



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA**



WALSYNEIDE CHRISTIANE SOUZA COSTA

Nº de ordem: MET-UFAL-MS-99

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM FUNÇÃO
DA SAZONALIDADE DA CHUVA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS NO
SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO**

Maceió, AL
2012

WALSYNEIDE CHRISTIANE SOUZA COSTA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM FUNÇÃO
DA SAZONALIDADE DA CHUVA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS NO
SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Meteorologia com área de concentração em Processos de Superfície Terrestre.

Orientador: Prof^o Ricardo Ferreira Carlos de Amorim

Maceió, AL
2012

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

C837a Costa, Walsyneide Christiane Souza.

Avaliação da qualidade da água consumida em função da sazonalidade da chuva e os impactos ambientais no sistema de abastecimento público / Walsyneide Christiane Souza Costa. – 2012.

100 f. : il., graf., tabs.

Orientador: Ricardo Ferreira Carlos de Amorim.

Dissertação (mestrado em Meteorologia : Processos de Superfície Terrestre) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas. Maceió, 2012.

Bibliografia: f. 84-87.

Apêndices: f. 88-100.

1. Meteorologia. 2. Água – Análise. 3. Qualidade da água. 4. Água – Consumo. Água – Abastecimento público. 5. Impacto ambiental. I. Título.

CDU: 551.577

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

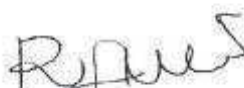
WALSYNEIDE CHRISTIANE SOUZA COSTA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM FUNÇÃO
DA SAZONALIDADE DA CHUVA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS NO
SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Atmosférica da Universidade Federal de Alagoas, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Meteorologia com aréa de concentração em Processos de Superfície Terrestre.

Aprovado pela Banca Examinadora em: **18 / 05 / 2012**

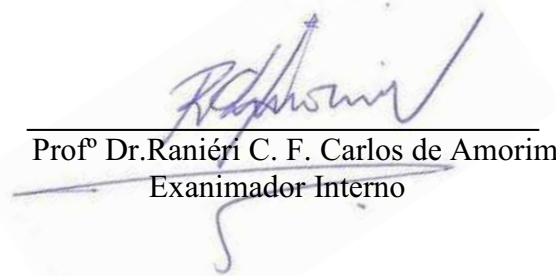
BANCA EXAMINADORA:



Profº Dr. Ricardo Ferreira Carlos de Amorim
Orientador



Profº Nyamien Yahaut Sebastien
Examinador Externo



Profº Dr. Raniéri C. F. Carlos de Amorim
Exanimador Interno

Maceió, AL
2012

DEDICATÓRIA

A Deus único e verdadeiro, a minha mãe Salete, meu irmão Waldson, ao meu esposo Marcos e ao meu filho Pedro Henrique pelo carinho e estímulo constante em todas as etapas da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e persistência durante todo o período de realização dessa dissertação, que não deixou que meus ânimos e as minhas esperanças se abalassem pelas dificuldades encontradas. Pelo contrário, tudo fez para que se transformasse em tempo de profundo crescimento e amadurecimento pessoal.

A minha mãe, pelo carinho e confiança que sempre me dedicou, motivando-me nos obstáculos encontrados ao longo dessa vida acadêmica.

Ao Marcos, meu esposo, e ao meu filho Pedro Henrique pelo amor, carinho e dedicação com que me acompanharam nessa longa jornada de trabalho e que não deixaram abalar meus ânimos;

À CASAL – Companhia de Saneamento de Alagoas – Unidade de Negócio Leste – UN LESTE pela colaboração no projeto de pesquisa, em especial ao Eng^o Químico Eduardo Henrique de Almeida, pelo apoio que me concedeu ao tempo e as condições para que pudesse dedicar-me ao mestrado e pelas discussões técnicas. Ao Luciano Melo, químico, pela ajuda na interpretação das análises bacteriológicas e físico-químicas de água. A todos os chefes de núcleos das cidades pesquisadas: Clebson (Matriz de Camaragibe); Abdiel (Pilar); Laerte (Porto de Pedras) e Jurandir (Colônia de Leopoldina) pelas informações fornecidas.

A todos os meus colegas de mestrado: Allan (B), Marcos (Jequiá), André (Bolsista), Cleberson (Dom Juan), Maicón, Vinícius (Pinho) e Fabiano pela troca de experiências científicas, aos bons momentos de amizade, companheirismo e inesquecíveis momentos de descontração e alegria que fizeram parte do nosso dia a dia em sala de aula. E em especial a minha amiga Ana Carla pelo grande apoio e companheirismo indispensável.

Ao meu querido orientador Prof^o Dr^o Manoel da Rocha Toledo Filho, que me acolheu e transmitiu confiança e sabedoria. Principalmente agradeço, pelos incentivos e, por ter acreditado em mim para a realização desse trabalho, apesar de não está presente nesse momento em nossas vidas. Foi uma honra tê-lo como Orientador. Muito obrigada por tudo mesmo. Agradeço também ao professor Ricardo Ferreira Carlos de Amorim que me adotou na ausência do Professor Toledo. À Coordenadora Professora Dr^a Luciene Melo pelo apoio e soluções aos obstáculos encontrados no caminho.

À FAPEAL – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas que deu aporte financeiro para realização do projeto.

E a todos que contribuíram diretamente e indiretamente para realização desse trabalho de pesquisa.



*Eu quero a canção mais bonita / Onde o grande poeta me diga
Que você não morreu, você não morreu / Porque guerreiros são guerreiros
Não dá pra te esquecer / Amigo é coisa pra se guardar
E você não morreu / Guerreiros não morrem jamais / E você não morreu...(Elymar Santos).*

*“Ausência física, ausência da voz e do cheiro, das risadas e do piscar de olhos, saudade da amizade e do Professor que ficará na lembrança e em algumas fotos.
Não importa o tamanho dos nossos obstáculos, mas o tamanho da motivação que temos para superá-los. Obrigada por tudo e pelo Professor que você foi.” (Walsyneide).*

RESUMO

Para o abastecimento público de Alagoas, a CASAL (Companhia de Saneamento de Alagoas) – Unidade de Negócio Leste utiliza diferentes tipos de ecossistemas para captação de água com mecanismos de funcionamento distintos, destacando-se mananciais superficiais e subterrâneos (poços). O trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água consumida em função da sazonalidade da chuva e os impactos ambientais nos sistemas de abastecimento público, onde foram avaliados os sistemas de abastecimento das cidades de Colônia de Leopoldina, Matriz de Camaragibe, Pilar, Porto de Pedras e Rio Largo. Para avaliar a atual qualidade dos sistemas foram analisados os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, representativos de potabilidade da água, em amostras de água tratada dos anos de 2008 e 2009, verificando o atendimento aos padrões da Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Para caracterização dos impactos antrópicos nos mananciais (superficiais ou subterrâneos) em pontos de captação foram utilizadas matrizes de impactos. Com os respectivos dados mensais, da Estação Meteorológica da SEMARH-AL, de precipitação (mm), foram utilizadas comparações entre consumo e índice de qualidade da água (dados fornecidos) para verificar como os períodos se comportam de acordo com as condições do tempo e do clima (considerando as duas estações definidas para as regiões, quais sejam: estação chuvosa e estação seca). De acordo com os resultados, as análises dos impactos antrópicos nos mananciais estudados mostraram que os índices foram superiores a 0,7 ou 70% demonstrando assim boas condições ambientais, sendo que a captação do Pilar chegou a um nível próximo a excelente de qualidade ambiental. No que diz respeito à sazonalidade, a água consumida apresentou qualidade melhor na estação seca, no período chuvoso os parâmetros IFQDP (índices físico-químicos) tiveram uma baixa que vai geralmente de março a agosto de cada ano, mas, que no período chuvoso o índice foi ajustado gradativamente com a dosagem necessária do coagulante (sulfato de alumínio). Já os parâmetros IBDP (índices bacteriológicos) não tiveram influência do período chuvoso. Contudo as cidades estudadas atingiram um bom índice de qualidade das águas conseguindo atingir os padrões exigidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, onde demonstra a eficiência dos processos de tratamento de uma Estação de Tratamento de Água.

Palavras-Chave: Abastecimento público. Doenças hídricas. Qualidade da água. Consumo. Impacto ambiental.

ABSTRACT

For public supply of Alagoas, CASAL (Sanitation Company of Alagoas) - Eastern Business Unit uses different types of ecosystems to capture water with different operating mechanisms, especially surface and groundwater sources (wells). The study aims to evaluate the quality of drinking water due to the seasonality of rainfall and environmental impacts on water supply systems were evaluated in the supply systems of the cities of Colonia de Leopoldina, Matrix Camaragibe, Pilar, Porto de Pedras and Rio Largo. To assess the current quality of the systems were analyzed for physical, chemical and bacteriological, representative of drinking water in treated water samples of the years 2008 and 2009, verifying the compliance with the standards of Ordinance No. 518/2004 of the Ministry of Health . For characterization of human impacts on water sources (surface or underground) at points of capture were used arrays of impacts. With their monthly data from the meteorological station of SEMARH-AL, precipitation (mm) were used in comparisons between consumption and water quality index (data provided) to verify the periods behave according to the weather and climate (considering the two stations defined for the regions, namely: rainy and dry season). According to the results, the analysis of human impacts on watershed study showed that rates were higher than 0.7 or 70% demonstrating good environmental conditions, and the uptake of Pilar reached a level close to excellent environmental quality. With regard to seasonality, water consumption had better quality in the dry season, the rainy season IFQDP parameters (physico-chemical indices) had a low that usually goes from March to August of each year, but that in the rainy season ratio was gradually adjusted to the required dosage of coagulant (alum). Since the parameters IBDP (bacteriological index) did not influence the rainy season. But the cities studied have reached a good level of water quality getting achieve the standards required by Ordinance 518/2004 of the Ministry of Health, which demonstrates the efficiency of treatment processes of a Water Treatment Plant.

KeyWords: Public supply. Water diseases. Water quality. Consumption. Environmental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Dados de internações por doenças hídricas	13
Figura 2- Doenças relacionadas com o abastecimento de água	20
Figura 3- Curvas médias de variação de qualidade das águas	28
Figura 4- Mapa de localização das cidades abastecida pela UN LESTE	30
Figura 5- Sistema de abastecimento- Captação superficial.....	31
Figura 6- Sistema de abastecimento- Captação subterrânea.....	31
Figura 7- Mapa de Alagoas com localização do município de Colônia de Leopoldina .	33
Figura 8- Captação superficial- Barragem Canto Escuro	34
Figura 9- Estação de tratamento- tipo compacta	35
Figura 10- Mapa de Alagoas com localização do município de Matriz de Camaragibe	37
Figura 11- Sistema de abastecimento- Poço profundo.....	38
Figura 12- Mapa de Alagoas com localização do município do Pilar	40
Figura 13- Captação superficial- Nascente da Marreca	41
Figura 14- Foto da Estação de tratamento- Tipo caracol.....	42
Figura 15- Mapa de Alagoas com localização do município de Porto de Pedras.....	44
Figura 16- Captação superficial- Barragem Cancelinha	45
Figura 17- Estação de tratamento- Tipo compacta.....	46
Figura 18- Mapa de Alagoas com localização do município de Rio Largo.....	48
Figura 19- Estação de tratamento- Tipo convencional.....	49
Figura 20- Captação superficial- Nascente Mata do Rolo	50
Figura 21- Índices de qualidade ambiental das captações das cidades estudadas.....	61
Figura 22- Espaço utilizado para irrigação de culturas.....	62
Figura 23- Espaço utilizado para pesca – Captação.....	62
Figura 24- Consumo x precipitação ano 2008 – Colônia de Leopoldina/AL.....	63
Figura 25- Consumo x precipitação ano 2009 – Colônia de Leopoldina/AL.....	63
Figura 26- Consumo x precipitação ano 2008 – Matriz de Camaragibe/AL.....	64
Figura 27- Consumo x precipitação ano 2009 – Matriz de Camaragibe/AL.....	64
Figura 28- Consumo x precipitação ano 2008 – Pilar/AL.....	65
Figura 29- Consumo x precipitação ano 2009 – Pilar/AL.....	65
Figura 30- Consumo x precipitação ano 2008 – Porto de Pedras/AL.....	66
Figura 31- Consumo x precipitação ano 2009 – Porto de Pedras /AL.....	66
Figura 32- Consumo x precipitação ano 2008 – Rio Largo/AL.....	67
Figura 33- Consumo x precipitação ano 2009 – Rio Largo/AL.....	67
Figura 34- Correlação entre consumo x precipitação ano 2008 – Colônia de Leopoldina/AL.....	68
Figura 35- Correlação entre consumo x precipitação ano 2009 – Colônia de Leopoldina/AL.....	68
Figura 36- Correlação entre consumo x precipitação ano 2008 – Matriz de Camaragibe/AL.....	69
Figura 37- Correlação entre consumo x precipitação ano 2009 – Matriz de Camaragibe/AL.	69
Figura 38- Correlação entre consumo x precipitação ano 2008 – Pilar/AL.....	69
Figura 39- Correlação entre consumo x precipitação ano 2009 – Pilar/AL.....	70
Figura 40- Correlação entre consumo x precipitação ano 2008 – Porto de Pedras/AL...	70
Figura 41- Correlação entre consumo x precipitação ano 2009 – Porto de Pedras/AL...	70
Figura 42- Correlação entre consumo x precipitação ano 2008 – Rio Largo/AL.....	71
Figura 43- Correlação entre consumo x precipitação ano 2009 – Rio Largo/AL.....	71
Figura 44- Anomalia de precipitação de maio de 2008.....	73

Figura 45- Anomalia de precipitação de maio de 2009.....	74
Figura46- IQA x precipitação – 2008 (Sistema de Abastecimento da Casal de Colônia de Leopoldina/AL).....	75
Figura 47- IQA x precipitação - 2009 (Sistema de Abastecimento da Casal de Colônia de Leopoldina/AL).....	76
Figura 48- IQA x precipitação - 2008 (Sistema de Abastecimento da Casal de Matriz do Camaragibe/AL).....	77
Figura 49- IQA x Precipitação - 2009 (Sistema de Abastecimento da Casal de Matriz do Camaragibe/AL).....	77
Figura 50- IQA x Precipitação – 2008 (Sistema de Abastecimento da Casal do Pilar/AL).....	78
Figura 51- IQA x Precipitação – 2009 (Sistema de Abastecimento da Casal do Pilar/AL).....	79
Figura 52- IQA x Precipitação – 2008 (Sistema de Abastecimento da Casal de Porto de Pedras/AL).....	80
Figura 53- Gráfico IQA x Precipitação - 2009 (Sistema de Abastecimento da Casal de Porto de Pedras/AL).....	80
Figura 54- IQA x Precipitação - 2008 (Sistema de Abastecimento da Casal de Rio Largo/AL).....	81
Figura 55- IQA x Precipitação – 2009 (Sistema de Abastecimento da Casal de Rio Largo/AL).....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Número de diarreia, segundo as grandes Regiões Geográficas, Brasil 2000 a 2002.....	21
Tabela 2 - Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso.....	27
Tabela 3 - Escala de qualidade da água indicada pelo IQA.....	29
Tabela 4 - Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2008 de Colônia de Leopoldina.....	36
Tabela 5 - Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2009 de Colônia de Leopoldina.....	36
Tabela 6 - Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2008 de Matriz de Camaragibe.....	39
Tabela 7 - Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2009 de Matriz de Camaragibe.....	39
Tabela 8 - Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2008) Pilar.....	43
Tabela 9 - Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2009 Pilar.....	43
Tabela 10 - Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2008 de Porto de Pedras.....	47
Tabela 11 - Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2009 de Porto de Pedras.....	47
Tabela 12 - Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2008 de Rio Largo.....	51
Tabela 13 - Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2009 de Rio Largo.....	51
Tabela 14 - Classificação dos impactos com escala de cores e valores numéricos dos indicadores adotados para os impactos antrópicos evidenciados na área de estudo.....	54
Tabela 15 - Matriz das interferências humanas nos diferentes compartimentos selecionados.....	55
Tabela 16 - Matriz dos usos mais evidentes catalogados na área estudada	55
Tabela 17 - Matriz de infraestrutura urbana nos diferentes setores da área do manancial.....	56
Tabela 18 - Principais impactos identificados nas áreas estudadas, e seus valores atribuídos.....	59
Tabela 19 - Hierarquia dos impactos antrópicos evidenciados no ambiente estudado.	60
Tabela 20 - Classificação hierárquica dos principais impactos antrópicos evidenciados na área de estudo	60
Tabela 21 - Principais usos do espaço nas áreas estudadas, e seus valores atribuídos.....	61
Tabela 22 - Condições de infraestrutura nas áreas estudadas, e seus valores atribuídos.....	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Impacto Ambiental	15
2.1.1 Danos causados pela poluição da água.....	16
2.1.2 Contaminação de mananciais de abastecimento.....	17
2.2 Água Potável	17
2.3 Interferências das Condições Climáticas na Qualidade da água	18
2.4 A Falta de Saneamento no Brasil e suas Conseqüências	19
2.5 Padrões de Qualidade e Legislação	21
2.5.1 Parâmetro de qualidade da água.....	23
2.5.2 Índice de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público (IAP).....	26
2.5.2.1 Índice de qualidade das águas – IQA.....	27
3 MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1 Descrição da Área de Estudo	30
3.2 Caracterização das Áreas Escolhidas para a Pesquisa	32
4 METODOLOGIA	52
4.1 Caracterização dos Impactos Antrópicos nos Mananciais	53
4.2 Análise do Consumo e Índices de Qualidade da Água Tratada e Distribuída de Acordo com a Sazonalidade dos Períodos Secos e Chuvoso	56
4.3 Avaliação da Eficiência dos Processos de Tratamento de Água	57
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
5.1 Caracterização dos Impactos Antrópicos nos Mananciais	58
5.1.1 Interferências humanas evidenciados na área de estudo.....	58
5.1.2 Principais usos do espaço na área de estudo.....	61
5.1.3 Condições de infraestrutura na área de estudo.....	62
5.2 Análise do Consumo e Índices de Qualidade da Água Tratada e Distribuída de Acordo com a Sazonalidade dos Períodos Secos e Chuvoso	63
5.2.1 Consumo x Precipitação.....	63
5.2.2 Índice de qualidade x Precipitação.....	75
6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
APÊNDICE	88

1 INTRODUÇÃO

A formação de aglomerados urbanos e industriais, com crescente necessidade de água para o abastecimento doméstico e industrial, além de irrigação e lazer, faz com que, hoje, a quase totalidade das atividades humanas seja cada vez mais dependente da disponibilidade das águas continentais (ESTEVES, 1988).

A água é um dos bens mais necessários a vida, e por esta razão as cidades tem tido desafios para distribuir este recurso em quantidade e qualidade para população. O Estado de Alagoas vem conseguindo grandes avanços, aumentando a área de cobertura de suas redes de esgoto e água, mas uma parte da população, especificamente a de baixa renda, ainda não conta com recursos básicos de infraestrutura.

A água para consumo humano é oriunda de mananciais, que são corpos d'água superficiais ou subterrâneos. O ser humano precisa ter acesso à água potável, que não ofereça riscos a sua saúde, independente de sua procedência, podendo ser de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem/com distribuição canalizada. Essa potabilidade da água é definida por meio de um conjunto de parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e radioativos (BRASIL, 2004a).

As recentes atualizações dos padrões de potabilidade da água introduziram importantes inovações, tais como: o monitoramento sistemático da qualidade da água filtrada, metas de turbidez da água filtrada e o controle do processo de desinfecção (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

Segundo os dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), 80% das doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água. O crescimento populacional e o conseqüente aumento das áreas urbanas provocam uma série de problemas ao meio ambiente, devido às atividades antrópicas, as quais podem causar degradação ao ambiente e acarretar um processo de contaminação da água, aumentando a incidência de doenças infecciosas transmitidas por meio da água. Parcela considerável das doenças conhecidas atualmente é de veiculação hídrica, portanto, a importância do investimento em serviços de saneamento básico na tentativa de garantir a saúde pública e a melhoria da qualidade de vida da população. Na Figura 1 podemos observar a quantidade mensal e anual de internações por veiculação hídrica nas cidades estudadas no ano de 2008 e 2009.

Figura 1: Dados de internações por doenças hídricas.

Morbidade Hospitalar do SUS - por local de internação - Alagoas

Internações por Mês processamento segundo Município
Lista Morb CID-10: Diarréia e gastroenterite origem infecc presumível, Outras doenças infecciosas intestinais, Difteria
Período: 2008

Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
270210 Colônia Leopoldina	1	1	3	-	1	2	-	2	9	-	1	1	21
270510 Matriz de Camaragibe	3	33	19	22	11	14	18	12	11	6	11	9	169
270690 Pilar	12	15	12	18	11	12	9	16	18	23	20	12	178
000000 P de Pedras	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
270770 Rio Largo	43	38	31	38	49	30	21	31	38	41	39	25	424

Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)

Internações por Mês processamento segundo Município
Lista Morb CID-10: Diarréia e gastroenterite origem infecc presumível, Outras doenças infecciosas intestinais, Difteria
Período: 2009

Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
270210 Colônia Leopoldina	1	5	1	-	4	6	-	-	-	-	-	-	17
270510 Matriz de Camaragibe	25	12	15	23	9	17	7	7	6	6	14	14	155
270690 Pilar	14	9	16	11	14	17	15	17	13	17	23	10	176
000000 P de Pedras	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
270770 Rio Largo	35	38	28	37	28	28	37	44	28	39	29	19	390

Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)

Fonte: DATASUS, 2010.

As águas utilizadas no abastecimento público (superficiais e subterrâneas) são os sistemas mais vulneráveis à contaminação, contudo um sistema de tratamento adequado elimina essa vulnerabilidade ou possível contaminação. Para isto é importante que se tenha um sistema operacional de tratamento, ou Estação de Tratamento de Água (ETA) no município, que congregue os processos de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção num sistema convencional de tratamento, visando garantir a potabilidade da água que será distribuída a população, conforme os padrões estabelecidos pela Portaria n° 518 do Ministério da Saúde (MEYER, 1994).

A avaliação e caracterização dos impactos ambientais nos mananciais tornaram-se importantes instrumentos que poderão contribuir não só para a avaliação da qualidade da água, como também, para o entendimento da dinâmica do sistema e para a escolha de medidas de manejo e recuperação destes ecossistemas. Não encontramos trabalhos publicados para avaliar os impactos ambientais nas nascentes, no entanto existem trabalhos publicados em estuários do Rio Paraíba do Norte – PB (MARCELINO, 2000) e do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú e Manguaba – AL (SILVA, 2008).

Nesse sentido, a proteção dos mananciais que ainda estão conservados e a recuperação daqueles que já estão prejudicados, são alternativas de conservar a água ainda

existente. Se houver a preservação da floresta nativa em um manancial, sua água será de boa qualidade, mas com supressão da vegetação do entorno aos cursos d'água para construção de casas, implantação de plantações e indústrias, a sua água começará a receber substâncias além daquelas naturais (TORRES apud FILHO, Sd, p.1).

O objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade da água consumida em função da sazonalidade da chuva e os impactos ambientais nos sistemas de abastecimento público em cinco cidades (pertencentes à Unidade de Negócio Leste) abastecida pela Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL.

Objetivos

Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água consumida em função da sazonalidade da chuva e os impactos ambientais nos sistemas de abastecimento público.

Objetivos específicos

- ◆ Caracterizar e avaliar os impactos ambientais nos mananciais (superficiais ou subterrâneos) e em pontos de captação de água utilizada para consumo humano, abastecidos pela CASAL;
- ◆ Analisar o consumo e índices de qualidade da água tratada e distribuída de acordo com a sazonalidade dos períodos secos e chuvosos;
- ◆ Avaliar a qualidade da água tratada e consumida quanto aos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos;
- ◆ Verificar a interferência das condições climáticas na qualidade da água;
- ◆ Avaliar a eficiência dos processos de tratamento completo aplicado nas Estações de Tratamento de Água – ETA's para todos os sistemas operados pela CASAL, por meio de análise da água tratada, utilizando como critérios a Portaria nº 518/2004 estabelecido pelo Ministério da Saúde.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Impactos Ambientais

Impacto ambiental refere-se aos efeitos da ação humana sobre o meio ambiente. Na região Nordeste do Brasil, por exemplo, os impactos urbanos continuam sendo um dos maiores do nosso país (SEMARH, 2006).

