C. **Avaliação econômica da inserção do gás natural da Amazônia na matriz elétrica da cidade de Manaus, Estado do Amazonas**, 2011.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. 21.ed. São Paulo: Editora Nacional, 1986.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMES, A.C.S.; ABARCA, C.D.G.; FARIA, E.A.S.T.; FERNANDES, H.H.O. **O setor elétrico**, 2002.

IBGE. **Censo medido pelo IBGE nos municípios do estado do Amazonas**. 2015.

LA ROVERE, R.L. **As pequenas e médias empresas na economia do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

LEMOS, C.F. **Manaus iluminada pela borracha: mudança tecnológica e modernização urbana no final do século XIX e início do século XX**, 2005.

LEMOS, C.F. **O processo sociotécnico de eletrificação na Amazônia: articulações e contradições entre Estado, capital e território (1890 a 1990)**, 2007

LIMA, F.C.; BORGES, J.T. **Gestão energética no Amazonas: a alternativa solar**, 2014.

LORA, E.E.S. **Interciência**. 2.ed., Rio de Janeiro, 2002.

MAGALHÃES, S.P. No interior da floresta, a necessidade por deslocamento: o caso dos bondes de Manaus. **Somanlu**, ano 9, n. 1, jan./jun. 2009

MELO, L.C.R.O. **Gasoduto Coari-Manaus e a possibilidade de promoção do desenvolvimento social e econômico das regiões assistidas**, 2011.

MENEZES, L.M. **Impacto ambiental e socioeconômico no Município de Manacapuru – AM**, 2011.

MERCEDES, S.S.P.; RICO, J.A.P.; POZZO, L.D.Y. Uma revisão histórica do planejamento do setor elétrico brasileiro. **Revista USP**, São Paulo, n. 104. p. 13 a 16, 2015.

MESQUITA, O. **La Belle Vitrine: Manaus entre dois tempos (1890-1900)**. Editora da Universidade Federal do Amazonas. 2009.

METODOLOGIA ACM0002. **Metodologia consolidada de base para geração de eletricidade conectada à rede a partir de fontes renováveis** (versão 6), maio de 2006.

MOREIRA, L.B.C. **Avaliação dos aspectos ambientais da geração de energia através de termoelétricas a gás natural**. 2005.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – IPCC, 1996.

PINHEIRO, L.B.S.P. Manaus: mudar com ou contra o passado? **Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH**. São Paulo, julho 2011.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS 1871b. **Relatório apresentado à assembléia legislativa provincial pelo presidente José de Miranda da Silva Reis na abertura das sessões ordinárias em 25/03/1871**.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS 1888c. **Exposição com que o presidente da província o cônego Raymundo Amâncio de Miranda** passou a administração da província ao seu sucessor Joaquim Cardozo de Andrade em 12/06/1888.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1858a. **Fala dirigida à Assembléia Legislativa Provincial do Amazonas em 01/10/1857**, pelo presidente da província, Ângelo Thomaz do Amaral.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1858b. **Relatório que à Assembléia Legislativa Provincial do Amazonas** apresentou na abertura da sessão ordinária no dia 07/09/1858, Francisco José Furtado presidente da província do Amazonas.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1864b. **Relatórios com que o Dr. Manoel Clementino Carneiro da Cunha**, presidente da província, passou a administração ao primeiro vice-presidente, Dr. Manoel Gomes C. de Miranda, e com que o dr. Sinval Odorico de Moura abriu a segunda sessão da Assembléia Legislativa Provincial do Amazonas em 19/01/1863.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1870b. **Relatório lido pelo Sr. presidente da província do Amazonas, tenente-coronel João Wilkens de Mattos**, na sessão de abertura da assembléia legislativa provincial em 25 de março de 1870.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1872b. **Relatório apresentado à assembléia legislativa provincial na primeira sessão da 11ª legislatura no dia 25 de março de 1872** pelo presidente da província, o general José de Miranda da Silva Reis.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1873. **Fala dirigida à assembléia legislativa provincial na segunda sessão da 11ª Legislatura em 25 de março de 1873** pelo presidente da província, bacharel Domingos Monteiro Peixoto.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1874. **Fala dirigida à assembléia provincial na primeira sessão da 12ª legislatura em 25 de março de 1874** pelo presidente da província, bacharel Domingos Monteiro Peixoto.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1878d. **Fala com que abriu no dia 25 de agosto de 1878 a 1ª sessão da 14ª legislatura da Assembléia Legislativa Provincial do Amazonas o senhor Barão de Maracajú**, presidente da província.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1878e. **Relatório apresentado ao Dr. Agésilao Pereira da Silva, presidente da província do Amazonas pelo Dr. Domingos Jacy Monteiro**, depois de ter entregue a administração da província em 26 de maio de 1877.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1880a. **Pronunciamento do presidente da província José Clarindo de Queirós** na assembléia legislativa em 31/03/1880.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1880b. **Pronunciamento com que Sátyro de Oliveira Dias** presidente da província abriu a sessão extraordinária da assembléia legislativa em 01/10/1880.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1881d. **Fala com que o presidente Sátyro Dias abriu a 2ª sessão da 15ª legislatura da assembléia legislativa provincial** em 04/04/1881.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1882a. **Exposição com que o ex-presidente da província Alarico José Furtado** passou a administração ao 2º vice-presidente Romualdo de Souza Paes de Andrade em 07/03/1882.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1883. **Relatório apresentado pelo presidente da província José Lustoza da Cunha Paranaguá** à assembléia legislativa provincial na abertura da 2ª sessão da 10ª legislatura em 25/03/1883.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1884e. **Relatório com que o presidente da província do Amazonas José Paranaguá** entregou a administração da província ao vice-presidente coronel GUILHERME JOSÉ MOREIRA EM 16/02/1884.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1887a. **Exposição com que o presidente da província Ernesto Adolpho de Vasconcellos Chaves** passou a administração da província ao tenente coronel Clementino José Pereira Guimarães 1º vice-presidente da província em 10/01/1887.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1888a. **Exposição com que o presidente da província do Amazonas, coronel Conrado Jacob Niemeyer** passou a administração da província do Amazonas ao coronel Francisco Antônio Pimenta Bueno em 10.01.1888.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1889a. **Relatório com que o presidente da província do Amazonas, Joaquim de Oliveira Machado**, instalou a sessão extraordinária da Assembléia Legislativa Provincial no dia 2 de junho de 1889.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1889b. **Exposição com que o presidente da província Joaquim de Oliveira Machado** instalou passou a administração da província ao seu sucessor Manuel Francisco Machado em 01/07/1889.