Os estudos sobre os impactos ambientais promovidos pelas aglomerações urbanas são, ao mesmo tempo, produto e processo de transformações dinâmicas e recíprocas da natureza e da sociedade estruturada em classes sociais.

É notório que o crescimento das cidades causa diversos impactos ambientais. Tais impactos decorrentes da expansão urbana (formal ou informal) são visíveis e causam danos ao meio natural, juntamente a toda sociedade que nele habita. O crescimento acelerado e mal planejado das cidades está acarretando sérios prejuízos à natureza, dos quais se destacam o desmatamento da vegetação nativa para estruturação da rede urbana e toda sua infraestrutura, alteração do micro-clima, poluição atmosférica, da água, do solo, e principalmente degradação em áreas costeiras destruindo diversos ecossistemas. No modelo urbanístico brasileiro, há uma relação direta entre as moradias pobres, e áreas totalmente frágeis à beira de córregos, rios e reservatórios, encostas, manguezais e várzeas (COELHO, 2001).

Os impactos ambientais, segundo a RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001/1986, art. 6 e a Deliberação CECA nº 1078/87 (RJ), podem ser classificados em:

a) Impacto negativo: quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental (por exemplo, lançamento de efluentes domésticos ou industriais não tratados no rio e depósito de lixo nas margens);

b) Impacto direto: resultante de uma simples relação de causa e efeito (por exemplo, perda de diversidade biológica como o aterro em áreas de manguezais, tendo a possibilidade de ocorrer a partir da ocupação irregular);

c) Impacto local: quando a ação afeta apenas o próprio sítio e suas imediações (movimento de massa ou deslizamentos);

d) impacto estratégico: quando o componente ambiental afetado tem relevante interesse coletivo ou nacional (por exemplo, a Bacia do Rio São Francisco e seus mananciais);

e) Impacto a médio ou longo prazo: quando o impacto se manifesta certo tempo após a ação (por exemplo, a ocorrência de ocupação informal nas encostas, como é caso de algumas áreas do subúrbio de Salvador), e;

f) Impacto permanente: quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar num horizonte temporal conhecido (por exemplo, a derrubada do mangue para construção).

2.1.1 Danos causados pela poluição da água

A poluição das águas tem como origem diversas fontes que estão associadas ao tipo de uso e ocupação do solo, possuindo características próprias quanto aos poluentes que carregam. Dentre as quais se destacam: efluentes domésticos, efluentes industriais e carga difusa urbana agrícola.

Para Derísio (apud KOVALESKI, 2005) utilização racional da água deve ser criteriosamente avaliada e inserida no quadro geral de seus usos múltiplos, uma vez que, como recurso natural tem valor econômico e papel estratégico. Sua qualidade deve ser rigorosamente preservada frente à ação predatória do homem, pois é um recurso ambiental que deve ser preservado e seus mananciais recuperados. A poluição ambiental pode ser considerada como degradação do ambiente, resultante das atividades que, direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde, segurança e o bem estar das populações; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota e as condições sanitárias do meio ambiente e lancem matéria em desacordo com os padrões de qualidade ambientais estabelecidos.

As fontes de poluição das águas podem ter as mais variadas origens e estão associadas ao tipo de uso e ocupação do solo. Se a carga orgânica de dejetos excederem a capacidade de autodepuração de um corpo hídrico, o oxigênio se esgotará, podendo provocar a morte de várias espécies de organismos como peixes. Em função do conceito de poluição das águas que associa o uso à qualidade, há que se considerar os prejuízos causados por este fator. Um dano considerável e bastante relevante é a eutrofização, aporte excessivo de nutrientes carregados para dentro dos corpos hídricos, que causa o crescimento descontrolado de microalgas e cianobactérias, ocasionando interferências na dinâmica do corpo hídrico e tornando a água imprópria para diversos usos (DERISIO apud KOVALESKI, 2005).

A floração de microalgas e cianobactérias produzem mudanças na qualidade da água, como: redução do oxigênio dissolvido, da biodiversidade aquática, morte extensiva de peixes, aumento do custo do tratamento e consequências relacionadas à saúde pública (FUNASA, 2001). As microalgas podem trazer problemas para o tratamento da água, como:

odor e sabor desagradáveis, obstrução dos filtros nas estações de tratamento e produção de turbidez, que causa problemas na operação destas estações.

2.1.2 Contaminação de mananciais de abastecimento

Os mananciais mais próximos às zonas urbanas são os mais castigados, pois permeiam um contexto crítico que desequilibra a harmonia entre o desenvolvimento e as condições que o ambiente oferece. O que torna o manejo destes mananciais mais caro é a contaminação e o desperdício da água, que, além de comprometer os recursos hídricos como um todo, modificam as características naturais da bacia hidrográfica.

Quando os mananciais de superfície têm a finalidade de abastecimento público e passam a fazer parte de um sistema de captação, devem-se examinar cuidadosamente todos os elementos que digam respeito às condições mínimas de qualidade dessa água. As águas superficiais raramente estão livres de contaminação, mesmo nas bacias com pouca ou nenhuma atividade humana. A ocupação desordenada de uma bacia provoca grandes alterações na qualidade da água, com a poluição gerada pela atividade urbana, em função do esgoto doméstico, indústrias e escoamento da água das chuvas, dejetos animais e agrotóxicos da atividade rural (GASPARINI, 2001).

2.2 Água Potável

A potabilidade da água pode ser alcançada por intervenções ou tratamentos, os quais ficam a encargo de empresas estatais ou privadas. No Estado de Alagoas, a empresa responsável pelo tratamento da água é a CASAL, sendo responsável por captar a água e fazer o tratamento. A desinfecção da água pode ser obtida pela utilização de diversos meios. Durante os processos, numa Estação de Tratamento de Água (ETA) convencional ou compacta, as etapas de sedimentação, coagulação e filtração removem parte dos organismos patogênicos e outros presentes na água. Os processos específicos de desinfecção podem ser classificados como: tratamento físico correspondendo à aplicação de calor, irradiação, luz ultravioleta e outros agentes físicos; íons metálicos igual à cobre e prata; compostos alcalinos; compostos tensoativos iguais à sais de amônia quaternários; oxidantes correspondendo à halogênios, ozônio e outros compostos orgânicos e inorgânicos (MEYER, 1994).

O cloro é adicionado à água com o objetivo de eliminar microorganismos patogênicos (bactérias e vírus). O cloro e seus compostos são fortes agentes oxidantes. Suas reações com compostos inorgânicos redutores, como sulfitos, sulfetos, íons ferroso e nitrito,

são geralmente muito rápidas. Com alguns compostos orgânicos também são rápidas, mas, em geral, são necessárias algumas horas para que a maioria das reações do cloro com compostos orgânicos se complete. A adição de cloro na água forma o ácido hipocloroso (HClO). Este ácido fraco é que controla a ação desinfetante do cloro e é definido como cloro residual livre. O controle minucioso dos níveis mínimos de cloro nas estações de tratamento de água é de suma importância para que todos os agentes patogênicos sejam eliminados, mas a adição elevada torna-o prejudicial à saúde humana (MEYER, 1994).

A água que chega às estações de tratamento traz inúmeras impurezas, como por exemplo, sólidos, gases e compostos orgânicos dissolvidos, além de matéria em suspensão, tais como, microorganismos (bactérias, algas e fungos) e colóides. Tais impurezas em geral são retiradas no processo de coagulação (adição de produtos químicos apropriados, habitualmente com sais de ferro ou alumínio) seguido pelas operações de floculação, sedimentação (ou flotação) e filtração. A turbidez pode ser definida como sendo o grau de redução que a luz sofre ao atravessar certa quantidade de água, devido à presença de partículas e substâncias que esta contém (PAVANELLI, 2001).

2.3 Interferências das Condições Climáticas na Qualidade da Água

A qualidade da água consumida pela população pode sofrer alterações ao longo do ano, em decorrência de condições climáticas, índice pluviométrico, estação do ano, presença de chuva, e essas alterações podem provocar aumento de risco de veiculação de doenças. Temos também aumento da temperatura, mudanças nos padrões hidrológicos, tais como secas e inundações afetam a qualidade da água e agravam a poluição da água com sedimentos, nutrientes, carbono orgânico dissolvido e sal. Além disso, aumento do nível do mar que esta afetando a disponibilidade de água doce para o homem e os ecossistemas em áreas costeiras.

Conforme Façanha e Pinheiro (apud FARIA, 2006) descreveram, em estudos realizados em Fortaleza – CE, que a doença diarréica teve aumento do número de casos no período das chuvas, e que isso pode estar associada ao consumo de água contaminada.

Segundo Saidi et al. (apud FARIA, 2006, p. 18) estudaram as causas da diarréia em crianças com idade inferior a cinco anos, em área rural do Kenya, e concluíram que a água de consumo estava com presença de bactérias, nas concentrações entre 10^2 a 10^5 unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/mL), em 72% das amostras analisadas, e que a incidência do número de criança com diarréia foi correlacionado, significativamente, com a presença de chuvas.

Nogueira et al. (2003) avaliaram amostras de água tratadas e não tratadas, no Estado do Pará, e observaram a interferência do clima na qualidade da água, nos períodos quentes e úmidos, o que favorecia ao aumento dos percentuais de contaminação, ocorrendo o inverso no clima frio e úmido.

2.4 A Falta de Saneamento no Brasil e suas Conseqüências

O risco de uma epidemia deve ser combatido com medidas preventivas primárias, secundárias e terciárias. Como medidas primárias têm-se: moradia adequada, saneamento ambiental, incluindo tratamento de água, esgoto e coleta de lixo (NEVES, 2003).

É importante salientar que a avaliação da qualidade da água de abastecimento público, deve ser monitorada de forma contínua e intensa, de modo que possa atender a todos os requisitos mínimos exigidos por lei. Para tal, as autoridades sanitárias e ambientais devem investir em programas multicriteriosos que atendam à realidade local (ABREU et al, 1999).

O sistema de abastecimento de água de uma comunidade desde a captação, adução, tratamento, recalque e distribuição, inclusive reservação, bem como dos domicílios e edifícios em geral, deve ser bem projetado, construído, operado, mantido e conservado, para que a água não se torne veículo de transmissão de diversas doenças (Figura 2); essas doenças podem ser classificadas em dois grupos:

- ◆ Doenças de transmissão hídrica;
- ◆ Doenças de origem hídrica.

As primeiras são aquelas em que a água atua como veículo propriamente dito, do agente infeccioso, como por exemplo, no caso da febre tifóide, da disenteria bacilar, etc.; as segundas são aquelas decorrentes de certas substâncias contidas na água em teor inadequado, e que dão origem a doenças como fluorose, metemoglobinemia, bócio e saturnismo; a água, neste caso, por apresentar certas substâncias dissolvidas, em determinados teores, é responsável pelo aparecimento de doenças.

Figura 2: Doenças relacionadas com o abastecimento de água.

Transmissão	Doença	Agente Patogênico
Pela água	Cólera Febre tifóide Giardíase Amebíase Hepatite infecciosa Diarréia aguda	<i>Vibrio cholerae</i> O 1 e O 139; <i>Salmonella typhi</i> ; <i>Giardia lamblia</i> ; <i>Entamoeba histolytica</i> ; <i>Hepatite virus A e E</i> ; <i>Balantidium coli</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>E. coli</i> nterotoxogênica e enteropatogênica, enterohemolítica, <i>Shigella</i> , <i>Yersinia</i> enterocolitica, <i>Astrovirus</i> , <i>Calicivirus</i> , Norwalk, <i>Rotavirus A e B</i> ;
Pela falta de limpeza, higienização com a água.	Escabiose Pediculose (piolho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase Enterobiase Ancilostomiase Ascaridíase	<i>Sarcoptes scabiei</i> ; <i>Pediculus humanus</i> ; <i>Chlamydia trachomatis</i> ; <i>Haemophilus aegyptius</i> ; <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>S. enteritides</i> ; <i>Trichuris trichiura</i> ; <i>Enterobius vermiculares</i> ; <i>Ancylostoma duodenale</i> ; <i>Ascaris lumbricoides</i> ;
Transmissão	Doença	Agente Patogênico
Por vetores que se relacionam com a água.	Malária Dengue Febre amarela Filariose	<i>Plasmodium vivax</i> , <i>P. malarie</i> e <i>P.</i> <i>falciparum</i> ; <i>Grupo B dos arbovirus</i> ; <i>RNA virus</i> ; <i>Wuchereria bancrofti</i> ;
Associada à água.	Esquistossomose Leptospirose	<i>Schistosoma mansoni</i> ; <i>Leptospira interrogans</i> ;

Fonte: Manual de Saneamento (Fundação Nacional de Saúde, 2004).

As doenças transmitidas pela água são responsáveis por 80 a 90% das internações no Brasil. Dados do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde – SIH/SUS demonstraram que no período de 1995 a 2000, ocorreram a cada ano, cerca de 700.000 internações hospitalares em todo País provocadas por doenças relacionadas com a água e a falta de saneamento básico. Desses registros, cabe ressaltar que a região Nordeste foi a que mais contribuiu (45% do total), onde se pode concluir que essa região é a que representa a pior situação quanto aos indicadores de internação (ANA/GEF/PNUMA/OEA – Estudo Técnico de Apoio PBHSF – N° 2).

Dentre as doenças diretamente veiculadas pela água, a diarreia é a que mais afeta os brasileiros. Conforme já mencionado, essa doença está diretamente associada à ingestão de água e alimentos contaminados e a sua distribuição espacial está diretamente relacionada com

a baixa cobertura da oferta dos serviços de saneamento básico do País. São cerca de 1,5 milhões de casos anuais registrados pelo Sistema de Monitorização das Doenças Diarréicas Agudas – MDDA/CENEP/FUNASA/MS. Vale ressaltar que os números contidos na Tabela 1 se referem somente aos casos monitorados. Há de se observar que o sistema de monitoramento não cobre todo território nacional e todas as unidades de saúde. Assim como nos casos de internações hospitalares, a região Nordeste é a que mais contribui para os registros (cerca de 50% dos casos).

Tabela 1: Número de diarreia, segundo as grandes Regiões Geográficas, Brasil 2000 a 2002

UF/ REGIÃO	Nº CASOS MONITORADOS 2000	Nº CASOS MONITORADOS 2001	Nº CASOS MONITORADOS 2002
NORTE	153.285(14,5%)	179.955(14,6%)	226.681(16,2%)
NORDESTE	621.575(59,0%)	593.408(48,1%)	714.018(51,1%)
SUDESTE	42.700(4,1%)	136.320(11,0%)	194.685(13,9%)
SUL	77.561(7,4%)	127.910(10,4%)	62.941(4,5%)
C. OESTE	158.841(15,0%)	195.810(15,9%)	200.735(14,3%)
BRASIL	1.053.982	1.233.403	1.399.060

Fonte: Centro Nacional de Epidemiologia – NECEP/FUNASA/MS.

2.5 Padrões de Qualidade e Legislação

Para o tema abastecimento de água, a OMS trata como:

A água e a saúde das populações são duas coisas inseparáveis. A disponibilidade de água de qualidade é uma condição indispensável para a própria vida e mais que qualquer outro fator, a qualidade da água condiciona a qualidade de vida. Portanto, o entendimento de como a água e a saúde estão relacionadas, permitirá a tomada de decisões com mais efetividade e impacto.

Os padrões de qualidade de água são utilizados para regulamentar os níveis de qualidade a serem mantidos em um corpo de água, dependendo do uso a que ele está destinado. A utilização de padrões de qualidade atende a dois propósitos:

- ◆ Manter a qualidade do curso da água ou definir a meta a ser atingida;
- ◆ Ser a base para definir os níveis de tratamento a serem adotados na bacia, de modo que os efluentes lançados não alterem as características do curso de água estabelecidas pelo padrão (PORTO et al.,1991).

Deve-se lembrar que as normas e os padrões de qualidade asseguram e protegem a saúde pública e o meio ambiente, disciplinando o uso. Devem atender à prioridades nacionais, fatores econômicos, segurança e saúde com base em conhecimento tecnológico (PIRES, 2000).

Na esfera Federal, a Resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece a classificação para as águas doces, bem como para as águas salobras e salinas do Território Nacional.

Visando superar algumas limitações foi aprovada, em 13 de agosto de 1998, a Resolução SMA / 65, que criou o índice de IAP e IVA.

Desde 2002, a CETESB utiliza índices específicos para cada uso do recurso hídrico, sendo a avaliação da qualidade das águas composta por:

- ◆ **IAP** – Índice de qualidade de águas brutas para fins de abastecimento público;
- ◆ **IVA** – Índice de preservação da vida aquática;
- ◆ **IB** – Índice de balneabilidade.

No Brasil, o controle de qualidade da água de abastecimento público é efetuado através de dois instrumentos. O primeiro deles é executado pelo próprio produtor, o qual é denominado “controle operacional”, e visa à adaptação dos processos produtivos para o atendimento de qualidade preestabelecido. O segundo instrumento designado “controle legal” ou vigilância sanitária, deveria ser realizado por entidades distintas, autônomas e independentes, sendo atribuição dos Ministérios de Saúde ou, por delegação das Secretarias Estaduais de Saúde (PIRES, 2004).

A Portaria nº 518 / MS/ 2004 estabelece os padrões atuais de potabilidade de água para o abastecimento público no território nacional. Esta Portaria promoveu uma prorrogação de 12 meses para sua implantação a partir de sua publicação (30 de Março de 2004), sendo uma cópia praticamente fiel do texto da Portaria nº 1469/MS/2000. As alterações se encontram no capítulo III, seção I Art. 5º que delega a competência para editar normas regulamentadoras desta Portaria ao presidente da FUNASA e passa a delegar ao Secretário de Vigilância Sanitária – SVS e, no capítulo IV, o § 1º do Art. 11º foi dividido em dois parágrafos.

No Brasil, esta preocupação com os recursos hídricos vem sendo notada pelas autoridades que estão envolvendo o assunto em suas pautas e criando leis que visam à normatização do uso da água, bem como sua preservação. A portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, por meio da Fundação Nacional da Saúde - FUNASA, da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental - CGVAM e do Centro Nacional de Epidemiologia

(CENIPE) estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

2.5.1 Parâmetro de qualidade da água

A Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico - CETESB faz uso de 50 indicadores (parâmetro físico, químico, hidrológicos, microbiológicos e ecotoxicológicos) de qualidade de água, considerando-se aqueles mais representativos, devido a dificuldades na análise sistemática de todos os poluentes que possam estar presentes nas águas superficiais provenientes de diferentes formas de aporte. Os principais indicadores de qualidade da água são discutidos a seguir, separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos.

◆ Parâmetros Físicos

a) Temperatura: medida da intensidade de calor; é um parâmetro importante, pois, influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas).

b) Sabor e odor: resultam de causas naturais (algas; vegetação em decomposição; bactérias; fungos; compostos orgânicos, tais como gás sulfídrico, sulfatos e cloretos) e artificiais (esgotos domésticos e industriais). O padrão de potabilidade: água completamente inodora.

c) Cor: resulta da existência, na água, de substâncias em solução; pode ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água (principalmente vegetais), pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos. Padrão de potabilidade: intensidade de cor inferior a 5 unidades.

d) Turbidez: presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas. O padrão de potabilidade: turbidez inferior a 1 unidade.

e) Sólidos:

Sólidos em suspensão: resíduo que permanece num filtro de asbesto após filtragem da amostra. Podem ser divididos em:

- Sólidos sedimentáveis: sedimentam após um período t de repouso da amostra

- Sólidos não sedimentáveis: somente podem ser removidos por processos de coagulação, floculação e decantação.
- Sólidos dissolvidos: material que passa através do filtro. Representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente.

f) Condutividade Elétrica: capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

◆ Parâmetros Químicos

a) pH (potencial hidrogeniônico): representa o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- ; varia de 7 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7); o pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações; a vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9.

b) Alcalinidade: causada por sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio; mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos; em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável à água, tem influência nos processos de tratamento da água.

c) Dureza: resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, em teores elevados; causa sabor desagradável e efeitos laxativos; reduz a formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo; provoca incrustações nas tubulações e caldeiras. Classificação das águas, em termos de dureza (em $CaCO_3$):

Menor que 50 mg/1 $CaCO_3$ - água mole

Entre 50 e 150 mg/1 $CaCO_3$ - água com dureza moderada

Entre 150 e 300 mg/1 $CaCO_3$ - água dura

Maior que 300 mg/1 $CaCO_3$ - água muito dura

d) Cloretos: Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas.

e) Ferro e manganês: podem originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais; causam coloração avermelhada à água, no caso do ferro, ou marrom, no caso do manganês, manchando roupas e outros produtos industrializados; conferem sabor

metálico à água; as águas ferruginosas favorecem o desenvolvimento das ferrobactérias, que causam maus odores e coloração à água e obstruem as canalizações.

f) Nitrogênio: o nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato; é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização; o nitrato, na água, pode causar a metemoglobinemia; a amônia é tóxica aos peixes; são causas do aumento do nitrogênio na água: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais.

g) Fósforo: encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico; é essencial para o crescimento de algas, mas, em excesso, causa a eutrofização; suas principais fontes são: dissolução de compostos do solo; decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais; fertilizantes; detergentes; excrementos de animais.

h) Fluoretos: os fluoretos têm ação benéfica de prevenção da cárie dentária; em concentrações mais elevadas, podem provocar alterações da estrutura óssea ou a fluorose dentária (manchas escuras nos dentes).

i) Oxigênio Dissolvido (OD): é indispensável aos organismos aeróbios; a água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura; águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica; a decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água; dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios.

j) Matéria Orgânica: a matéria orgânica da água é necessária aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais nutrientes e gás carbônico; em grandes quantidades, no entanto, podem causar alguns problemas, como: cor, odor, turbidez, consumo do oxigênio dissolvido, pelos organismos decompositores. O consumo de oxigênio é um dos problemas mais sérios do aumento do teor de matéria orgânica, pois provoca desequilíbrios ecológicos, podendo causar a extinção dos organismos aeróbios. Geralmente, são utilizados dois indicadores do teor de matéria orgânica na água: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO).

k) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). A DBO é determinada em

laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20 °C.

l) Demanda Química de Oxigênio (DQO): é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, através de um agente químico. A DQO também é determinada em laboratório, em prazo muito menor do que o teste da DBO.

m) Componentes Inorgânicos: alguns componentes inorgânicos da água, entre eles os metais pesados, são tóxicos ao homem: arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, prata, cobre e zinco; além dos metais, pode-se citar os cianetos; esses componentes, geralmente, são incorporados à água através de despejos industriais ou a partir das atividades agrícolas, de garimpo e de mineração.

n) Componentes orgânicos: alguns componentes orgânicos da água são resistentes à degradação biológica, acumulando-se na cadeia alimentar; entre esses, citam-se os agrotóxicos, alguns tipos de detergentes e outros produtos químicos, os quais são tóxicos.

◆ **Parâmetros Biológicos**

a) Coliformes: são indicadores de presença de microorganismos patogênicos na água; os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microorganismos causadores de doenças.

b) Algas: desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pela produção de grande parte do oxigênio dissolvido no meio; em grandes quantidades, como resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes: sabor e odor; toxidez, turbidez e cor; formação de massas de matéria orgânica que, ao serem decompostas, provocam a redução do oxigênio dissolvido; corrosão; interferência nos processos de tratamento da água: aspecto estético desagradável.

2.5.2 Índice de qualidade das águas brutas para fins de abastecimento público (IAP)

O IAP é o produto da ponderação dos resultados atuais do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substância Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como de substância tóxicas. Assim, o índice será composto por três grupos principais de variáveis:

- ◆ **IQA** – grupo de variáveis básicas (temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total,

fósforo total, resíduo total e turbidez);

- ◆ **ISTO** – grupo de variáveis que indicam presença de substâncias tóxicas (teste de Ames, genotoxicidade, potencial de formação de trihalometanos, chumbo total, mercúrio e níquel) e variáveis que afetam a qualidade organoléptica (ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco).

2.5.2.1 Índice de qualidade das águas – IQA

O IQA incorpora nove parâmetros, que são consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público.

No cálculo do IQA são considerados os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitratos, fosfatos, temperatura da água, turbidez e sólidos totais, gerando um índice com valores variando de 0 a 100. E utiliza-se os pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (Tabela 2).

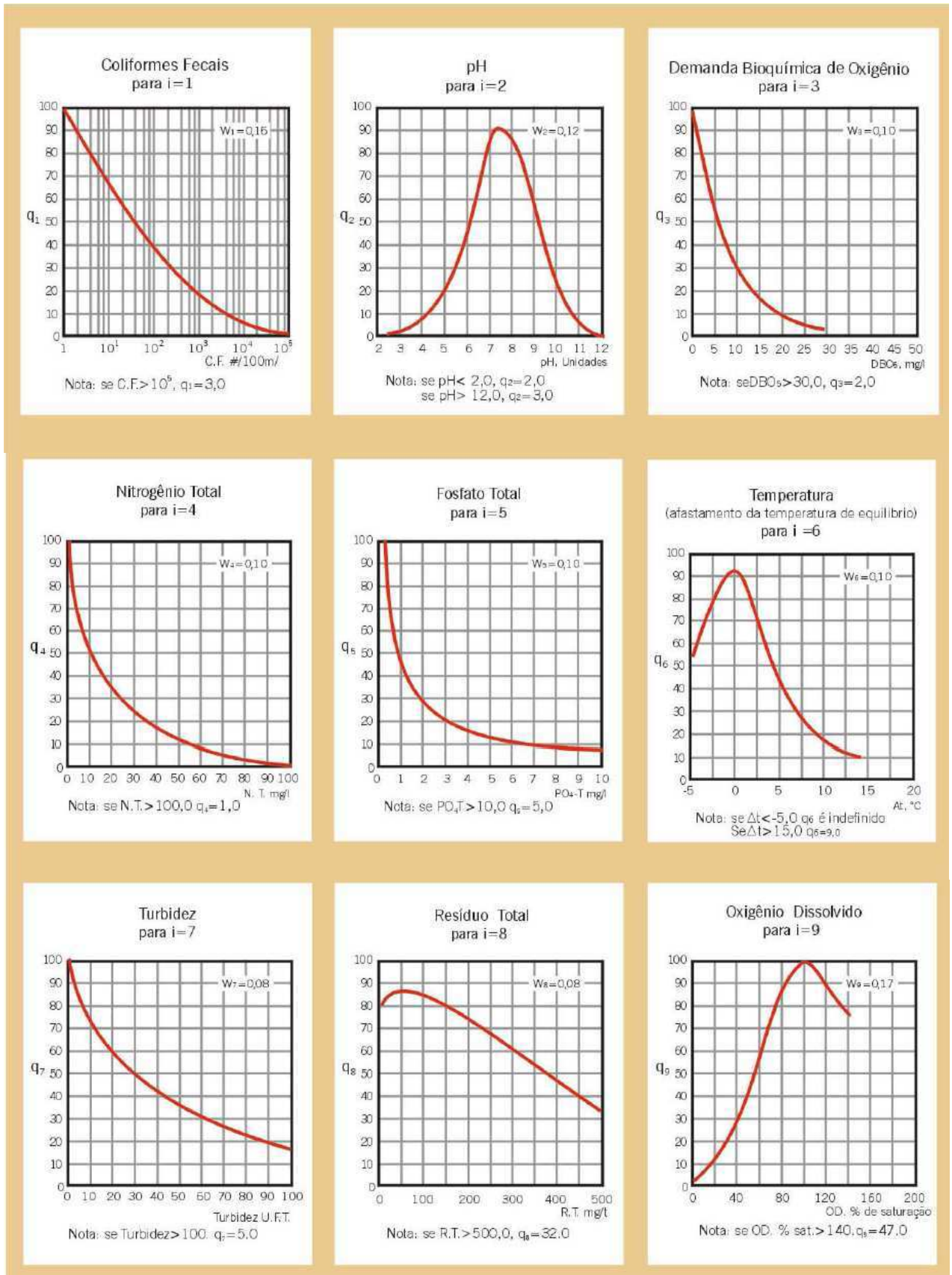
Tabela 2: Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO _{5,20}	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: ANA, 2004.

Além de seu peso (w), cada parâmetro possui um valor de qualidade (q), obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida (Figura 3).

Figura 3: Curvas médias de variação de qualidade das águas.



Fonte: ANA, 2004.

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado das qualidades de água correspondentes as variáveis que integram o índice:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde,

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e,

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Onde, **n** é o número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros (Tabela 3).

Tabela 3: Escala de qualidade da água indicada pelo IQA

Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Fonte: ANA, 2004.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição da Área de Estudo

O abastecimento de água das cidades em estudo é de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL. A empresa abrange todo o Estado e é dividida em Unidades de Negócios: do Sertão, da Bacia Leiteira, do Agreste, Serrana, do Leste e da Capital (Figura 4). As cidades escolhidas para o estudo fazem parte da Unidade de Negócio Leste, são elas: Colônia de Leopoldina, Matriz de Camaragibe, Pilar, Porto de Pedras e Rio Largo. A Unidade de Negócio Leste (UN LESTE), assim denominada, é uma das unidades regionais da Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL, atuando na área do Litoral e Zona da Mata do Estado, com sede no município de Rio Largo, distando cerca de 25 km da capital. A UN LESTE é uma unidade autônoma da CASAL, que é sociedade de economia mista estadual, com participação acionária majoritária do Governo do Estado de Alagoas, tendo sido fundada em 1962, através do Decreto Lei Estadual N°2491 do dia 01/12/1962. A unidade atua na prestação de serviços de abastecimento de água em 21 cidades do Estado: Barra São Miguel, Colônia de Leopoldina, Coqueiro Seco, Flexeiras, Ibateguara, Jacuipe, Japaratinga, Joaquim Gomes, Jundiá, Maragogi, Matriz de Camaragibe, Messias, Murici, Novo Lino, Paripueira, Passo de Camaragibe, Pilar, Porto de Pedras, Rio Largo, Santa Luzia do Norte e Satuba. (Figura 4). A prestação de serviços de esgotamento sanitário é feito somente na cidade de Maragogi.

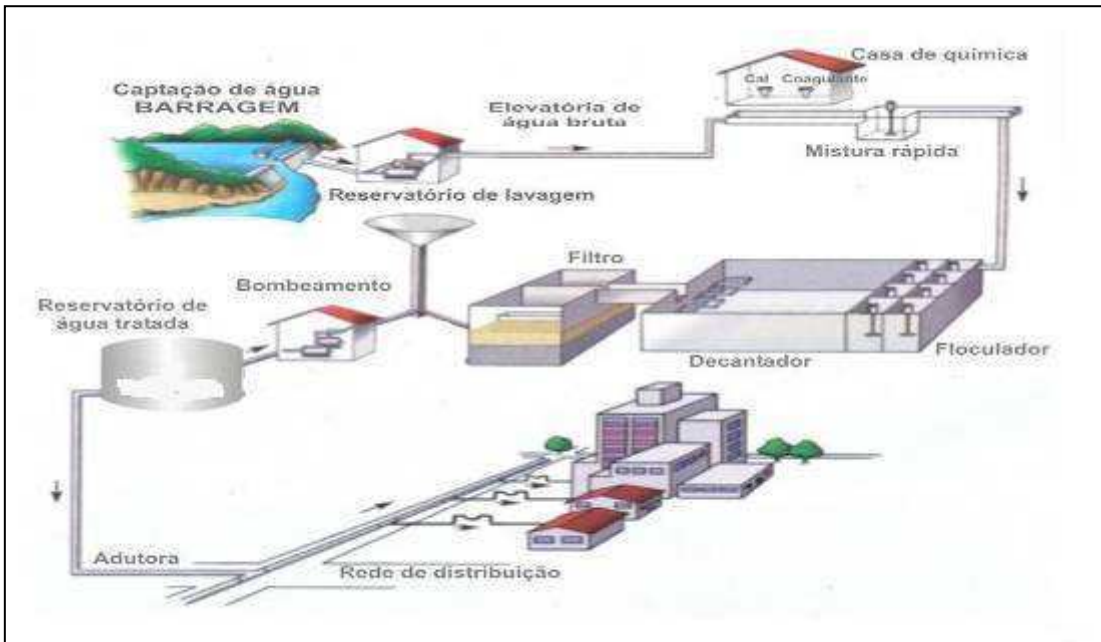
Figura 4: Mapa de localização das cidades abastecida pela UN LESTE.



Fonte: Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL.

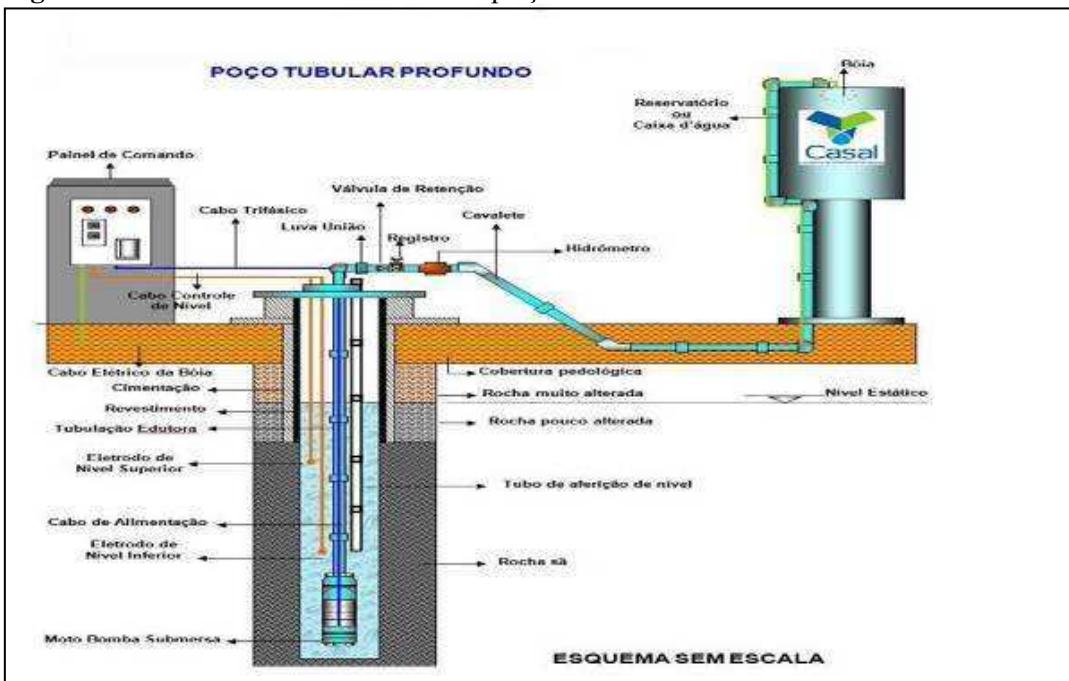
Para o abastecimento público das cidades a Unidade de Negócio Leste utiliza diferentes tipos de ecossistemas para captação de água: com mecanismos de funcionamento distintos, destacando-se mananciais superficiais (nascentes, barragens, rios e lagos) e subterrâneos (poços), conforme Figura 5 e 6.

Figura 5 – Sistema de abastecimento: Captação superficial.



Fonte: Adaptado (www.samaecaxias.com.br).

Figura 6 – Sistema de abastecimento: Captação subterrânea.



Fonte: Adaptado (www.geoeste.com.br).

3.2 Caracterização das Áreas Escolhidas para a Pesquisa

Os cinco municípios em estudo situam-se no Estado de Alagoas e apresentam os seguintes aspectos fisiográficos:

◆ **Municípios de Colônia de Leopoldina e Matriz de Camaragibe**

Relevo: faz parte da unidade das *Superfícies Retrabalhadas* que é formada por áreas que têm sofrido retrabalhamento intenso, com relevo bastante dissecado e vales profundos. Na região litorânea de Pernambuco e Alagoas, é formada pelo “mar de morros” que antecede a Chapada da Borborema, com solos pobres e vegetação de *Floresta Hipoxerófila*.

Clima: é do tipo *Tropical Chuvoso* com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro. A precipitação média anual é de 1.309,9 mm

Vegetação: é predominantemente do tipo *Floresta Subperenifólia*, com partes de *Floresta Hipoxerófila*. Os solos dessa unidade geoambiental são representados pelos *Latosolos* nos topos planos, sendo profundos e bem drenados; pelos solos *Podzólicos* nas vertentes íngremes, sendo pouco a medianamente profundos e bem drenados e pelos *Gleissolos de Várzea* nos fundos de vales estreitos, com solos orgânicos e encharcados.

◆ **Municípios de Pilar, Porto de Pedras e Rio Largo**

Relevo: faz parte da unidade dos *Tabuleiros Costeiros*. Esta unidade acompanha o litoral de todo o nordeste, apresenta altitude média de 50 a 100 metros. Compreende platôs de origem sedimentar, que apresentam grau de entalhamento variável, ora com vales estreitos e encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundos com amplas várzeas. De modo geral, os solos são profundos e de baixa fertilidade natural.

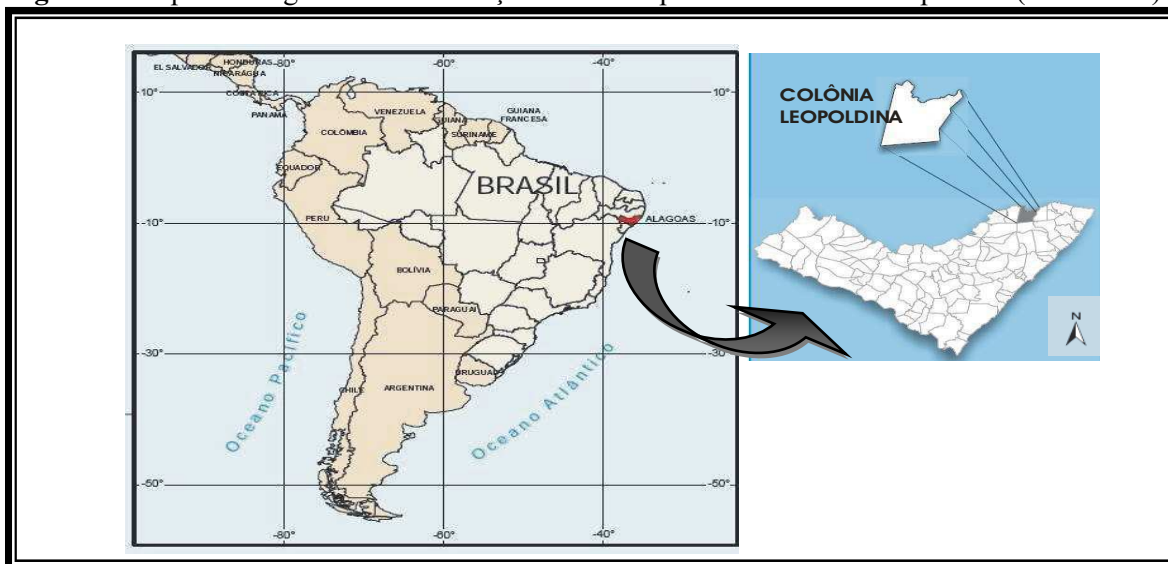
Clima: é do tipo *Tropical Chuvoso* com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro. A precipitação média anual é de 1.634,2 mm.

Vegetação: é predominantemente do tipo *Floresta Subperenifólia*, com partes de *Floresta Subcaducifólia* e *cerrado/floresta*. Os solos dessa unidade geoambiental são representados pelos *Latosolos* e *Podzólicos* nos topos de chapadas e topos residuais; pelos *Podzólicos com Fregipan*, *Podzólicos Plínticos* e *Podzóis* nas pequenas depressões nos tabuleiros; pelos *Podzólicos Concrecionários* em áreas dissecadas e encostas e *Gleissolos* e *Solos Aluviais* nas áreas de várzeas.

◆ COLÔNIA DE LEOPOLDINA

O município de **Colônia de Leopoldina** (Figura 7) está localizado na região nortenordeste do Estado de Alagoas, limitando-se a Norte com o Estado de Pernambuco, a Sul com Joaquim Gomes, a Leste com Novo Lino e a Oeste com Ibateguara, em Alagoas.

Figura 7: Mapa de Alagoas com localização do município de Colônia de Leopoldina (sem escala).



Fonte: Adaptado do Diagnóstico do município de Colônia de Leopoldina, 2005.

A área municipal ocupa 294,49 km² (1,06% de AL), inserida na meso-região do Leste Alagoano e na micro-região Serrana dos Quilombos, predominantemente na Folha Palmares (SC.25-V-A-IV) e, parcialmente, na Folha Rio Largo (SC.25-V-C-I), ambas na escala 1:100.000, editadas pelo MINTER/SUDENE, em 1989. A sede do município tem uma altitude de aproximadamente 140 m e coordenadas geográficas de 08°54'32,4'' de Latitude Sul e 35°43'30,0'' de Longitude Oeste. O acesso a partir de Maceió é feito através das rodovias pavimentadas BR-104, BR-101 e AL-110, com percurso em torno de 106 km. Segundo o censo 2000 do IBGE, a população total residente é de 17.493 habitantes, dos quais 8.895 do sexo masculino (50,80%) e 8.598 do sexo feminino (49,20%). São 11.414 os habitantes da zona urbana (65,20%) e 6.079 os da zona rural (34,80%).

No município existem 4.053 domicílios particulares permanentes, dos quais 2.679 (66,10%) possuem banheiro ou sanitário e destes, apenas 1.860 (45,90%) possuem banheiro e esgotamento sanitário via rede geral. Cerca de 1.952 (48,20%) são abastecidos pela rede geral de água, enquanto que 968 (23,90%) são abastecidos por poço ou nascente e 1.133 utilizam outras formas de abastecimento (28,00%). Apenas 2.752 (67,90%) domicílios são atendidos

pela coleta de lixo, evidenciando a existência de uma fonte de sérios problemas ambientais e de saúde pública para a população.

Recursos hídricos: O município de Colônia de Leopoldina encontra-se inserido nas sub-bacias hidrográficas dos Rios Jacuípe e Taquara ao Norte, cujos afluentes são os riachos: Laranjeira, Livramento e Manaia. A Sul temos a sub-bacia hidrográfica do Rio Camaragibe, e seu tributário, o Riacho Formosa. O padrão de drenagem é do tipo dendrítico e corre predominantemente no sentido WSW-ENE, desaguando no Oceano Atlântico. (MASCARENHAS et al., 2005).

Sistema de abastecimento: a água que abastece a cidade de Colônia de Leopoldina é captada na Barragem Canto Escuro (Figura 8), que provém de nascente localizada próxima a Barragem. Desta forma a Estação de Tratamento da CASAL trata aproximadamente 33,2 l/s e opera 24 horas por dia, abastecendo uma quantidade de ligações de 3.280 imóveis.

Figura 8: Captação superficial: Barragem Canto Escuro.



Fonte: Arquivo Pessoal.

A cidade é abastecida por uma estação de tratamento do tipo compacta (Figura 9), onde as fases do processo são: coagulação, filtração rápida e desinfecção. Os produtos químicos empregados são: Sulfato de Alumínio e Hipoclorito de sódio ou Hipoclorito de cálcio.

Figura 9: Estação de tratamento: tipo compacta.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Condição dos Mananciais: a qualidade da água dos mananciais que abastecem a Bacia Hidrográfica do Rio Jacuípe é regulamentada com base na Resolução CONAMA n° 357 do Ministério de Meio Ambiente, sendo responsável por este monitoramento o Instituto de Meio Ambiente de Alagoas – IMA/AL, órgão ambiental do Estado. Até o momento, a qualidade da água desses mananciais é boa e se enquadra na classe apropriada para ser tratada para o consumo humano, apesar de possuir na sua bacia culturas que não oferecem proteção as encostas que possibilitam a formação da barragem, o que muito contribui para a ação degradadora por erosão hídrica, não estando isenta inclusive de riscos de contaminação da sua água, visto que, a agricultura e a pecuária predominam na bacia, além da presença humana. Tudo isso, faz com que no período de chuva a qualidade da água proveniente desta nascente fique comprometida dificultando assim o seu tratamento.

Qualidade da água: a água fornecida é controlada diariamente desde a captação e durante o processo de tratamento até o ramal das residências. Além deste controle são analisados todos os produtos químicos utilizados para o tratamento da água. A qualidade da água distribuída é verificada diariamente com amostras coletadas em pontos estratégicos da rede, para atender ao número mínimo de amostras exigido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde. Nas Tabelas 4 e 5 apresenta-se um resumo dos principais parâmetros, com o resultado das respectivas análises executadas durante os anos de 2008 e 2009. Todo este controle é realizado através de análises executadas em laboratório próprio. Sempre que amostras coletadas na rede de distribuição apresentam resultados fora dos limites estabelecidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde, novas amostras são coletadas e analisadas após a vistoria no local, descarga na rede e outras ações, até que a qualidade seja restabelecida.

Tabela 4: Principais parâmetros, com resultados das respectivas análises executadas em 2008

ANO 2008	REDE DE DISTRIBUIÇÃO									
	TURBIDEZ		COLIFORME		CLORO RESIDUAL		COR		pH	
	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras Realizadas	Amostras c/ presença de Coli Total	Amostras Realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões
JANEIRO	29	0	29	0	29	0	29	3	29	0
FEVEREIRO	21	10	21	0	21	0	21	5	21	0
MARÇO	35	28	35	0	35	0	35	30	35	0
ABRIL	20	4	20	0	20	0	20	7	20	0
MAIO	19	19	19	13	19	6	19	19	19	0
JUNHO	26	23	26	5	26	5	26	26	26	0
JULHO	27	20	27	1	27	0	27	27	27	0
AGOSTO	14	7	14	0	14	0	14	8	14	7
SETEMBRO	21	1	21	0	21	0	21	8	21	14
OUTUBRO	32	19	32	0	32	0	32	30	32	0
NOVEMBRO	26	4	26	1	26	0	26	6	26	0
DEZEMBRO	24	5	24	0	24	0	24	18	24	0
TOTAL 2008	294	140	294	20	294	11	294	187	294	21
Valores estabelecidos pela portaria 518/04	Até 5 uT		30 amostras mensais		Mínimo: 0,2 ppm 30 amostras mensais		Máximo: 15 UC		Recomendado entre 6,0 e 9,5	

Fonte: CASAL – Unidade de Negócio Leste – Supervisão de Tratamento.

Tabela 5: Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2009

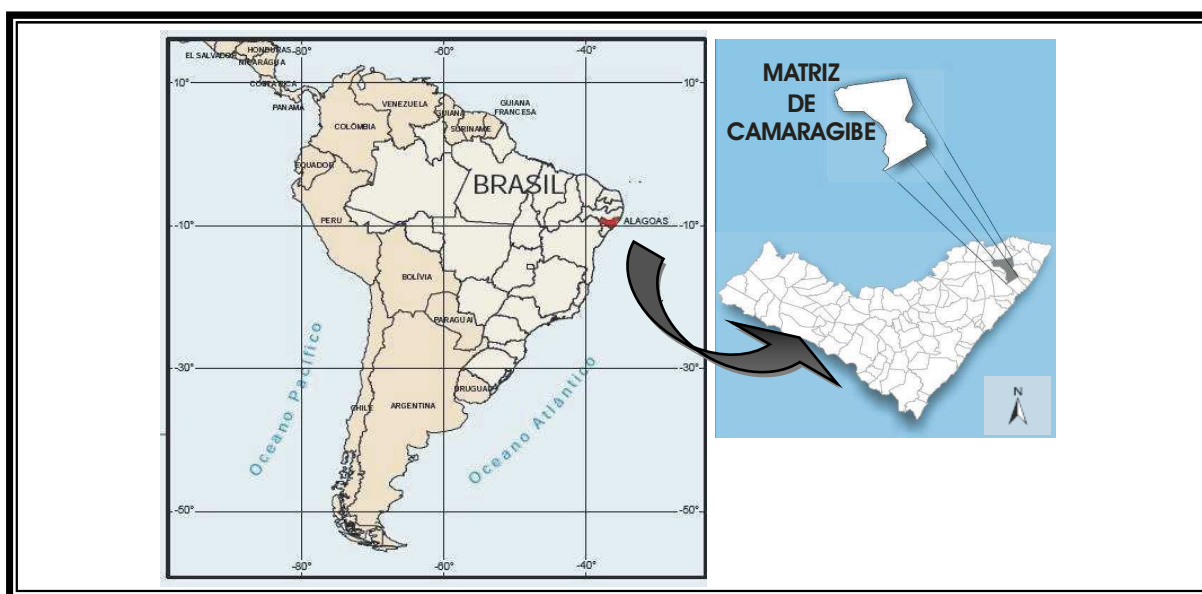
ANO 2009	REDE DE DISTRIBUIÇÃO									
	TURBIDEZ		COLIFORME		CLORO RESIDUAL		COR		pH	
	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras Realizadas	Amostras c/ presença de Coli Total	Amostras Realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões
JANEIRO	24	12	24	0	24	0	24	24	24	0
FEVEREIRO	18	14	18	0	18	0	18	18	18	0
MARÇO	19	4	19	0	19	0	19	0	19	0
ABRIL	18	18	18	0	18	0	18	18	18	0
MAIO	12	12	12	0	12	0	12	12	12	0
JUNHO	6	1	6	0	6	0	6	6	6	0
JULHO	23	19	23	0	23	0	23	23	23	0
AGOSTO	12	6	12	0	12	0	12	0	12	0
SETEMBRO	18	1	18	0	18	0	18	14	18	0
OUTUBRO	24	12	24	0	24	0	24	24	24	0
NOVEMBRO	29	25	29	0	29	0	29	29	29	0
DEZEMBRO	18	0	18	0	18	0	18	6	18	0
TOTAL 2009										
Valores estabelecidos pela portaria 518/04	Até 5 uT		*		Mínimo: 0,2 ppm		Máximo: 15 UC		Recomendado entre 6,0 e 9,5	

Fonte: CASAL – Unidade de Negócio Leste – Supervisão de Tratamento.