PROVÍNCIA DO AMAZONAS, 1898b. **Mensagem do vice-governador do estado José Cardoso Ramalho Júnior**, lida perante o congresso dos representantes do estado por ocasião da abertura da 1ª sessão extraordinária da 3ª legislatura em 06/01/1898.

RASIA, I.C.R.B.; GANZER, P.P.; NUNES, C.M.S.; MAIA, T.; DA ROCHA, J.M.; OLEA, P.M.; DORION, E.C.H. **A tecnologia e o meio ambiente: Uma análise histórica**, 2013.

REIS, C.V. **Emissões de CO2 e aquecimento global: desenvolvimento de tecnologia de captura e armazenamento de CO2**, 2013.

RODRIGUES, R.A. **Vidas despedaçadas impactos socioambientais da construção da usina hidrelétrica de Balbina (AM)**, Amazônia Central, Universidade Federal do Amazonas, 2013.

RUNPETRO. **Revista eletrônica do mestrado em petróleo e gás**. Universidade Potiguar. Mestrado Profissional em Engenharia de Petróleo e Gás. Ano.2, n.1., Natal: Edunp, 62p.:il, 2013.

SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, M.P.B. **Metodologia de pesquisa**. 5.ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

SILVA, A.J.S. **Mitigação das emissões de dióxido de carbono na região do vale do aço-MG**, através da utilização do gás natural, 2015.

SOUZA, A.C. **A Cidade de Manaus no dizer dos viajantes**. In: ANPUH – XXIII Simpósio Nacional de História – Londrina, 2005. Disponível em: <<http://anais.anpuh.org/wp-content/uploads/mp/pdf/ANPUH.S23.1086.pdf>> Acesso em: 23 jan. 2018.

SOUZA, J.L. **Mudanças de hábitos no imaginário amazônico: a moda, influência cultural francesa em Manaus entre os séculos XIX e XX**, 2013.

TEIXEIRA, A.F; CAVALIERO, C.K. **O impacto sócio-ambiental da geração de energia elétrica nas vilas e municípios do interior do Estado do Amazonas**. In: An. 5. Enc. Energ. Meio Rural, 2004.

TORREZANI, N.C.; OLIVEIRA, E.F. **Problemas ambientais decorrentes da exploração do carvão mineral e a aplicação da ecotoxicologia aquática como ferramenta de biomonitoramento**, 2013.

UNFCCC. Convenção. **Quadro das nações unidas sobre mudanças climáticas**, 2012.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.