◆ MATRIZ DE CAMARAGIBE

O município de **Matriz de Camaragibe** (Figura 10) está localizado na região nordeste do Estado de Alagoas, limitando-se a Norte com os municípios de Novo Lino e Jundiá, a Sul com São Miguel dos Milagres e São Luiz do Quitunde; a Leste com Porto de Pedras e Porto Calvo e a Oeste com São Luiz do Quitunde e Joaquim Gomes em Alagoas.

Figura 10: Mapa de Alagoas com localização do município de Matriz de Camaragibe (sem escala).



Fonte: Adaptado do Diagnóstico do município de Matriz de Camaragibe, 2005.

A área municipal ocupa 327,65 km² (1,18% de AL), inserida na meso-região do Leste Alagoano e na micro-região da Mata Alagoana, predominantemente na Folha Rio Largo (SC.25-V-C-I) e, parcialmente, na Folha Porto Calvo (SC.25-V-C-II), ambas na escala 1:100.000, editadas pelo MINTER/SUDENE, em 1989. A sede do município tem uma altitude de aproximadamente 16 m e coordenadas geográficas de 09°09'07,2'' de Latitude Sul e 35°31'58,8'' de Longitude Oeste. O acesso a partir de Maceió é feito através das rodovias pavimentadas AL-101 Norte, AL-105 e AL- 413, com percurso em torno de 68 km. Segundo o censo 2000 do IBGE, a população total residente é de 24.017 habitantes, dos quais 11.970 do sexo masculino (49,80%) e 12.047 do sexo feminino (50,20%). São 18.262 os habitantes da zona urbana (76,00%) e 5.755 os da zona rural (24,00%).

No município existem 5.022 domicílios particulares permanentes, dos quais 3.639 (72,50%) possuem banheiro ou sanitário e destes, apenas 189 (3,80%) possuem banheiro e esgotamento sanitário via rede geral. Cerca de 2.774 (55,20%) são abastecidos pela rede geral de água, enquanto que 1.623 (32,30%) são abastecidos por poços ou nascente e 625 utilizam

outras formas de abastecimento (12,40%). Apenas 3.366 (67,03%) domicílios são atendidos pela coleta de lixo, evidenciando a existência de uma fonte de sérios problemas ambientais e de saúde pública para a população.

Recursos hídricos: O município de **Matriz de Camaragibe** está inserido na bacia hidrográfica do Rio Camaragibe, que atravessa o município, na direção NNW-SSE. A porção NE do município é banhada pelos Rios Tamandaré, Mucaitá e pelo Riacho Cafundó. O padrão de drenagem predominante é o pinado, uma variação do dendrítico e com sentido preferencial NW-SE. O sistema fluvial deságua no Oceano Atlântico. (MASCARENHAS et al., 2005).

Sistema de abastecimento: a água que abastece a cidade de Matriz de Camaragibe é quase toda captada através de poços profundos (Figura 11) com uma profundidade média de 150 metros e uma vazão de tratamento de 22,74 l/s. Existe também uma pequena barragem de nível com vazão de 4 l/s. Operando 24 horas por dia. Portanto todo o tratamento (coagulação, floculação, decantação, filtração) é feito pela própria natureza, restando a CASAL fazer a simples desinfecção.

Condição dos Mananciais: A qualidade da água dos mananciais que abastecem Matriz de Camaragibe é regulamentada com base na Resolução CONAMA n° 357 do Ministério de Meio Ambiente, sendo responsável por este monitoramento o Instituto de Meio Ambiente de alagoas – IMA/AL, órgão ambiental do Estado. Até o momento, a qualidade da água desses mananciais é boa e se enquadra na classe apropriada para ser tratada para o consumo humano.

Figura11: Sistema de abastecimento: Poço profundo.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Qualidade da água: a água fornecida é controlada diariamente desde a captação no poço, durante o processo de tratamento até as residências. A qualidade da água distribuída é verificada semanalmente com amostras coletadas em vários pontos localizados nas Avenidas/Ruas e na saída do poço, esse procedimento é feito para controle da qualidade da água e para atender ao número mínimo de amostras exigido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde. Nas Tabelas 6 e 7 apresenta-se um resumo dos principais parâmetros, com o resultado das respectivas análises executadas durante os anos de 2008 e 2009.

Tabela 6: Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2008

ANO 2008	REDE DE DISTRIBUIÇÃO									
	TURBIDEZ		COLIFORME		CLORO RESIDUAL		COR		pH	
	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras Realizadas	Amostras c/ presença de Coli Total	Amostras Realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões
JANEIRO	30	0	30	2	30	6	30	0	30	0
FEVEREIRO	23	0	23	4	23	0	23	0	23	6
MARÇO	12	0	12	1	12	0	12	0	12	0
ABRIL	24	3	24	0	24	1	24	0	24	4
MAIO	23	0	23	0	23	0	23	0	23	6
JUNHO	24	0	24	0	24	0	24	00	24	0
JULHO	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0
AGOSTO	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0
SETEMBRO	18	0	18	0	18	0	18	0	18	6
OUTUBRO	17	0	23	0	23	0	23	0	17	0
NOVEMBRO	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0
DEZEMBRO	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0
TOTAL 2008	267	3	273	7	273	7	273	0	267	22
Valores estabelecidos pela portaria 518/04	Até 5 uT		*		Mínimo: 0,2 ppm		Máximo: 15 UC		Recomendado entre 6,0 e 9,5	

Tabela 7: Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2009

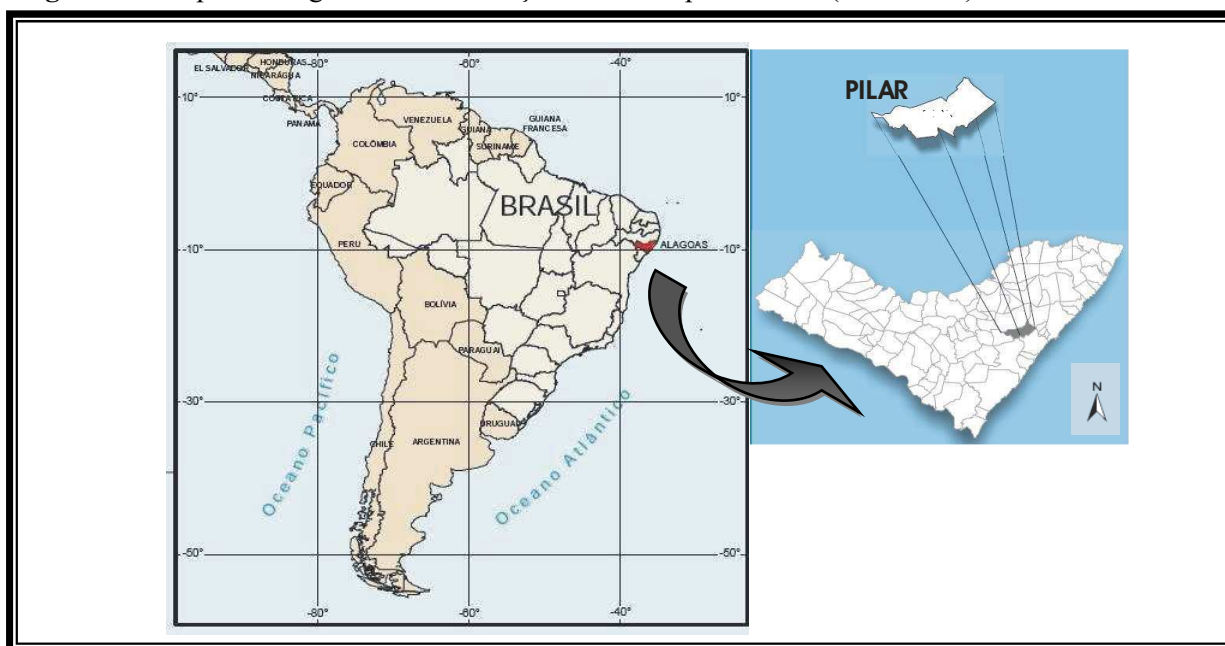
ANO 2009	REDE DE DISTRIBUIÇÃO									
	TURBIDEZ		COLIFORME		CLORO RESIDUAL		COR		pH	
	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras Realizadas	Amostras c/ presença de Coli Total	Amostras Realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões
JANEIRO	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0
FEVEREIRO	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0
MARÇO	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0
ABRIL	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
MAIO	18	0	18	0	18	0	18	6	18	0
JUNHO	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0
JULHO	30	1	30	0	30	0	30	1	30	0
AGOSTO	22	1	22	0	22	0	22	0	22	0
SETEMBRO	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0
OUTUBRO	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0
NOVEMBRO	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0
DEZEMBRO	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0
TOTAL 2009	250	2	250	0	250	0	250	7	250	0
Valores estabelecidos pela portaria 518/04	Até 5 uT		*		Mínimo: 0,2 ppm		Máximo: 15 UC		Recomendado entre 6,0 e 9,5	

Fonte: Dados CASAL – Unidade de Negócio Leste – Supervisão de Tratamento.

◆ PILAR

O município de **Pilar** (Figura 12) está localizado na região leste do Estado de Alagoas, limitando-se a Norte com os municípios de Atalaia e Rio Largo, a Sul com São Miguel dos Campos e Marechal Deodoro, a Leste com Rio Largo, Satuba e Marechal Deodoro e a Oeste com Boca da Mata e Atalaia, em Alagoas.

Figura 12: Mapa de Alagoas com localização do município do Pilar (sem escala).



Fonte: Adaptado do Diagnóstico do município de Pilar, 2005.

A área municipal ocupa 220,66 km² (0,79% de AL), inserida na meso-região do Leste Alagoano e na micro-região de Maceió, abrange assimetricamente as folhas Maceió (SC.25-V-C-IV) e São Miguel dos Campos (SC.24-X-D-VI), ambas na escala 1:100.000, editadas pelo MINTER/SUDENE, em 1989. A sede do município tem uma altitude de aproximadamente 13 m e coordenadas geográficas de 09°35'49,2'' de Latitude Sul e 35°57'25,2'' de Longitude Oeste. O acesso a partir de Maceió é feito através da rodovia pavimentada BR-316 e pequeno trecho em piçarra, com percurso em torno de 36 km. Segundo o censo 2000 do IBGE, a população total residente é de 31.201 habitantes, dos quais 15.384 do sexo masculino (49,30%) e 15.817 do sexo feminino (50,70%). São 28.166 os habitantes da zona urbana (90,30%) e 3.035 os da zona rural (9,70%).

Existem no município 6.849 domicílios particulares permanentes, dos quais 5.647 (82,40%) possuem banheiro ou sanitário e destes, apenas 469 possuem banheiro e esgotamento sanitário via rede geral (6,85%). Cerca de 5.392 (78,70%) são abastecidos pela

rede geral de água, enquanto que 773 (11,30%) são abastecidos por poço ou nascente e 684 utilizam outras formas de abastecimento (10,00%). Apenas 5.905 (86,20%) domicílios são atendidos pela coleta de lixo, mostrando que uma parte da população descarta seu lixo em local indevido.

Recursos hídricos: o município de Pilar está inserido na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, que atravessa a porção central do município. Seus principais afluentes são: os Rios Salgado e Sumaúma Mirim e o Riacho Tangu. O padrão de drenagem predominante é do tipo pinado, uma variação do dendrítico. Todo esse sistema fluvial deságua no Oceano Atlântico.

Sistema de abastecimento: a água que abastece a cidade do Pilar é proveniente das nascentes da Marreca (Figura 13), com uma vazão de tratamento de 35,55 l/s produzindo em média 4.375,44 m³/d.

A estação de tratamento é do tipo convencional com formato de caracol (Figura 14), cujas fases do processo são: coagulação, floculação, decantação, filtração rápida e desinfecção. Operando 24 horas por dia, o sistema abastece tanto a cidade do Pilar, quanto uma boa parte da Chã do Pilar. Os produtos químicos são os mais comuns e universalmente empregados.

Figura13: Captação superficial: Nascente da Marreca.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 14: Estação de tratamento: Tipo caracol.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Condição dos mananciais: a qualidade da água do manancial Riacho da Marreca é regulamentada com base na Resolução CONAMA n° 357/2005 do Ministério de Meio Ambiente, sendo responsável por este monitoramento o Instituto do Meio Ambiente de Alagoas – IMA/AL, órgão ambiental do Estado. O manancial que abastece seu município pertence à Bacia Hidrográfica do Mundaú.

O sistema de abastecimento público da cidade do Pilar tem como principal manancial o Riacho da Marreca. Com nascente no Pilar, o Riacho das Marrecas sofreu perdas significativas da proteção com matas ciliares das suas margens, sendo recuperadas poucas áreas nos últimos anos. Possui na sua bacia culturas menos intensivas como bambus, reflorestamentos, o que minimiza a ação degradadora por erosão hídrica, mas não está isento de riscos de contaminação da sua água. Até o momento, a qualidade da água do Rio das Marrecas é boa e se enquadra na classe apropriada para ser tratada para o consumo humano.

Qualidade da água: a qualidade da água fornecida é controlada diariamente desde a captação na nascente, durante o processo de tratamento até o ramal das residências. Além deste controle são analisados todos os produtos químicos utilizados para o tratamento da água

A qualidade da água distribuída é verificada diariamente com amostras coletadas em pontos estratégicos da rede, para atender ao número mínimo de amostras exigido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde. Nas Tabelas 8 e 9 a seguir, apresentamos um resumo dos principais parâmetros, com o resultado das respectivas análises executadas durante os anos de 2008 e 2009. Todo este controle é realizado através de análises executadas em laboratórios próprios da Unidade de Negócio.

Tabela 8: Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2008

ANO 2008	REDE DE DISTRIBUIÇÃO									
	TURBIDEZ		COLIFORME		CLORO RESIDUAL		COR		pH	
	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras Realizadas	Amostras c/ presença de Coli Total	Amostras Realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões
JANEIRO	45	2	45	0	45	0	45	0	45	45
FEVEREIRO	36	0	36	0	36	0	36	0	36	36
MARÇO	27	1	27	0	27	0	27	0	27	27
ABRIL	18	0	18	0	18	0	18	0	18	18
MAIO	19	9	19	0	19	10	19	9	19	13
JUNHO	37	12	37	5	37	2	37	9	37	31
JULHO	36	0	36	0	36	0	36	0	36	15
AGOSTO	36	2	36	0	36	0	36	0	36	33
SETEMBRO	36	4	36	0	36	0	36	0	36	33
OUTUBRO	42	7	42	0	42	0	42	6	42	15
NOVEMBRO	35	12	35	0	35	8	35	0	35	30
DEZEMBRO	34	7	34	0	34	0	34	0	34	12
TOTAL 2008	401	56	401	5	401	20	401	24	401	308
Valores estabelecidos pela portaria 518/04	Até 5 uT		*		Mínimo: 0,2 ppm		Máximo: 15 UC		Recomendado entre 6,0 e 9,5	

Fonte: Dados CASAL – Unidade de Negócio Leste – Supervisão de Tratamento.

Tabela 9: Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2009

ANO 2009	REDE DE DISTRIBUIÇÃO									
	TURBIDEZ		COLIFORME		CLORO RESIDUAL		COR		pH	
	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras Realizadas	Amostras c/ presença de Coli Total	Amostras Realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões
JANEIRO	45	2	45	0	45	0	45	0	45	45
FEVEREIRO	36	0	36	0	36	0	36	0	36	36
MARÇO	27	1	27	0	27	0	27	0	27	27
ABRIL	18	0	18	0	18	0	18	0	18	18
MAIO	19	9	19	0	19	10	19	9	19	13
JUNHO	37	12	37	5	37	2	37	9	37	31
JULHO	36	0	36	0	36	0	36	0	36	15
AGOSTO	36	2	36	0	36	0	36	0	36	33
SETEMBRO	36	4	36	0	36	0	36	0	36	33
OUTUBRO	42	7	42	0	42	0	42	6	42	15
NOVEMBRO	35	12	35	0	35	8	35	0	35	30
DEZEMBRO	34	7	34	0	34	0	34	0	34	12
TOTAL 2008	401	56	401	5	401	20	401	24	401	308
Valores estabelecidos pela portaria 518/04	Até 5 uT		*		Mínimo: 0,2 ppm		Máximo: 15 UC		Recomendado entre 6,0 e 9,5	

Fonte: Dados CASAL – Unidade de Negócio Leste – Supervisão de Tratamento.

◆ PORTO DE PEDRAS

O município de **Porto de Pedras** (Figura 15) está localizado na região norte-nordeste do Estado de Alagoas, limitando-se a Norte com os municípios de Porto Calvo e Japaratinga, a Sul com Passo de Camaragibe, a Leste com Porto Calvo e o Oceano Atlântico e a Oeste com São Miguel dos Milagres.

Figura 15: Mapa de Alagoas com localização do município de Porto de Pedras (sem escala).



Fonte: Adaptado do Diagnóstico do município de Porto de Pedras, 2005.

A área municipal ocupa 266,23 km² (0,96% de AL), inserida na meso-região Leste Alagoano e na micro-região do Litoral Norte de Alagoas, predominantemente na Folha Porto Calvo (SC.25-V-CII), na escala 1:100.000, editada pelo MINTER/SUDENE, em 1989. A sede do município tem uma altitude de aproximadamente 54 m e coordenadas geográficas de 9°09'28,8'' de Latitude Sul e 35°17'42,0'' de Longitude Oeste. O acesso a partir de Maceió é feito através da rodovia pavimentada AL-101 Norte, com percurso em torno de 100 km. O Município foi criado em 1815, desmembrado de Porto Calvo. Segundo o censo 2000 do IBGE, a população total residente é de 10.238 habitantes, dos quais 5.328 do sexo masculino (52,00%) e 4.910 do sexo feminino (48,00%). São 5.198 os habitantes da zona urbana (50,80%) e 5.040 os da zona rural (49,20%). A densidade demográfica é de 38,46 hab/km². Existem 4.638 eleitores cadastrados no município (45,30% da população).

No município existem 2.153 domicílios particulares permanentes, dos quais 813 (37,80%) possuem banheiro ou sanitário e destes, apenas 10 (0,50%) possuem banheiro e

esgotamento sanitário via rede geral. Cerca de 422 (19,60%) são abastecidos pela rede geral de água, enquanto que 1.369 (63,60%) são abastecidos por poços ou nascentes e 362 utilizam outras formas de abastecimento (16,80%). Apenas 372 (17,30%) domicílios são atendidos pela coleta de lixo, evidenciando a existência de uma fonte de sérios problemas ambientais e de saúde pública para a população.

Recursos hídricos: está inserido na bacia hidrográfica do Rio Manguaba, que o limita a NNE e o atravessa no sentido NW-SE. Seus principais afluentes são: a NE, os Riachos Pasta e Lampião; na porção centro-SE, a sub-bacia hidrográfica do Rio Tatuamunha, com seus principais afluentes, os Riachos Boi Atolado, Lauras, da Cabocla, Campinas, Julião e Água Preta, além do Rio Simão Alves ou Crioulo; a NW, o Rio Mucaítá e seu afluente, o Riacho Barbaço ou Macacos. A SE, o município é banhado pelo Oceano Atlântico. O padrão de drenagem predominante é do tipo pinado, uma variação do dendrítico. O Rio Manguaba, já próximo ao seu estuário apresenta-se anastomótico. Todo esse sistema fluvial deságua no Oceano Atlântico.

Sistema de abastecimento: a água que abastece a cidade de Porto de Pedras é oriunda da barragem da Cancelinha (Figura 16) que provém do Riacho Cancelinha, com uma vazão média de tratamento de 5,10 l/s, a Estação de tratamento de água (Figura 17) é do tipo compacta constituída de um clarificador de contato ascendente e opera por cerca de 20 horas por dia, produzindo em média 348 m³/d. Os produtos químicos são: sulfato de alumínio, hipoclorito de cálcio ou de sódio, os mais comuns e universalmente empregados.

Figura 16: Captação superficial: Barragem Cancelinha.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 17: Estação de tratamento: Tipo compacta.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Condição dos mananciais: A qualidade da água dos mananciais que abastecem a Bacia Hidrográfica do Rio Manguaba é regulamentada com base na Resolução CONAMA n° 357 do Ministério de Meio Ambiente, sendo responsável por este monitoramento o Instituto de Meio Ambiente de Alagoas – IMA/AL, órgão ambiental do Estado. Possui na sua bacia culturas menos intensivas como pastagens, campo sujo, o que minimiza a ação degradadora por erosão hídrica, mas não está isento de riscos de contaminação da sua água. Até o momento, a qualidade da água do Riacho Cancelinha é boa e se enquadra na classe apropriada para ser tratada para o consumo humano.

Qualidade da água: A qualidade da água fornecida é controlada diariamente desde a captação na lagoa, durante o processo de tratamento, até a rede das residências. Além deste controle são analisados todos os produtos químicos utilizados para o tratamento da água. A qualidade da água distribuída é verificada diariamente com amostras coletadas em pontos estratégicos da rede, para atender ao número mínimo de amostras exigido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde. Na Tabela 10 e 11, apresenta-se um resumo dos principais parâmetros, com o resultado das respectivas análises executadas durante o período de 01/01/2009 até 31/12/2009. Todo este controle é realizado através de análises executadas em laboratórios próprios.

Tabela 10: Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2008

ANO 2008	REDE DE DISTRIBUIÇÃO									
	TURBIDEZ		COLIFORME		CLORO RESIDUAL		COR		pH	
	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras Realizadas	Amostras c/ presença de Coli Total	Amostras Realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões
JANEIRO	13	0	13	0	13	0	13	0	13	3
FEVEREIRO	14	0	14	0	14	0	14	0	14	3
MARÇO	7	0	7	0	7	0	7	0	7	7
ABRIL	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0
MAIO	12	0	12	0	12	0	12	1	12	3
JUNHO	13	0	13	0	13	0	13	1	13	0
JULHO	12	1	12	0	12	0	12	4	12	0
AGOSTO	9	0	9	0	9	0	9	1	9	0
SETEMBRO	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0
OUTUBRO	9	0	12	0	12	0	12	1	9	3
NOVEMBRO	13	0	13	0	13	1	13	0	13	10
DEZEMBRO	12	0	12	0	12	0	12	9	12	4
TOTAL 2008	138	1	141	0	141	1	141	17	138	33
Valores estabelecidos pela portaria 518/04	Até 5 uT		*		Mínimo: 0,2 ppm		Máximo: 15 UC		Recomendado entre 6,0 e 9,5	

Fonte: Dados CASAL – Unidade de Negócio Leste – Supervisão de Tratamento.

Tabela 11: Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2009

ANO 2009	REDE DE DISTRIBUIÇÃO									
	TURBIDEZ		COLIFORME		CLORO RESIDUAL		COR		pH	
	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras Realizadas	Amostras c/ presença de Coli Total	Amostras Realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões
JANEIRO	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0
FEVEREIRO	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
MARÇO	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0
ABRIL	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
MAIO	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0
JUNHO	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
JULHO	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
AGOSTO	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
SETEMBRO	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
OUTUBRO	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
NOVEMBRO	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
DEZEMBRO	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0
TOTAL 2009	122	0	122	0	122	0	122	0	122	0
Valores estabelecidos pela portaria 518/04	Até 5 uT		*		Mínimo: 0,2 ppm		Máximo: 15 UC		Recomendado entre 6,0 e 9,5	

Fonte: Dados CASAL – Unidade de Negócio Leste – Supervisão de Tratamento.

◆ RIO LARGO

O município de **Rio Largo** (Figura 18) está localizado na região leste do Estado de Alagoas, limitando-se a Norte com os municípios de Murici e Messias, a Sul com Satuba e Pilar, a Leste com Maceió e a Oeste com Atalaia.

Figura 18: Mapa de Alagoas com localização do município de Rio Largo (sem escala).



Fonte: Adaptado do Diagnóstico do município de Rio Largo, 2005.

A área municipal ocupa 309,37 km² (1,11% de AL), inserida na meso-região do Leste Alagoano e na micro-região de Maceió, predominantemente na Folha Rio Largo (SC.25-V-C-I) e, parcialmente, na Folha Maceió (SC.25-V-C-IV), ambas na escala 1:100.000, editadas pelo MINTER/SUDENE em 1989. A sede do município tem uma altitude de aproximadamente 39 m e coordenadas geográficas de 9°28'42'' de Latitude Sul e 35°51'12'' de Longitude Oeste. O Município foi criado em 1830, desmembrado de Marechal Deodoro. Segundo o censo 2000 do IBGE, a população total residente é de 62.510 habitantes, dos quais 30.600 do sexo masculino (48,95%) e 31.910 do sexo feminino (51,05%). São 49.919 os habitantes da zona urbana (79,90%) e 12.591 os da zona rural (20,10%). A densidade demográfica é de 202,10 hab/km².

No município existem 14.835 domicílios particulares permanentes, dos quais 13.590 (91,60%) possuem banheiro ou sanitário e destes, apenas 3.384 (22,80%) possuem banheiro e esgotamento sanitário via rede geral. Cerca de 10.768 (72,60%) são abastecidos pela rede geral de água, enquanto que 969 (6,50%) são abastecidos por poços ou nascentes e 3.098

utilizam outras formas de abastecimento (20,90%). Apenas 12.346 (83,20%) domicílios são atendidos pela coleta de lixo, evidenciando a existência de uma fonte de sérios problemas ambientais e de saúde pública para a população.

Recursos hídricos: está inserido na bacia hidrográfica do Rio Mundaú, que o atravessa no sentido Norte/Sul (N-S), banhando a sua sede. Seus principais afluentes são: o Rio Pratagi e o Riacho do Vicente; os Riachos Quindinha, Congo e Mãe Rosa; o Rio Satuba. São perceptíveis dois padrões de drenagem: do tipo retangular a Oeste, e do tipo dendrítico a Leste. Todo esse sistema fluvial deságua no Oceano Atlântico.

Sistema de abastecimento: é abastecida pela estação de tratamento do tipo convencional (Figura 19), onde as fases do processo são: coagulação, decantação, filtração e desinfecção. Os produtos químicos são os mais comuns e universalmente empregados: Sulfato de Alumínio, Hidróxido de Cálcio e Cloro Liquefeito ou Hipoclorito de cálcio. Atualmente a captação da água bruta para a estação convencional é feita nas nascentes (Figura 20), localizada na Mata do Rolo onde trata uma vazão média de 70 l/s, com regime de operação em torno de 24 horas/dia, produzindo em média 6.000 m³/dia, os quais são destinados para toda a cidade.

Figura 19: Estação de tratamento: Tipo convencional.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura20: Captação superficial: Nascente Mata do Rolo.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Condição dos mananciais: A qualidade da água do manancial Rio Jacaretinga é regulamentada com base na Resolução CONAMA nº 357/2005 do Ministério de Meio Ambiente, sendo responsável por este monitoramento o Instituto do Meio Ambiente de Alagoas – IMA/AL, órgão ambiental do Estado.

Até o momento, a qualidade da água bruta é boa e se enquadra na classe apropriada para ser tratada para o consumo humano, apesar de possuir na sua bacia culturas que não oferecem proteção as encostas que possibilitam a formação das barragens, o que muito contribui para a ação degradadora por erosão hídrica, não estando isenta inclusive de riscos de contaminação da sua água, visto que, a agricultura canavieira predomina na bacia e nem do desmatamento que passa a ser uma ameaça sobre tudo para as nascentes.

Qualidade de água: A qualidade da água é avaliada por meio de análises. Analisar toda massa de água destinada ao consumo é impraticável; por isso, colhem-se amostras e, por suas análises conclui-se a qualidade da água. A qualidade da água fornecida é controlada diariamente desde a captação no rio, durante o processo de tratamento até o ramal das residências. Além deste controle são analisados todos os produtos químicos utilizados para o tratamento da água. A qualidade da água distribuída é verificada diariamente com amostras coletadas em pontos estratégicos da rede de distribuição, para atender ao número mínimo de amostras exigido pela Portaria 518 do Ministério da Saúde. A seguir, apresenta-se um resumo (Tabela 12 e 13) com os principais parâmetros, com o resultado das respectivas análises executadas durante o período de 2008 a 2009.

Tabela 12: Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2008

ANO 2008	REDE DE DISTRIBUIÇÃO									
	TURBIDEZ		COLIFORME		CLORO RESIDUAL		COR		pH	
	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras Realizadas	Amostras c/ presença de Coli Total	Amostras Realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões
JANEIRO	71	1	71	0	71	1	71	0	71	0
FEVEREIRO	56	1	56	0	56	1	56	1	56	3
MARÇO	69	2	69	0	69	4	69	1	69	0
ABRIL	39	1	39	0	39	0	39	0	39	1
MAIO	41	13	41	1	41	6	41	13	41	3
JUNHO	56	14	56	0	56	1	56	8	56	0
JULHO	53	16	56	0	56	1	56	13	56	9
AGOSTO	59	4	59	0	59	1	59	4	57	3
SETEMBRO	55	2	55	1	55	3	55	3	54	0
OUTUBRO	56	2	56	1	56	1	56	1	56	2
NOVEMBRO	56	3	56	4	56	8	56	3	56	0
DEZEMBRO	41	3	41	0	41	1	41	4	41	0
TOTAL 2008	652	62	655	7	655	28	655	51	652	21
Valores estabelecidos pela portaria 518/04	Até 5 uT		*		Mínimo: 0,2 ppm		Máximo: 15 UC		Recomendado entre 6,0 e 9,5	

Fonte: Dados CASAL – Unidade de Negócio Leste – Supervisão de Tratamento.

Tabela 13: Principais parâmetros, com resultado das respectivas análises executada em 2009

ANO 2009	REDE DE DISTRIBUIÇÃO									
	TURBIDEZ		COLIFORME		CLORO RESIDUAL		COR		pH	
	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras Realizadas	Amostras c/ presença de Coli Total	Amostras Realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões	Amostras realizadas	Amostras fora dos padrões
JANEIRO	42	0	56	0	56	0	42	0	42	0
FEVEREIRO	45	25	45	0	45	0	45	11	45	0
MARÇO	50	6	50	0	50	0	50	1	50	0
ABRIL	56	0	56	0	56	0	56	0	56	0
MAIO	52	0	52	0	52	0	52	0	52	0
JUNHO	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0
JULHO	33	2	33	0	33	0	33	2	33	0
AGOSTO	68	9	68	0	68	0	68	0	68	0
SETEMBRO	42	7	42	0	42	0	42	15	42	0
OUTUBRO	46	1	44	0	46	0	46	0	46	0
NOVEMBRO	56	1	56	0	56	0	56	1	56	0
DEZEMBRO	43	0	43	0	43	0	43	0	43	0
TOTAL 2009	568	51	580	0	582	0	568	30	568	0
Valores estabelecidos pela portaria 518/04	Até 5 uT		*		Mínimo: 0,2 ppm		Máximo: 15 UC		Recomendado entre 6,0 e 9,5	

Fonte: Dados CASAL – Unidade de Negócio Leste – Supervisão de Tratamento.

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi dividida em duas etapas:

A primeira metodologia empregada para a caracterização dos impactos antrópicos ao longo da área estudada tomou como bases as seguintes etapas:

- a) fase de levantamento bibliográfico sobre conceitos e questões pertinentes às interferências humanas em áreas de mananciais, enfatizando-se os efeitos dessas interferências sobre o meio ambiente local, detalhes metodológicos usados na avaliação dos impactos e na caracterização do ambiente;
- b) fase de observação direta e indireta da área estudada, com visitas de campo, usos de fotografias e elaboração de questionários e matrizes de impactos;
- c) fase de tratamento estatístico dos dados coletados.

O segundo processo metodológico utilizado para análise do consumo e índice de qualidade da água tratada e distribuída de acordo com a sazonalidade foi o seguinte:

- a) coleta e análise dos dados mensais de precipitação pluviométricas (mm), de consumo de água e índice de qualidade da água obtidos através dos parâmetros físicos, químicos (IFQDP) e bacteriológicos (IBDP), fornecido pela CASAL.
- b) Testes de correlação foram aplicados entre as variáveis (consumo e precipitação) para subsidiar as reflexões, e gerados gráficos para visualização das ocorrências ou não das mesmas (Apêndice A). O coeficiente de correlação de Pearson é obtido pela seguinte equação:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \cdot \text{var}(Y)}}$$

onde x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n são os valores medidos de ambas as variáveis. Para além disso

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{e} \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$$

são as médias aritméticas de ambas as

variáveis. A análise correlacional indica a relação entre duas variáveis lineares e os valores sempre serão entre +1 e -1. O sinal indica a direção, se a correlação é positiva ou negativa, e o tamanho da variável indica a força da correlação.

Nas seguintes abordagens metodológicas abaixo será mostrada todo o procedimento detalhado:

4.1 Caracterização dos Impactos Antrópicos nos Mananciais

Para caracterização dos impactos antrópicos nos mananciais (superficial ou subterrâneo) em pontos de captação foi utilizado registro fotográfico e matrizes de impactos. Os resultados das matrizes foram mostrados em forma de gráficos de colunas (histogramas).

Para chegar a essa etapa foi necessário fazer adaptações na metodologia de matrizes de impactos utilizando como modelo o método de Caanter (1984), que utiliza conceitos básicos de escala de ponderação e Rohde (1988), no que se refere ao detalhamento das características dos impactos.

Usou-se, neste trabalho, as listagens de controle descritiva utilizadas por Caanter (1984), por facilitar a descrição geral do ambiente, e a decomposição da paisagem em seus elementos os quais se pode analisar. Na atribuição escalar utilizou-se como parâmetro o método do Patamar de tolerância ou Limite de interesse ("Threshold of Concern"). É um tipo de listagem de controle escalar. É utilizado nas avaliações de impactos em projetos de manejo florestal, onde se estipula parâmetros escalares aos impactos a partir dos limites máximos e mínimos do componente ou do recurso natural, onde se incorpora o grau de importância de cada impacto.

Utilizando a metodologia de Rohde (1988), conforme indicado na Tabela 14, foram adotados os seguintes valores assim definidos:

- 0 = para inexistência da interferência;
- 1 = presença irrelevante ou pouca interferência;
- 2 = para impactos perceptíveis ou média presença do fator impactante;
- 3 = para indicar impactos agudos, ou presença maciça.

Tabela 14: Classificação dos impactos com escala de cores e valores numéricos dos indicadores adotados para os impactos antrópicos evidenciados na área de estudo

COR	VALOR DE IMPORTÂNCIA DO IMPACTO	MAGNITUDE DO IMPACTO	INDICADOR
	0	Ausente	Inexistência de atributos a ser estudado e nenhuma interação
	1	Pequena	Poucas alterações antrópicas, sem prejuízo das qualidades ambientais, que podem ser sanados com pouco esforço
	2	Moderada	Interferências de expressividade mediana, a pontos de alterar as características naturais do ambiente.
	3	Alta	Grande presença de interferências podendo colocar o sistema em risco, e necessita de ações corretivas.

Fonte: Adaptado de Ceotma (1984), Rohde (1988), Marcelino (2000) e Silva (2008).

Os índices de qualidade ambiental (IQA), fornecido por Marcelino (2000), das localidades estudadas foram obtidos com base na seguinte equação: $IQA = (Pt - Pi) / Pt$
 Onde: Pt = Somatório dos pesos de todos os impactos, em caso de, hipoteticamente apresentassem o seu nível máximo, no caso, Pt = 60 (ou 3= peso máximo individual x 20 = total de fatores impactantes), e Pi = Somatória dos pesos dos diversos fatores de impacto ambiental em cada compartimento. Os índices assim obtidos podem variar entre 0 e 1 (ou 0 e 100%), sendo que zero “0” indica a máxima degradação ambiental e 1, a máxima qualidade ambiental.

Para evidenciar os principais impactos antrópicos das áreas pesquisados foi montado um “check list”, utilizando os modelos de matrizes de impacto ambiental apresentado por Caanter (1984) e Rohde (1988), onde adotou – se uma listagem de controle escalar, em que foram estipuladas pontuações aos impactos encontrados na área com base em limites máximo e mínimos pré-estabelecidos. Para os modelos de matrizes utilizadas na pesquisa foram confeccionadas três tipos:

- a) **Matriz de interferências humanas nas áreas dos mananciais:** Foram descritos os principais tipos de impactos analisados, decorrentes da ação humana, visando classificá-los e caracterizá-los de forma quantitativa. Todos os impactos evidenciados no ambiente em estudo foram agrupados conforme especificado na Tabela 15, considerando-se tanto o meio natural (físico-biológico) como o meio socioeconômico, procurando-se com isso obter diagnóstico atualizado das problemáticas, se existir, que envolvem o cotidiano das áreas dos mananciais. Verificando a Tabela 15, as linhas horizontais sintetizam os impactos presentes nos compartimentos estudados e as verticais incluem a classificação dos impactos (D = diretos ou I = indiretos).

Tabela 15: Matriz das interferências humanas nos diferentes compartimentos selecionados

TIPOS DE IMPACTOS	CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS	COLÔNIA DE LEOPOLDINA	MATRIZ DE CAMARAGIBE	PILAR	PORTO DE PEDRAS	RIO LARGO
Alteração beleza cênica						
Assoreamento						
Atividades comerciais						
Pesca						
Construção urbana						
Impacto na captação						
Acúmulo de lixo						
Esgotos domésticos						
Lixo metálico						
Lixo na captação						
Lixo vítreo						
Lixo no entorno						
Material de plástico						
Processos erosivos						
Degradação ambiental						
Acesso de pessoas estranhas na captação						
Descarte de águas pluviais						
Ocupação de áreas da captação						
TOTAL DE PONTOS						

b) **Matriz de usos do espaço das áreas dos mananciais:** Nesta matriz foram descritas as diferentes formas de utilização do espaço estudado nos diferentes setores pesquisados, com informações sobre a intensidade de usos (indicativos: 0 = ausência; 1 = pequeno uso; 2 = uso moderado e 3 = alto uso, adotando-se critérios de ponderação similares aqueles considerados na avaliação dos impactos antrópicos (Tabela 16).

Tabela 16: Matriz dos usos mais evidentes catalogados na área estudada

FORMAS DE USOS DO ESPAÇO DO MANANCIAL	COLÔNIA DE LEOPOLDINA	MATRIZ DE CAMARAGIBE	PILAR	PORTO DE PEDRAS	RIO LARGO
Usos p/ fins turísticos					
Uso p/ fins de pesca					
Utilização p/ fins residencial					
Utilização p/ fins comerciais					
Utilização p/ fins de lazer					
Esgotos domésticos da rede urbana					
Utilização p/ irrigação					
Utilização da margem p/ lavar roupas					
TOTAL DE PONTOS					

- c) **Matriz de infraestrutura urbana nos diferentes setores da pesquisa:** Nessa matriz que foi representada na Tabela 17, evidenciará as condições de infraestrutura urbana nos arredores da área do manancial. Sua função será avaliar se existe próximo a área estudada algum tipo de infraestrutura que futuramente poderá acarretar danos a área do manancial.

Tabela 17: Matriz de infra-estrutura urbana nos diferentes setores da área do manancial

CONDIÇÕES DE INFRAESTRUTURA	COLÔNIA DE LEOPOLDINA	MATRIZ DE CAMARAGIBE	PILAR	PORTO DE PEDRAS	RIO LARGO
Vias de acesso					
Sistema de comunicação					
Concentração de atividades comerciais					
Distribuição de energia					
Esgotamento sanitário					
Escolas					
Igreja					
Posto de saúde					
TOTAL DE PONTOS					

4.2 Análise do Consumo e Índices de Qualidade da Água Tratada e Distribuída de acordo com a Sazonalidade dos Períodos Secos e Chuvosos

Para verificar as possíveis variações sazonais no consumo e na qualidade da água dos mananciais o estudo foi desenvolvido no período de dois anos (2008 e 2009), considerando as duas estações definidas para as regiões, quais sejam: estação chuvosa (Março a Agosto) e estação seca (Setembro a Fevereiro).

Os dados sobre os índices de qualidade da água (Índices Físico-Químicos - IFQDP e Índices Bacteriológicos - IBDP %), os consumo/volumes de águas (m³) subterrâneas e superficiais, utilizadas no abastecimento público das cidades de Colônia de Leopoldina, Matriz de Camaragibe, Pilar, Porto de Pedras e Rio largo, foram obtidos do ano de 2008 e 2009, junto à CASAL na Unidade de Negócio Leste. Já os dados de precipitação (mm) mensal foram obtidos pelas Estações Meteorológica da SEMARH- AL /DMET (Apêndice B).

Com os respectivos dados mensais, da Estação Meteorológica, de precipitação (mm) foram utilizadas comparações entre consumo e índice de qualidade para verificar de acordo com os períodos como se comportam de acordo com as condições do tempo e do clima. O

processamento destes dados foi consistido da elaboração de tabelas e gráficos por meio do software Excel.

4.3 Avaliação da Eficiência dos Processos de Tratamento de Água

Para a avaliação da eficiência dos processos de tratamento de água completo aplicado nas Estações de Tratamento de Água – ETA's para todos os cinco sistemas operados pela CASAL, foi feita por meio de análise da água tratada (índices físico-químicos e bacteriológicos), utilizando como critérios a Portaria nº 518/2004 estabelecido pelo Ministério da Saúde. Foram analisadas os dados coletados no período de 2008 e 2009 nas saídas das ETA's e Poços.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização dos Impactos Antrópicos nos Mananciais

5.1.1 Interferências humanas evidenciadas na área de estudo

Os principais impactos antrópicos evidenciados na área de estudo (captação superficial e subterrâneo), são identificados com base nas listagens de controle ponderadas e adotadas nesta pesquisa, e que estão classificados em diretos (D) e indiretos (I), conforme os critérios apresentados na deliberação do CECA (1987), sendo que os primeiros predominam na maior parte nos setores estudados (Tabela 18).

Em Colônia de Leopoldina, os impactos que mais se destacaram foram: alteração da beleza cênica, assoreamento e impacto na captação. Todos esses impactos citados são bem percebíveis porque estão associados com as atividades humanas desenvolvidas na área de influência do manancial que é a de plantação de culturas (agricultura), sendo feito o preparo do solo para a agricultura executado sem considerar as práticas conservacionistas do solo. Em se tratando de uma área de declividade acentuada nota-se a falta de terraceamento, o que viria a evitar o processo de erosão e conseqüentemente o assoreamento da nascente. Conforme o técnico da Emater/Ubiratã, o Engenheiro Agrônomo João Ricardo Rissardo (apud FILHO et al, SD, p.5) apesar da inovação do plantio direto, muitos proprietários não o praticam de forma adequada. Isso comprova que a ganância econômica acaba por esgotar os recursos naturais que são imprescindíveis à sustentação da vida no planeta.

Em Matriz de Camaragibe, destacou-se como atividade mais impactante a construção urbana, tendo em vista que o poço que abastece a cidade está situado dentro da cidade em área que atualmente encontra-se em processo de expansão imobiliária.

No sistema de captação de água da cidade do Pilar, o único impacto antrópico que destacou-se foi: alteração da beleza cênica. O valor de importância encontrado na área estudada foi de um (1) que corresponde na escala numérica adotada o indicador de poucas alterações antrópicas, sem prejuízo das qualidades ambientais, que podem ser sanados com pouco esforço. Devido à área de estudo está localizada dentro do Vale das Marrecas – área de preservação ambiental – o manancial que abastece a cidade pertence à Bacia Hidrográfica do Mundaú e apresenta proteção com matas ciliares densas em toda sua extensão, dificultando o acesso de pessoas estranhas ao local.

Em Porto de Pedras os impactos encontrados foram alteração da beleza cênica, pesca e acesso de pessoa estranha na captação de água bruta, em virtude desta está localizada em área litorânea na qual é comum circular pessoas que vivem na região para realizar atividades como pesca e corte de madeira.

Já em Rio Largo o mais impactante foi à degradação ambiental, apesar de a captação localizar-se em região de difícil acesso e está centralizada em uma grande reserva de mata, tal degradação decorre de erosão causada principalmente pela ação das águas pluviais e ação do homem através de desmatamento.

Contudo os resultados mostraram que Colônia de Leopoldina e Rio Largo, foram às áreas mais influenciadas aos diferentes tensores antrópicos, e em situação oposta, temos Pilar, Porto de Pedras e Matriz de Camaragibe (Tabela 18).

Tabela 18: Principais impactos identificados nas áreas estudadas, e seus valores atribuídos

TIPOS DE IMPACTOS	CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS	COLÔNIA DE LEOPOLDINA	MATRIZ DE CAMARAGIBE	PILAR	PORTO DE PEDRAS	RIO LARGO	TOTAL
Alteração beleza cênica	INDIRETO	2	1	1	1	1	6
Assoreamento	INDIRETO	2	0	0	0	0	2
Atividades comerciais	DIRETO	0	1	0	0	0	1
Pesca	DIRETO	0	0	0	1	0	1
Construção urbana	DIRETO	0	2	0	0	0	2
Impacto na captação	DIRETO	2	0	0	0	0	2
Acúmulo de lixo	DIRETO	0	0	0	0	0	0
Esgotos domésticos	DIRETO	0	0	0	0	0	0
Lixo metálico	DIRETO	0	0	0	0	0	0
Lixo na captação	DIRETO	0	0	0	0	0	0
Lixo vítreo	DIRETO	0	0	0	0	0	0
Lixo no entorno	DIRETO	0	0	0	0	0	0
Material de plástico	DIRETO	0	0	0	0	0	0
Processos erosivos	DIRETO	0	0	0	0	1	1
Degradação ambiental	DIRETO	0	0	0	0	3	3
Acesso de pessoas estranhas na captação	DIRETO	1	0	0	1	1	3
Descarte águas pluviais	DIRETO	0	0	0	0	0	0
Ocupação áreas captação	DIRETO	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE PONTOS	*	7	4	1	3	6	21

Os principais impactos presentes nas captações foram calculados e listados a partir dos dados da Tabela 18, conforme sugere Duinker (1986), tomando-se como base o total geral de pontos dos tipos de impactos, pode-se evidenciar que os mais impactantes nas áreas são:

alteração da beleza cênica, degradação ambiental e acesso de pessoas estranhas na captação (Tabela 19).

Tabela 19: Hierarquia dos impactos antrópicos evidenciados no ambiente estudado

TIPOS DE IMPACTOS	INTENSIDADE DO IMPACTO
Alteração da beleza cênica	06
Degradação Ambiental	03
Acesso de pessoas estranhas na captação	03
Assoreamento	02
Construção Urbana	02
Impacto na captação	02
Atividades Comerciais	01
Pesca	01
Processo Erosivo	01

Os valores totais dos impactos incluídos na Tabela 18 e na Tabela 19 foram reagrupados, calculando-se em seguida o valor médio dos pesos atribuídos a todos os impactos em cada um das cidades, possibilitando-se hierarquizar, desse modo, os setores mais e menos impactados. Constatou-se que as localidades mais comprometidas foram Colônia de Leopoldina e Rio Largo (Tabela 20).

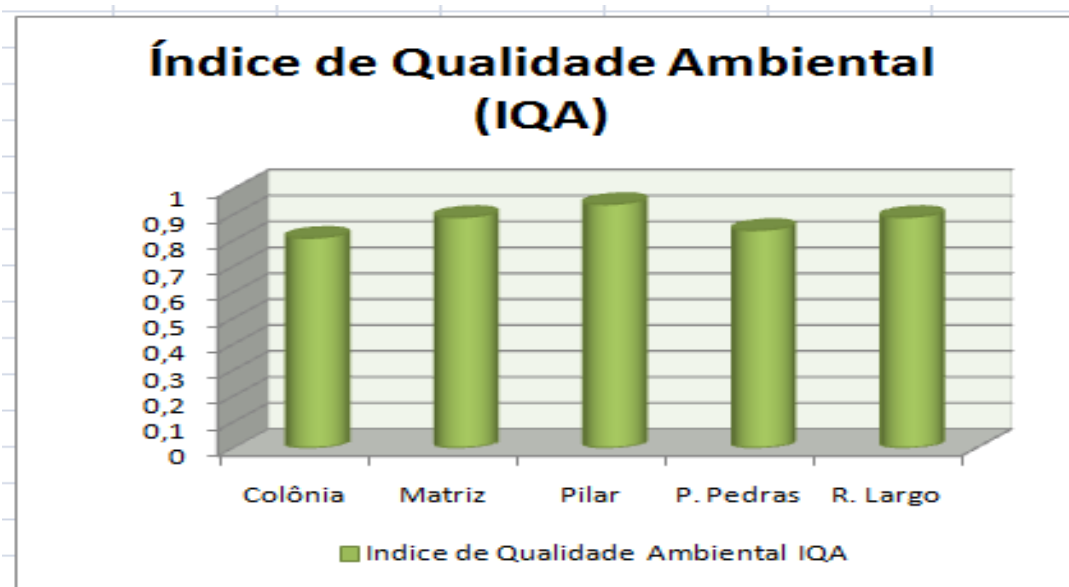
Tabela 20: Classificação hierárquica dos principais impactos antrópicos evidenciados na área de estudo

LOCALIDADES	SOMATÓRIO IMPACTOS	MÉDIA DOS RESULTADOS
Colônia de Leopoldina	07	0,38
Matriz de Camaragibe	04	0,22
Pilar	01	0,05
Porto de Pedras	03	0,16
Rio Largo	06	0,33

O somatório obtido em cada setor do ambiente estudado, incluídos na listagem de controle dos impactos antrópicos (Tabela 18) foi convertido em valores percentuais em relação ao peso de todos os impactos, caso estes apresentassem o seu nível máximo (peso 3; máximo = 57, ou seja, 19 tipos de impactos 3 vezes), possibilitou estabelecer-se índices de qualidade ambiental (IQA), que variam entre 0 e 1 (ou 0 e 100%); 0 = máxima degradação ambiental; 1 = excelente qualidade ambiental (Apêndice C – cálculo do IQA).

Pela Figura 21, as captações estudadas considerando-se os índices de qualidade ambiental foram superiores a 0,7 demonstrando assim boas condições ambientais, sendo que a captação do Pilar chegou a um nível próximo ao excelente em qualidade ambiental.

Figura 21: Índices de qualidade ambiental das captações das cidades estudadas.



Fonte: Autora, 2011.

5.1.2 Principais usos do espaço na área de estudo

Diferenças entre cada população das cidades operadas pela CASAL foram observadas no que concerne às formas de uso do espaço das margens e das áreas de captação (Tabela 21).

Tabela 21: Principais usos do espaço nas áreas estudadas, e seus valores atribuídos.

FORMAS DE USOS DO ESPAÇO DO MANANCIAL	COLÔNIA DE LEOPOLDINA	MATRIZ DE CAMARAGIBE	PILAR	PORTO DE PEDRAS	RIO LARGO	TOTAL
Usos p/ fins turísticos	0	0	0	0	0	0
Uso p/ fins de pesca	0	0	0	1	0	1
Utilização p/ fins residencial	0	0	0	0	0	0
Utilização p/ fins comerciais	0	0	0	0	0	0
Utilização p/ fins de lazer	0	0	0	0	0	0
Esgotos domésticos da rede urbana	0	0	0	0	0	0
Utilização p/ irrigação	2	0	0	0	0	2
Utilização da margem p/ lavar roupas	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2	0	0	1	0	3

Como visto na Tabela 21, a área estudada da cidade de Colônia de Leopoldina desenvolvem-se predominantemente a utilização do espaço para plantação de culturas com utilização do rio para irrigação (Figura 22); já na cidade de Porto de Pedras tem-se um pequeno uso para a pesca, devido à área estudada ficar em uma região litorânea, com o riacho formando em diversas áreas lagos naturais (Figura 23).

Figura 22: Espaço utilizado para irrigação de Culturas.



Figura 23: Espaço utilizado para pesca – Captação.



Fonte: Arquivo Pessoal

5.1.3 Condições de infraestrutura na área de estudo

Com relação às condições infraestruturais encontradas nas diferentes localidades das áreas de estudo (Tabela 22), constatou-se que na área de captação da cidade de Matriz de Camaragibe é um pouco mais servida de vias de acesso (pavimentadas), possui sistema de comunicação, atividades comerciais, distribuição de energia, escolas, igrejas próximo, tudo isso é devido à localização da área de captação (poços profundos) ficar dentro da cidade. Já nas outras áreas de estudo as vias são de difícil acesso e sem pavimento.

Tabela 22 : Condições de infraestrutura nas áreas estudadas, e seus valores atribuídos

CONDIÇÕES DE INFRAESTRUTURA	COLÔNIA DE LEOPOLDINA	MATRIZ DE CAMARAGIBE	PILAR	PORTO DE PEDRAS	RIO LARGO	TOTAL
Vias de acesso	1	2	1	1	1	6
Sistema de comunicação	0	1	0	0	0	1
Concentração de atividades Comerciais	0	1	0	0	0	1
Distribuição de energia	0	1	0	0	0	1
Esgotamento sanitário	0	0	0	0	0	0
Escolas	0	1	0	0	0	1
Igreja	0	1	0	0	0	1
Posto de saúde	0	1	0	0	0	1
TOTAL	1	8	1	1	1	12

5.2 Análise do Consumo e Índices de Qualidade da água Tratada e Distribuída de Acordo com a Sazonalidade dos Períodos Secos e Chuvosos

5.2.1 Consumo x Precipitação

◆ Colônia de Leopoldina

Pode-se mostrar através das Figuras 24 e 25 a sazonalidade da região em estudo, que o período chuvoso segue de Março a Julho, com as maiores taxas de precipitação encontradas no ano de 2008 nos meses de Maio e Julho (269.8 mm e 244.5 mm), o que demonstra a queda do consumo no período que vai de Setembro a Fevereiro o consumo aumentou devido à precipitação que caiu na cidade e variou de 33.5 mm a 41.4 mm. No ano de 2009 pode-se notar que o período mais chuvoso foi no mês de Maio, 342.20 mm, seguido pelo mês de Junho 217.4 mm, já o período seco da região segue nos meses de Setembro à Fevereiro

Figura 24: Consumo x precipitação ano 2008 – Colônia de Leopoldina/AL.

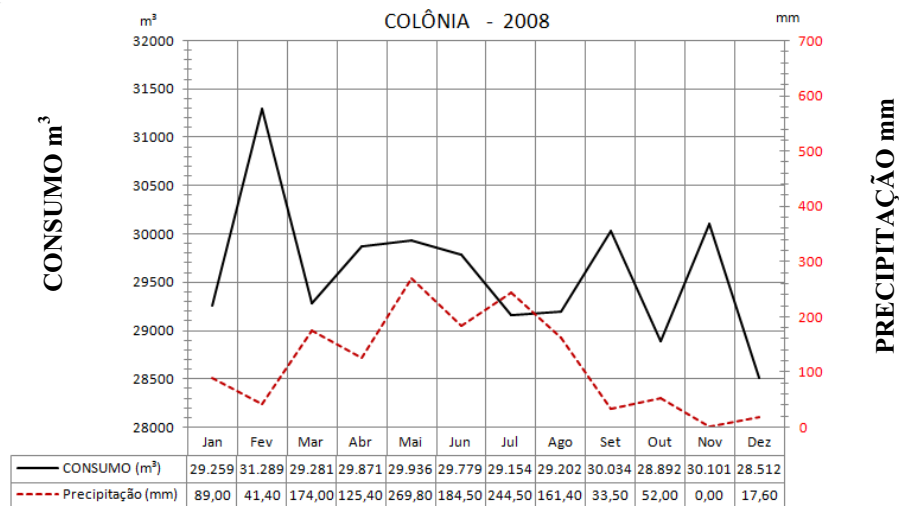
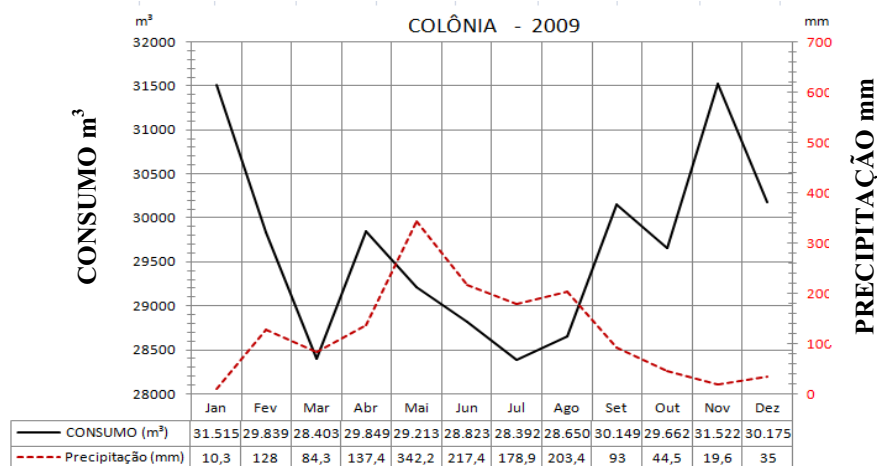


Figura 25: Consumo x precipitação ano 2009 – Colônia de Leopoldina/AL.



◆ Matriz de Camaragibe

Observando-se as Figuras 26 e 27 verifica-se que a sazonalidade da região em estudo mostra que o período chuvoso segue de Março à Agosto, sendo as maiores taxas de precipitação encontradas no ano de 2008 nos meses de Maio e Julho (313 mm e 365 mm, respectivamente), o que demonstra a queda do consumo e que nos meses de Setembro à Fevereiro o consumo aumentou devido à pequena precipitação que caiu na cidade e variou de 55 mm a 10 mm. No ano de 2009, observa-se que o período mais chuvoso ocorreu no mês de Agosto, 343 mm, seguido pelo mês de Maio 341 mm. Já o período seco da região ficou entre nos meses de Setembro à Março.

Figura 26: Consumo x precipitação ano 2008 – Matriz de Camaragibe/AL.

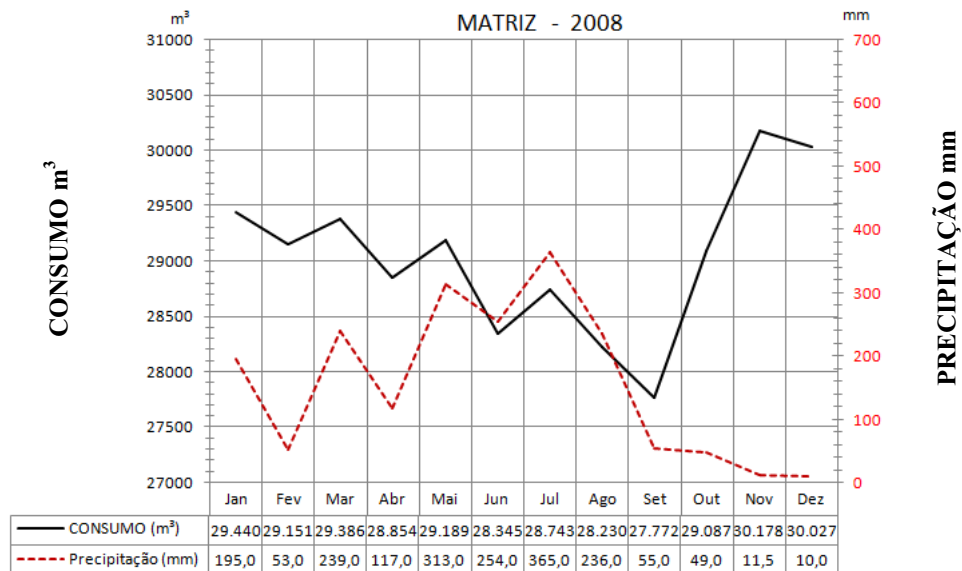
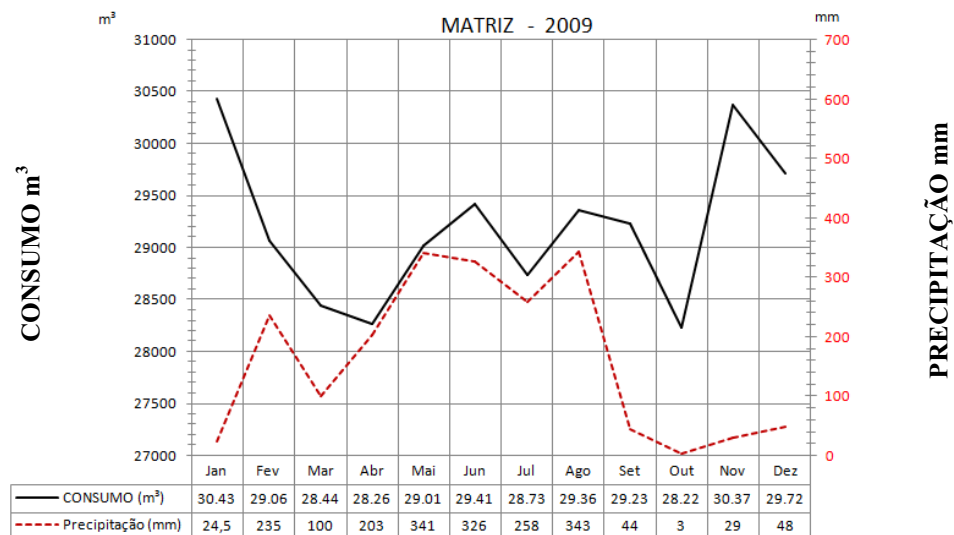


Figura 27: Consumo x precipitação ano 2009 – Matriz de Camaragibe/AL.



◆ Pilar

Pode-se observar através das Figuras 28 e 29 a sazonalidade da região em estudo, que o período chuvoso segue de Março à Agosto, sendo as maiores taxas de precipitação encontradas no ano de 2008 nos meses de Maio e Julho (582.4 mm e 420 mm), o que demonstra a queda do consumo e que no período que compreende os meses de Setembro à Fevereiro o consumo aumentou devido à pequena precipitação que caiu na cidade e variou de 46 mm a 87 mm. Já no ano de 2009, pode-se notar que o período mais chuvoso foi no mês de Maio, 479 mm, seguido pelo mês de Agosto com 367 mm. Já o período seco da região segue entre os meses de Setembro à Fevereiro.

Figura 28: Consumo x precipitação ano 2008 – Pilar/AL.

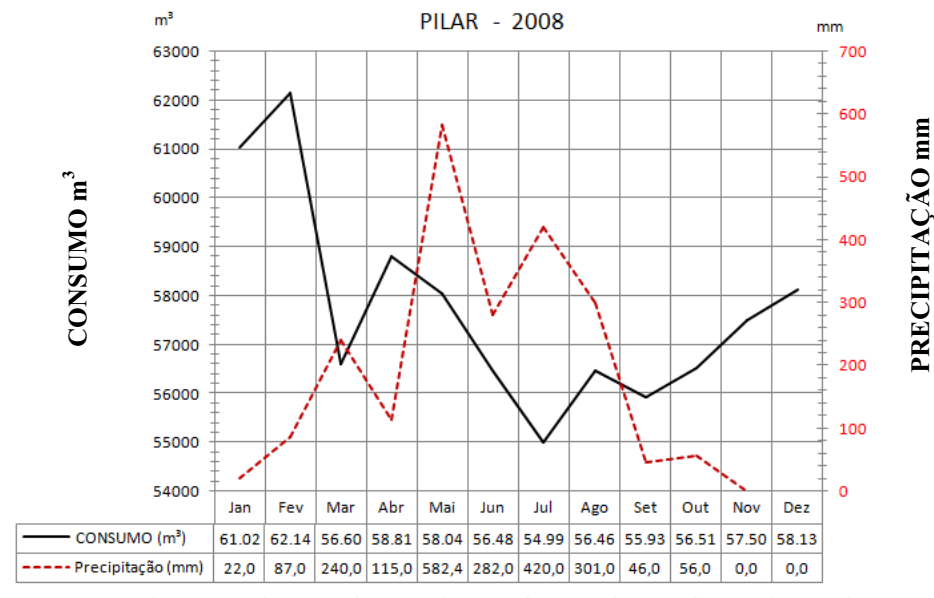
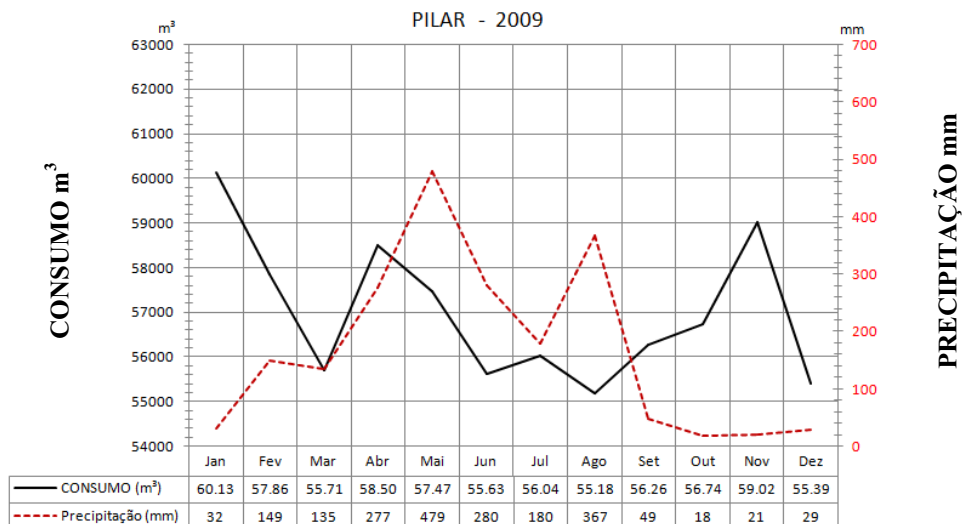


Figura 29: Consumo x precipitação ano 2009 – Pilar/AL.



◆ Porto de Pedras

A sazonalidade da região em estudo pode ser observada nas Figuras 30 e 31. O período chuvoso segue de Março à Agosto, sendo as maiores taxas de precipitação encontradas no ano de 2008 nos meses de Março e Maio (571 mm e 477,7 mm, respectivamente), o que demonstra a queda do consumo e que no período compreendido entre os meses de Setembro à Fevereiro o consumo aumentou devido à pequena precipitação que caiu na cidade e que variou de 40,1 mm a 10 mm.

Já no ano de 2009, pode-se observar que o período mais chuvoso ocorreu no mês de Maio 454,3 mm, seguido pelo mês de Junho 399,6 mm. Já o período seco da região ocorreu entre os meses de Setembro à Fevereiro.

Figura 30: Consumo x precipitação ano 2008 – Porto de Pedras/AL.

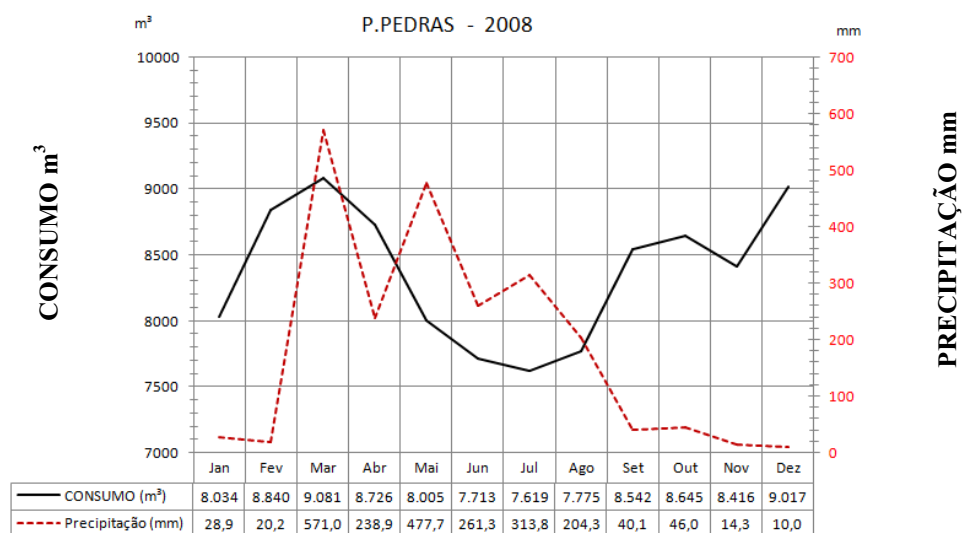
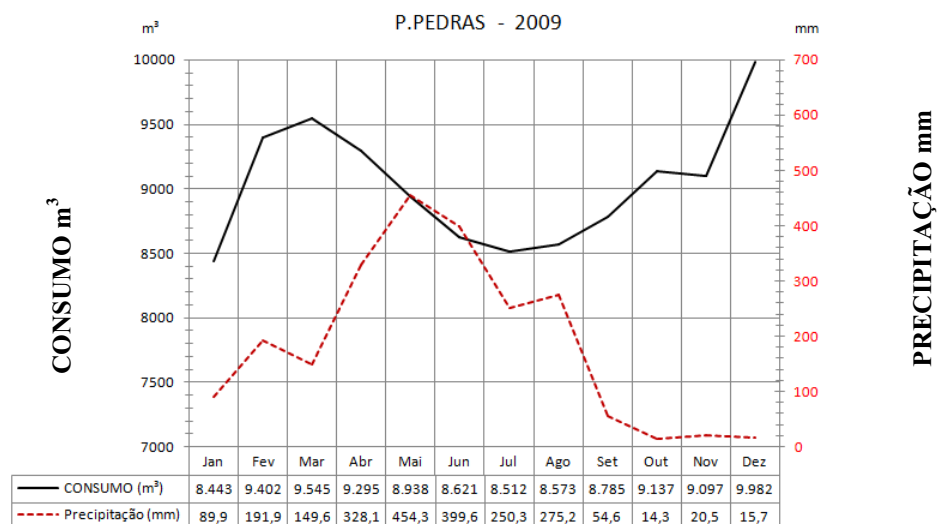


Figura 31: Consumo x precipitação ano 2009 – Porto de Pedras /AL.



◆ Rio Largo

A sazonalidade da região em estudo pode ser observada nas Figuras 32 e 33. O período chuvoso segue compreendido entre os meses de Março à Agosto, com as maiores taxas de precipitação encontradas no ano de 2008 nos meses de Maio e Julho (643.5 mm e 456 mm, respectivamente), o que demonstra a queda do consumo e que nos meses de Setembro à Fevereiro o consumo aumentou devido à pequena precipitação que caiu na cidade que variou entre 11 mm a 77 mm. Já no ano de 2009, pode-se notar que o período mais chuvoso ocorreu no mês de Maio 513.5 mm, seguido pelo mês de Junho 348 mm. Já o período seco da região ficou compreendido entre os meses de Setembro à Janeiro.

Figura 32: Consumo x precipitação ano 2008 – Rio Largo/AL.

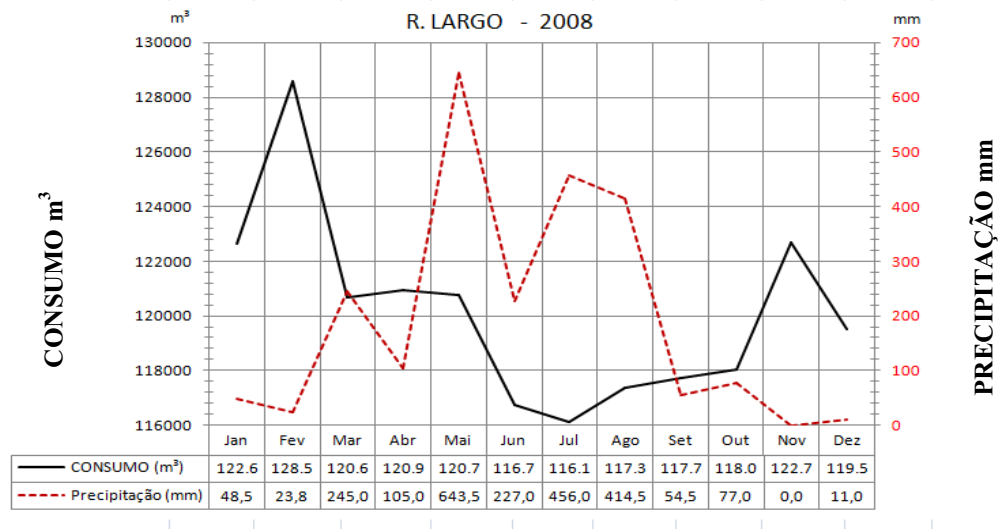
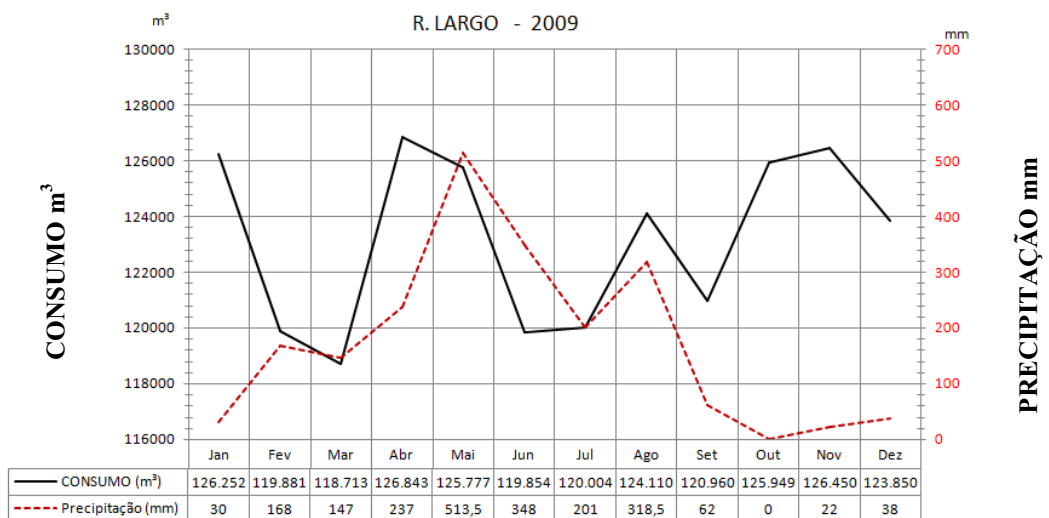


Figura 33: Consumo x precipitação ano 2009 – Rio Largo/AL.



Nas Figuras 34 á 43, são apresentados os gráficos de correlação, comparando as duas variáveis: consumo X precipitação nas cidades estudadas. Observa-se que linearmente não houve uma boa correlação, exceto na cidade de Colônia de Leopoldina no ano de 2009 que houve uma correlação significativa de 0,7.

Figura 34: Correlação entre consumo x precipitação ano 2008 – Colônia de Leopoldina/AL.

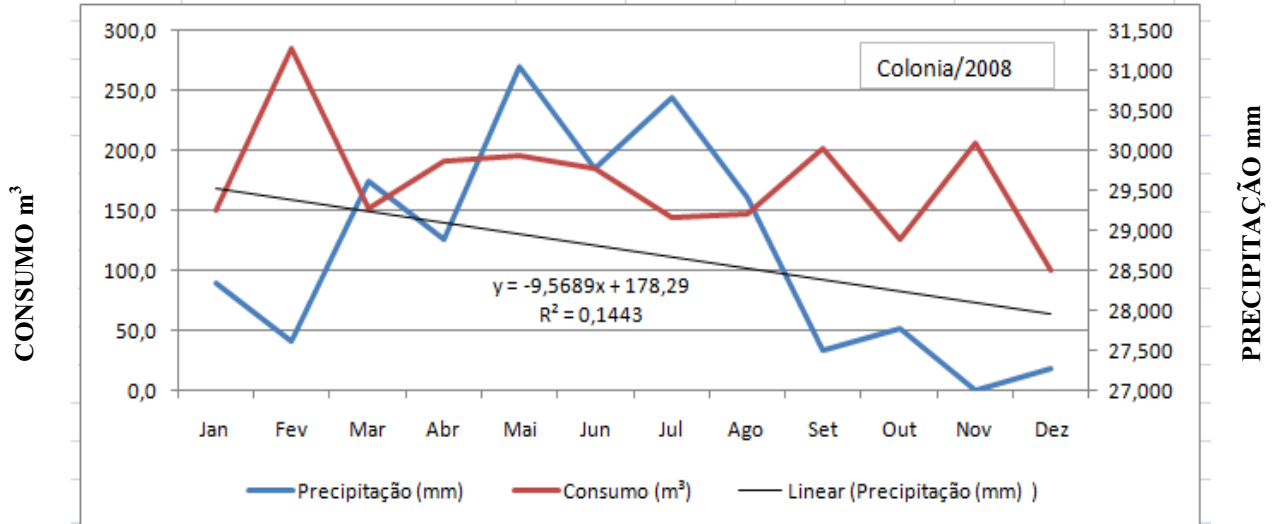


Figura 35: Correlação entre consumo x precipitação ano 2009 – Colônia de Leopoldina/AL.

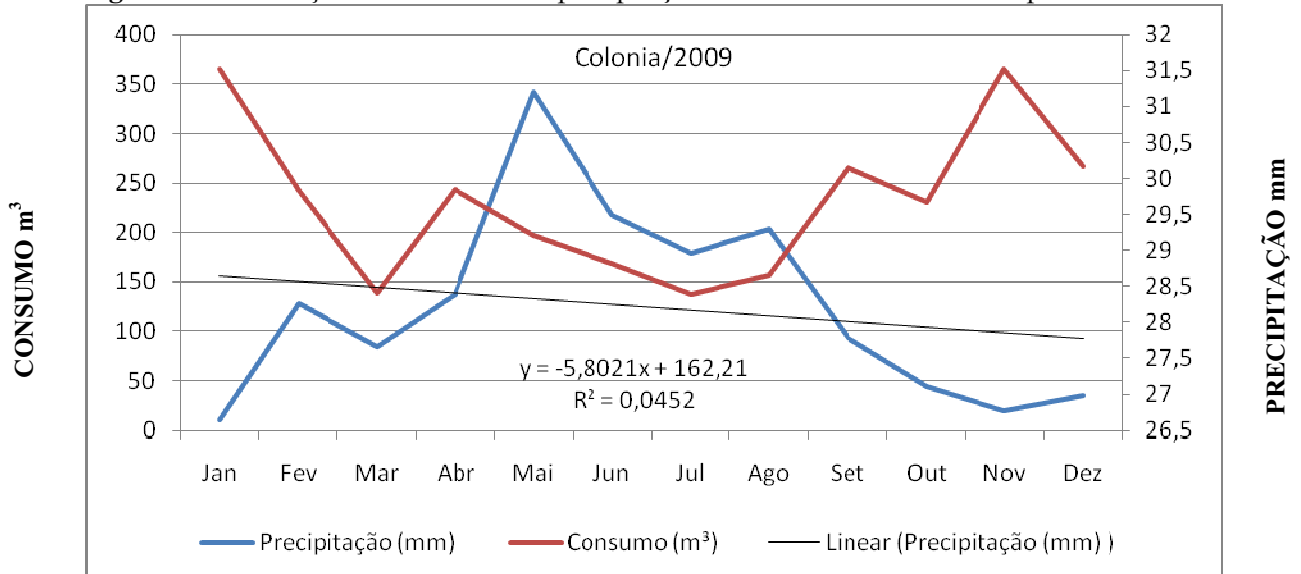


Figura 36: Correlação entre consumo x precipitação ano 2008 – Matriz de Camaragibe/AL.

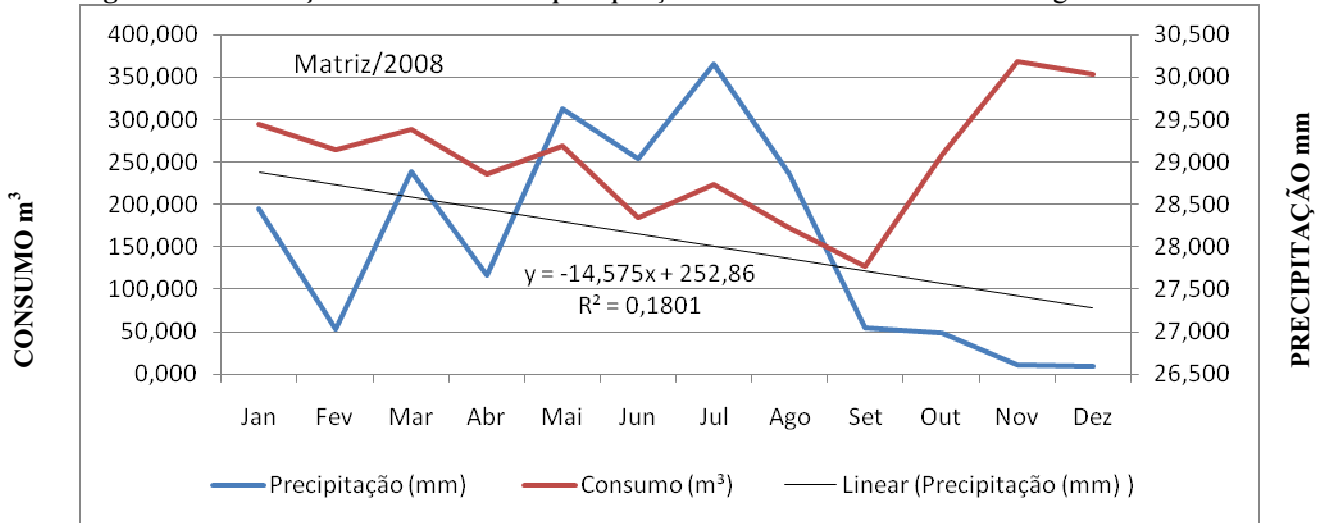


Figura 37: Correlação entre consumo x precipitação ano 2009 – Matriz de Camaragibe/AL.

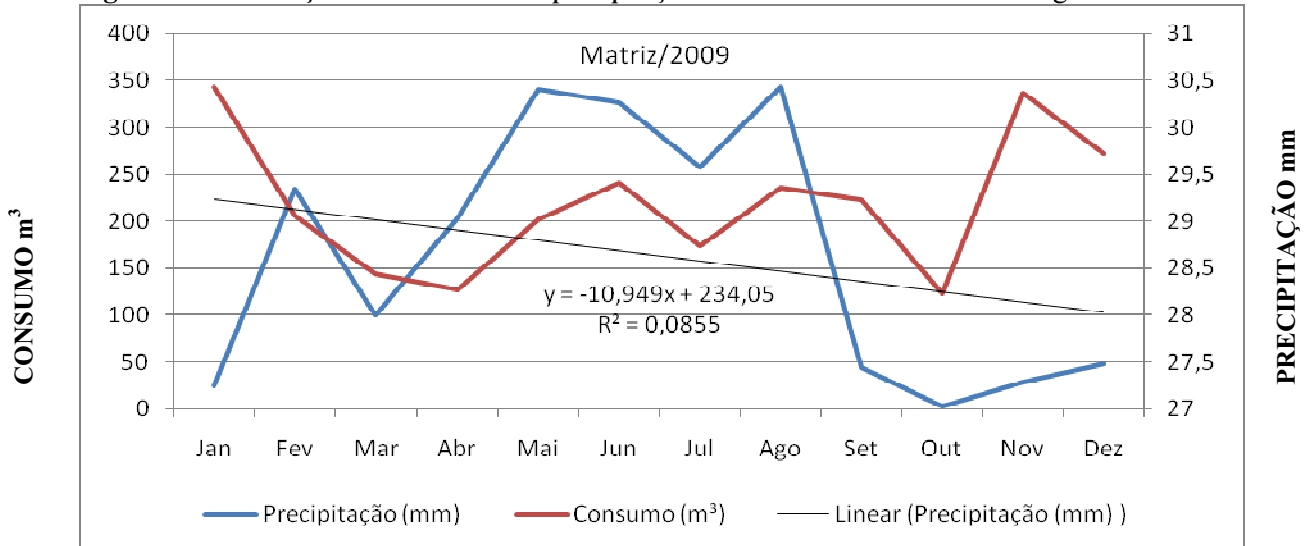


Figura 38: Correlação entre consumo x precipitação ano 2008 – Pilar/AL.

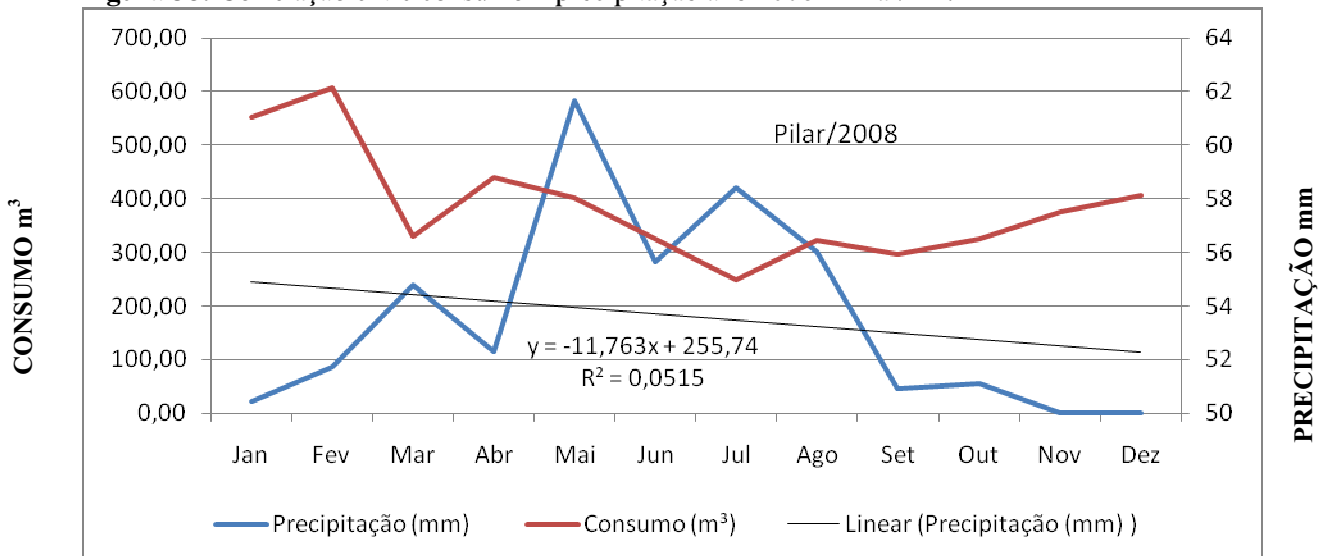


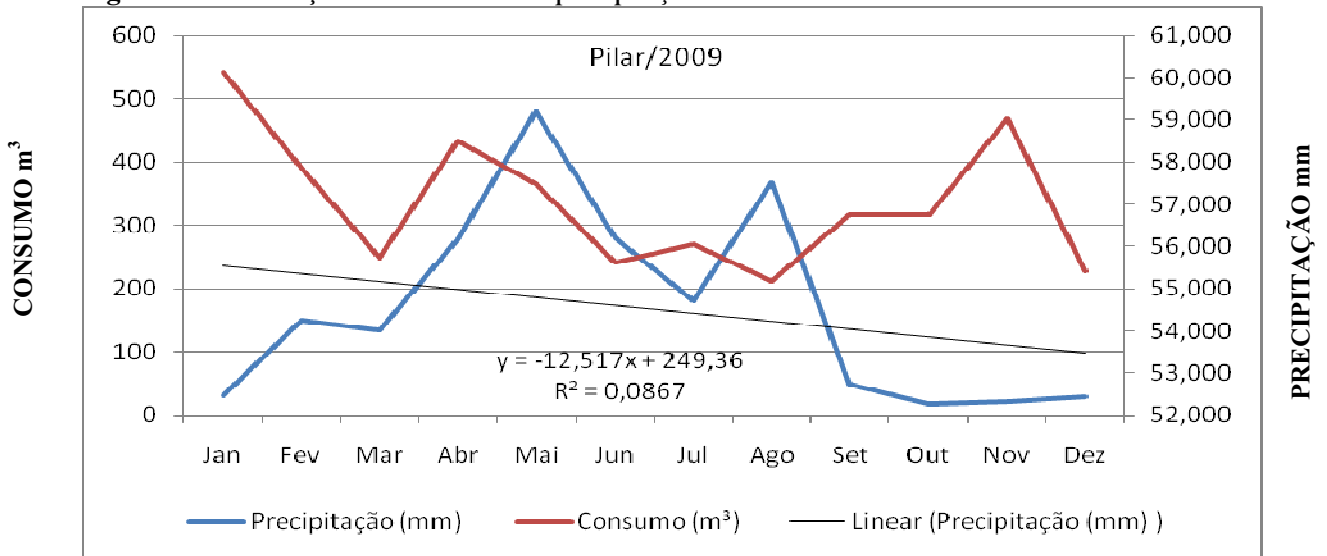
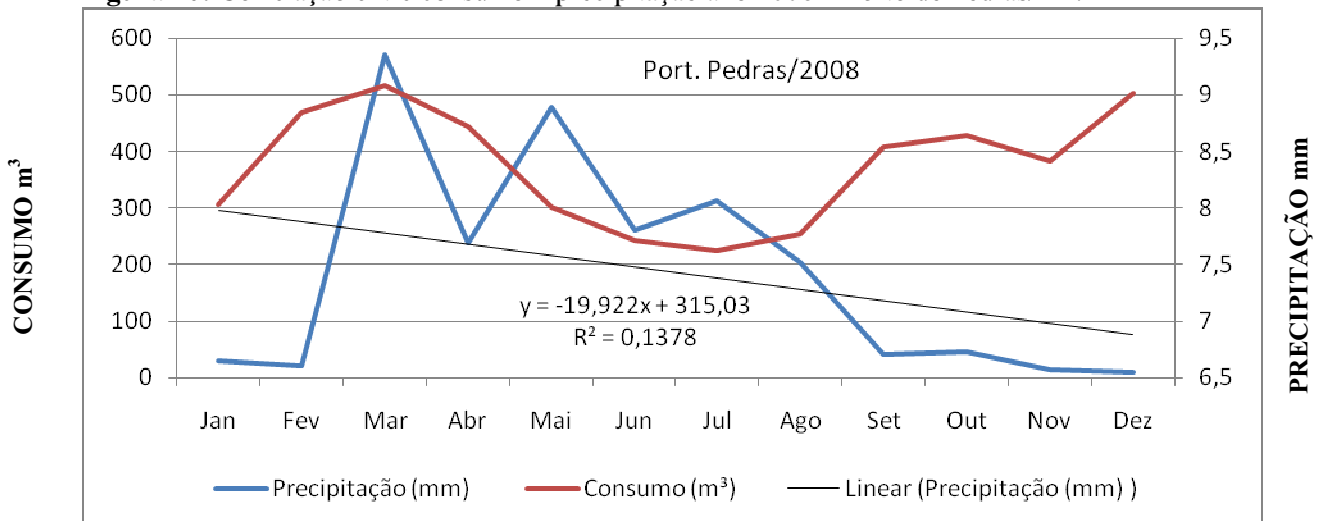
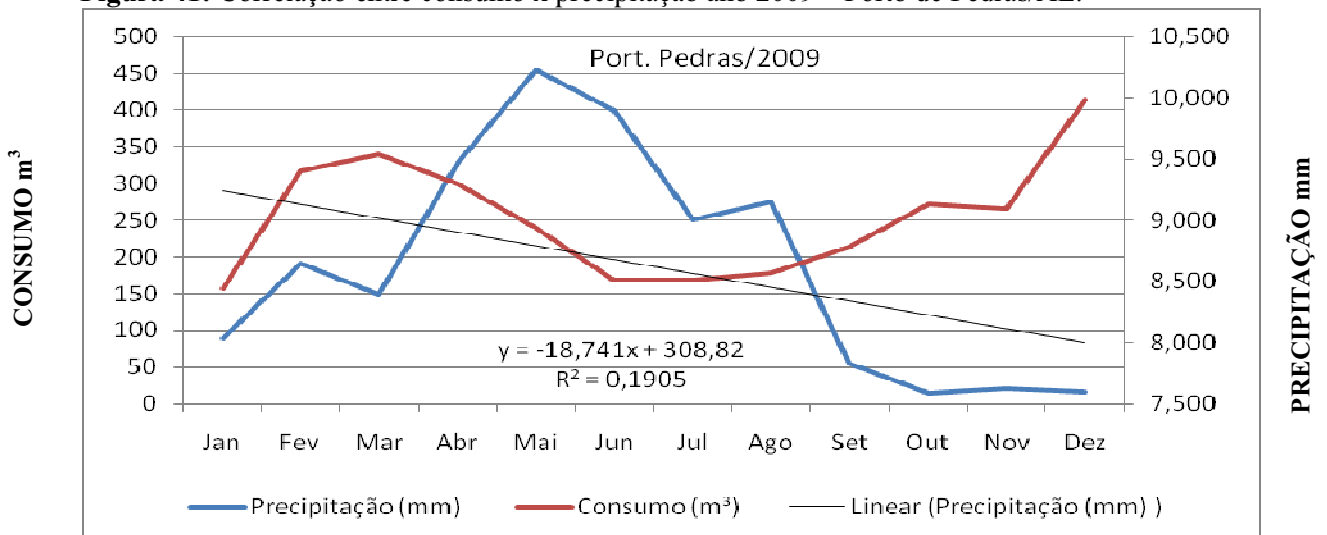
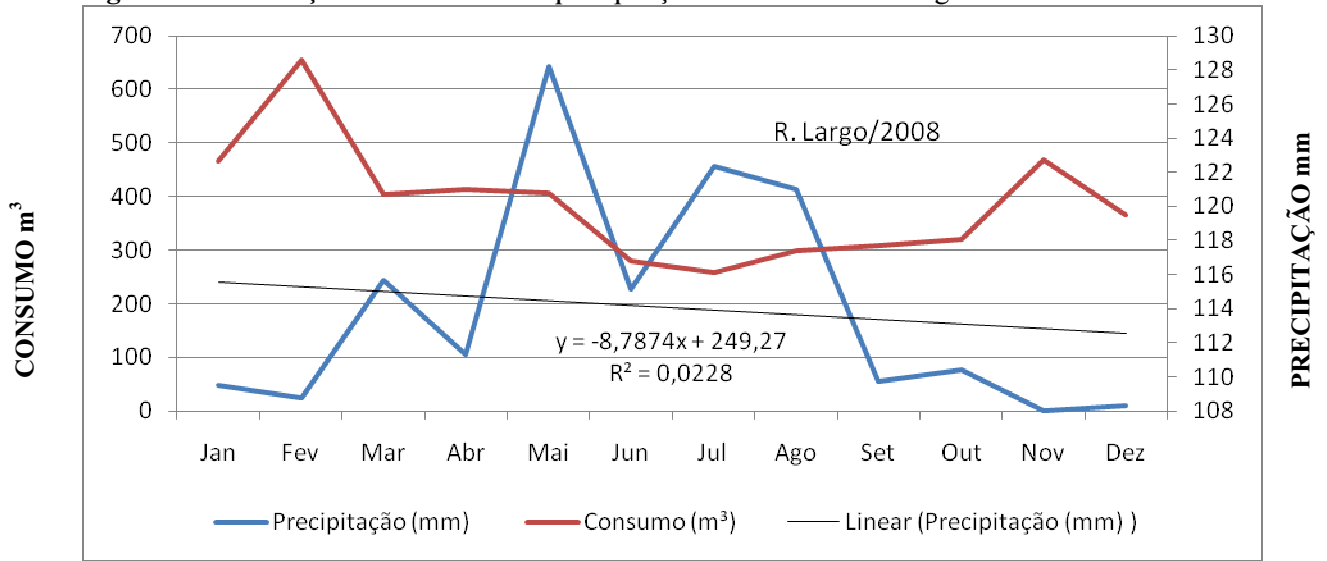
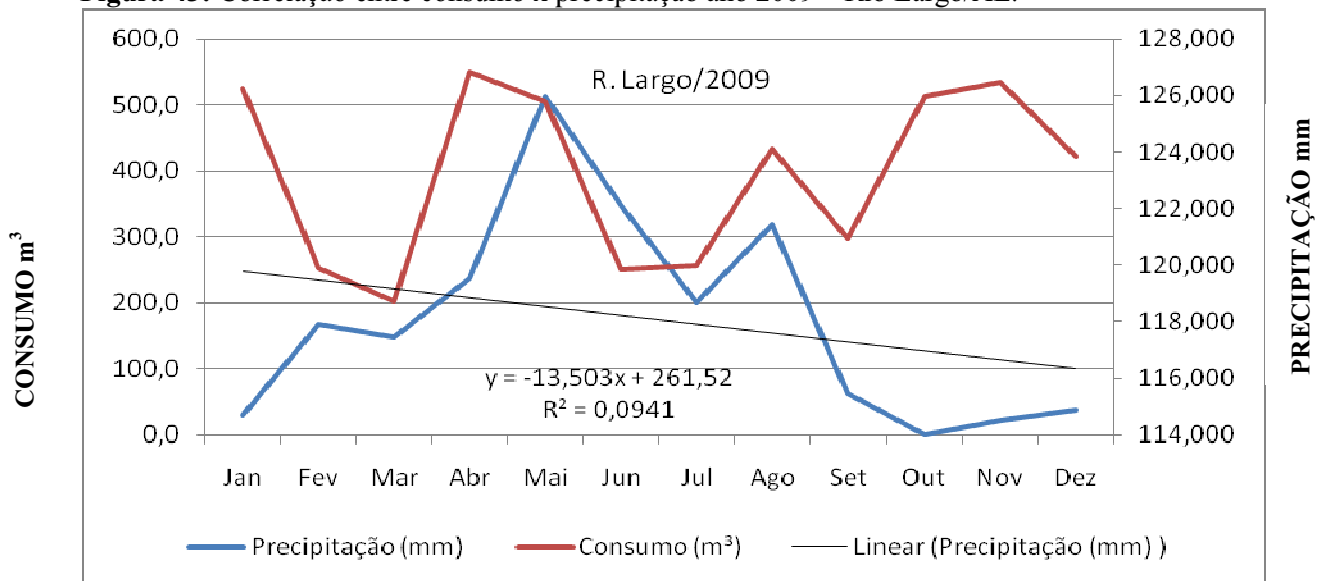
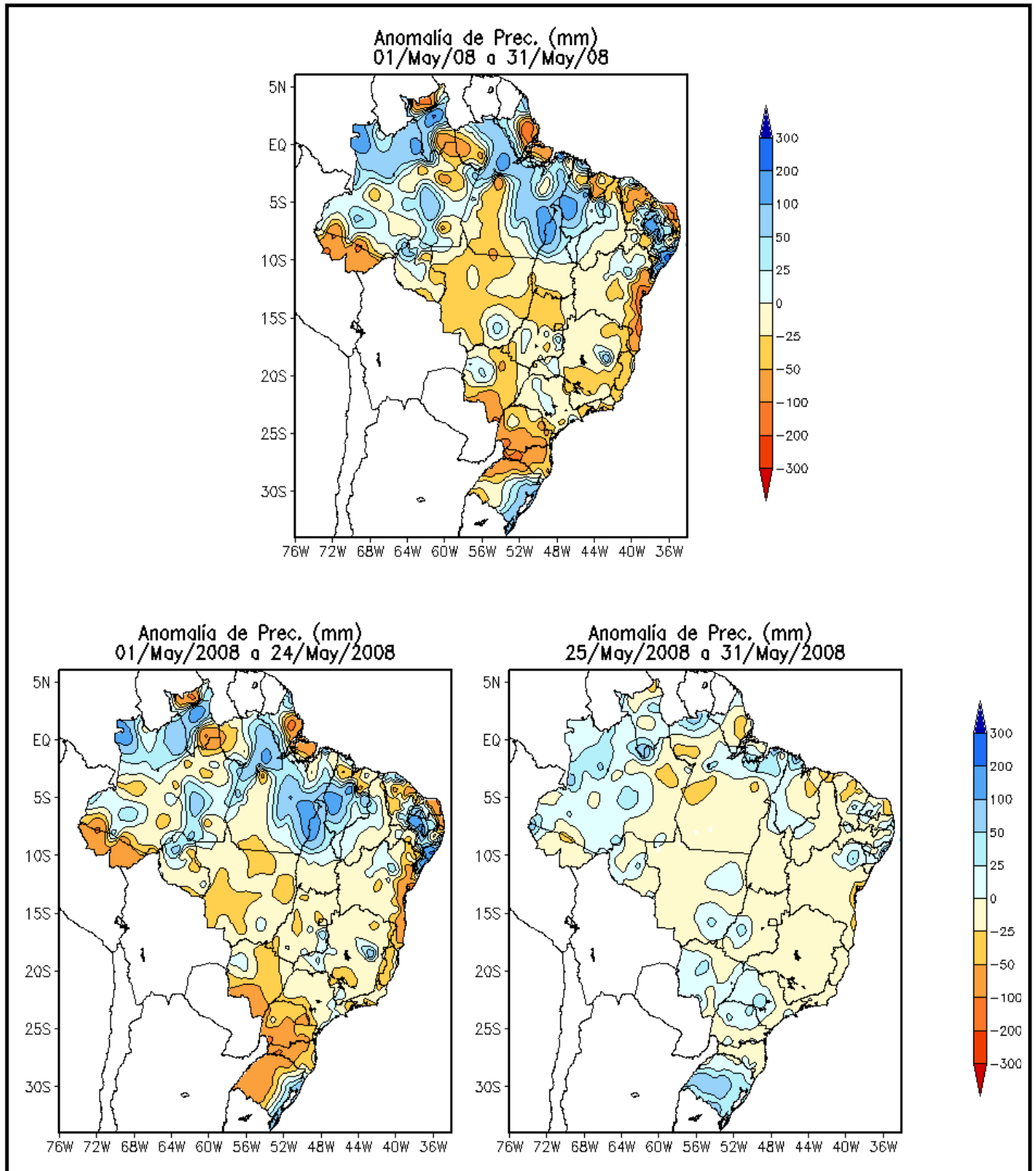
Figura 39: Correlação entre consumo x precipitação ano 2009 – Pilar/AL.**Figura 40:** Correlação entre consumo x precipitação ano 2008 – Porto de Pedras/AL.**Figura 41:** Correlação entre consumo x precipitação ano 2009 – Porto de Pedras/AL.

Figura 42: Correlação entre consumo x precipitação ano 2008 – Rio Largo/AL.**Figura 43:** Correlação entre consumo x precipitação ano 2009 – Rio Largo/AL.

Nas cidades em estudo o mês de Maio/2008 (Figura 44) foi o de maior precipitação, isso aconteceu devido ao transporte de umidade do Oceano Atlântico para o continente, associado ao calor e áreas de baixa pressão ao longo da coluna atmosférica que favoreceu a ocorrência de chuvas significativas em algumas áreas do Leste da Região Nordeste, principalmente em Alagoas. Em algumas cidades, como por exemplo, Rio Largo, houve alagamento e várias famílias ficaram desabrigadas. Em Maio/2009 (Figura 45), registraram-se acumulados diários de chuvas significativos na faixa litorânea que vai do Nordeste da BA até o CE. Em várias localidades desta área observaram-se acumulados diários que ultrapassaram os 100 mm. A chuva anômala do Leste do Nordeste foi provocada pelos intensos ventos de Sudeste gerados pela atuação de uma baixa relativa em superfície que atuou no Atlântico próximo a costa. A presença de um cavado na média e baixa troposfera reforçou o levantamento e a instabilidade sobre esta área contribuindo para a ocorrência de chuvas contínuas e, em alguns instantes, fortes que provocaram transtornos e prejuízos em algumas localidades destas áreas (CPTEC/INPE, 2012).

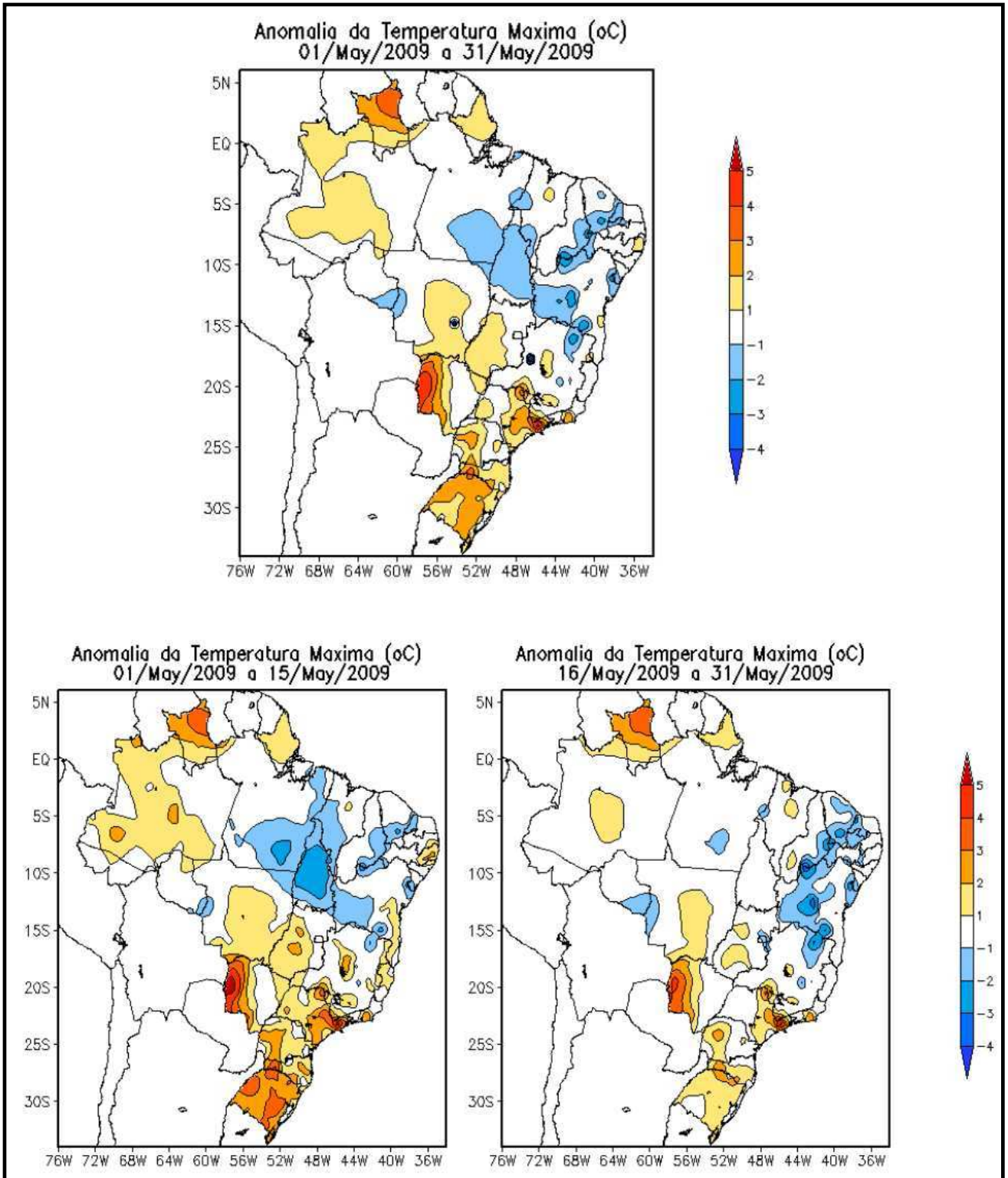
Observa-se que em todas as cidades estudadas em meses secos e quentes o consumo é maior (Setembro à Janeiro) e em meses frios é menor (Fevereiro à Agosto). Segundo Santos (2009), referente à evolução mensal do consumo total médio e total de precipitação na cidade de São Paulo, mostra em seu trabalho que chuvas intensas ou de longa duração tende a diminuir o consumo. Por outro lado, chuvas intensas tendem a ocasionar enchentes e elevar o consumo para limpeza de áreas afetadas. Logo após eventos de precipitação prolongada, o consumo tende a aumentar em virtude da limpeza doméstica, particularmente de vestuário. Nota-se que o consumo aumenta (diminui) com o aumento (diminuição) da temperatura, exceto nos meses de Janeiro e Agosto em razão das férias e da baixa umidade do ar, respectivamente. Por último, o consumo de água mensal tende a diminuir com o aumento da umidade relativa e precipitação e diminuição da temperatura.

Figura 44: Anomalia de precipitação de maio 2008.



Fonte: CPTEC, 2011.

Figura 45: Anomalia de precipitação de maio 2009.



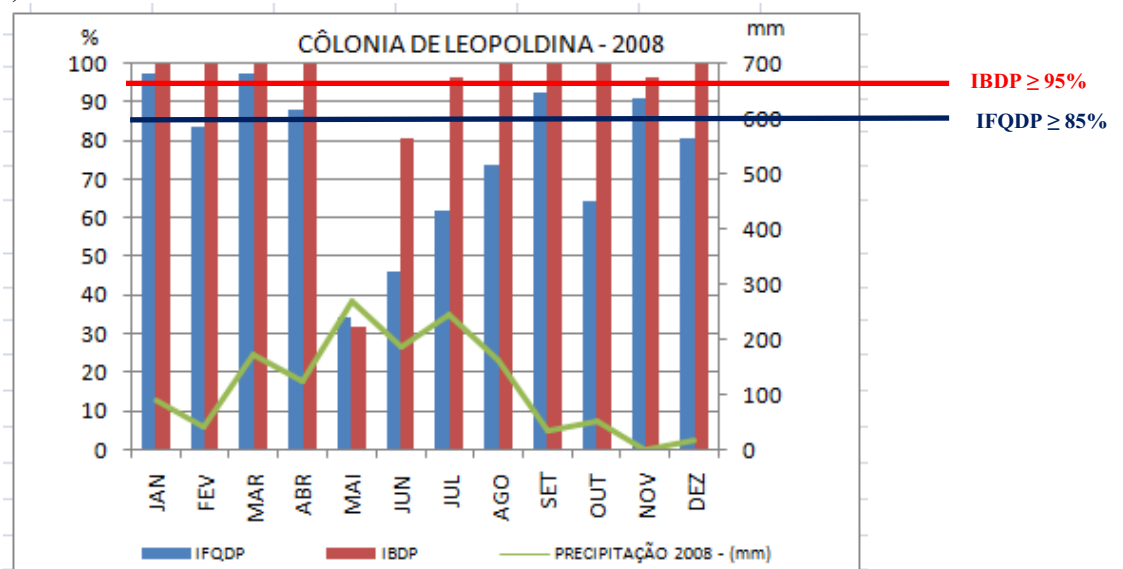
Fonte: CPTEC, 2011.

5.2.2 Índice de qualidade da água x Precipitação

◆ Colônia de Leopoldina

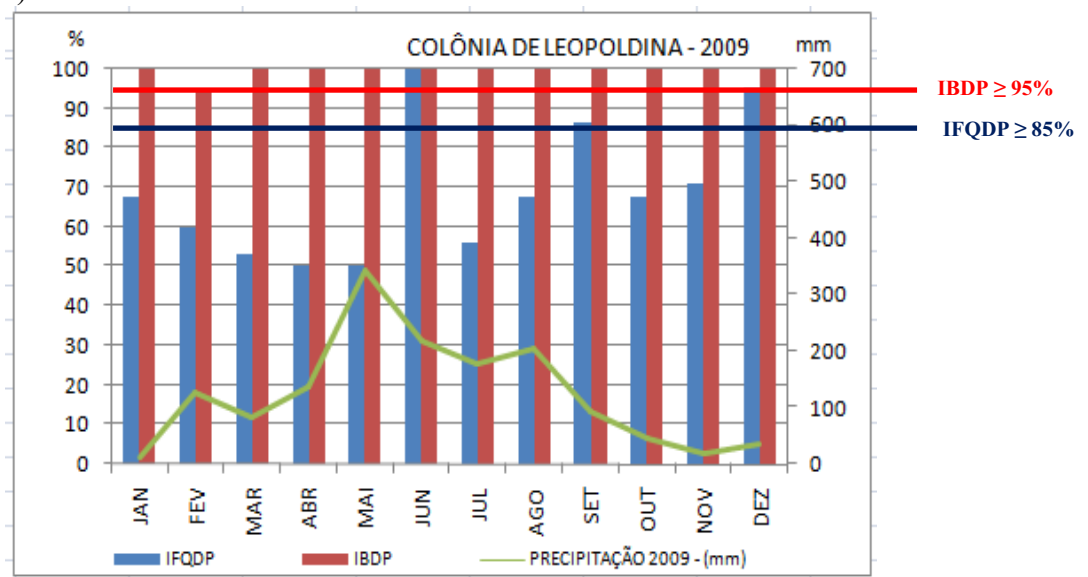
Conforme resultado da Figura 46, referente aos índices de qualidade da água (IFQDP e IBDP), pode-se observar que no mês de Maio 2008 a precipitação mensal atingiu 269.8 mm, com isso percebe-se que o IFQDP baixou chegando a 34,2% referente ao fator turbidez que por conta da precipitação aumentou, visto que a variedade de materiais suspenso na água ocorre com maior frequência no período chuvoso. Essa baixa também ocorre devido à captação está numa área de difícil preservação, devido à existência de culturas próximas ao leito da barragem de captação de água e a estrutura da Estação de Tratamento, no período do estudo, estava trabalhando no limite, fez com que a turbidez aumentasse, ultrapassando o limite que a portaria estabelece, mesmo com uso do coagulante indicado para correção, o sulfato de alumínio. Já o IBDP no período de Maio e Junho de 2008 também teve uma baixa, devido ao cloro residual livre, que tem como objetivo principal a desinfecção da água, que por este motivo tiveram algumas amostras fora dos padrões exigidos.

Figura 46: IQA x Precipitação – 2008 (Sistema de Abastecimento da Casal de Colônia de Leopoldina/AL).



Já na Figura 47, no ano de 2009, observa-se que a precipitação foi mais intensa no mês de Maio atingindo 342.2 mm, mas devido à estrutura da Estação de Tratamento está trabalhando no limite e o seu tempo de uso não suportar, fez com que o IFQDP desse uma baixa quase durante todo o ano, devido ao fator turbidez, pois a ETA não conseguiu coagular totalmente a água. Já o índice bacteriológico no ano de 2009 atingiu a média permitida pela Portaria nº 518/2004 estabelecido pelo Ministério da Saúde, onde $IBDP \geq 95\%$ e o $IFQDP \geq 85\%$.

Figura 47: IQA x Precipitação – 2009 (Sistema de Abastecimento da Casal de Colônia de Leopoldina/AL).

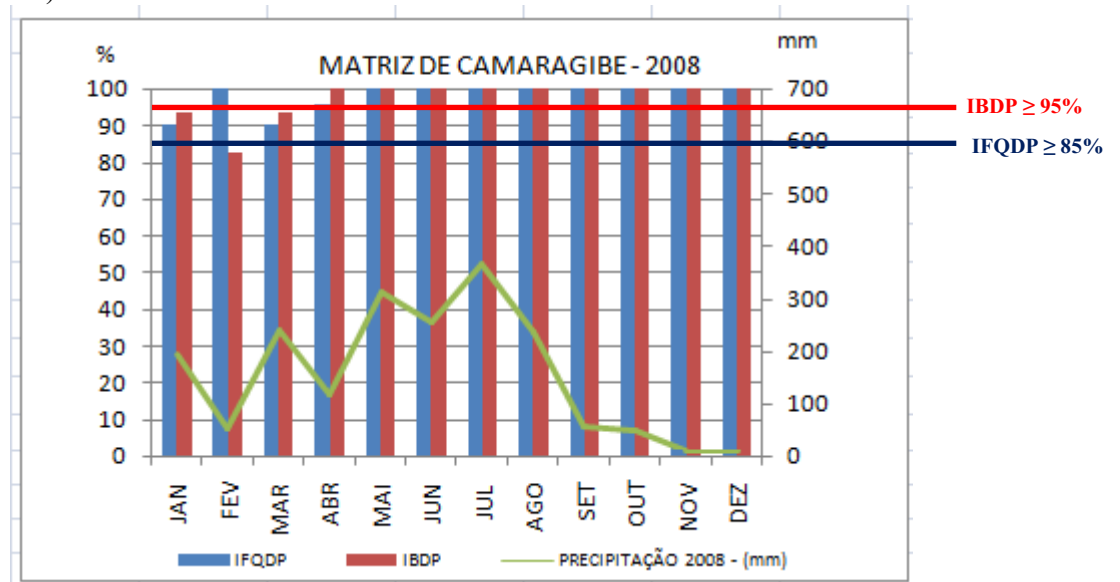


◆ Matriz de Camaragibe

Conforme resultado da Figura 48, referente aos índices de qualidade da água (IFQDP e IBDP), pode-se observar que no mês de Julho de 2008 a precipitação mensal atingiu 365 mm deixando claro que o IFQDP baixou apenas no começo do ano, no período do verão. Como o Sistema de Abastecimento dessa cidade é por poços profundos, com isso a água é filtrada pela própria natureza, neste caso não se utiliza coagulante (sulfato de alumínio), nesse período do verão aconteceu essa ocorrência devido a uma contribuição de um manancial que reforça o abastecimento da cidade, quando necessário através da injeção de água direta na rede de distribuição. Neste período o reforço foi necessário em virtude do alto consumo e a produção dos poços existentes ser insuficiente para atender a população. Mas observa-se que mesmo assim no período os índices físico-químicos e bacteriológicos atingiram a média

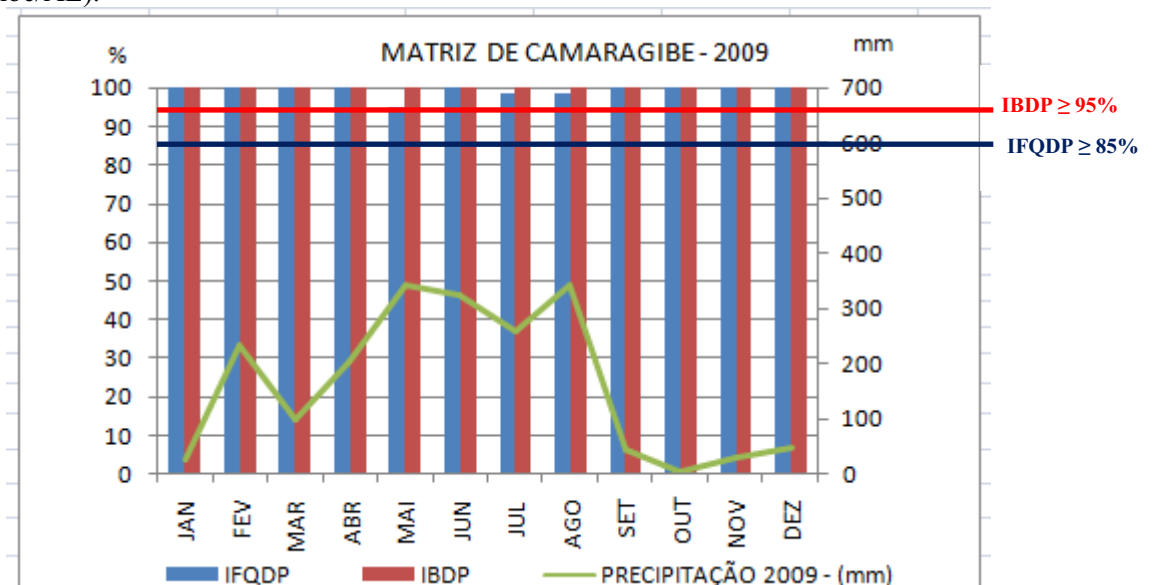
permitida pela Portaria nº 518/2004 estabelecido pelo Ministério da Saúde, onde $IBDP \geq 95\%$ e o $IFQDP \geq 85\%$.

Figura 48: IQA x Precipitação – 2008 (Sistema de Abastecimento da Casal de Matriz do Camaragibe/AL).



Já no ano de 2009 percebe-se, Figura 49, que a precipitação foi mais intensa nos meses de Maio e Agosto atingindo 341 mm e 343 mm e que nesse período os índices físico-químicos e bacteriológicos atingiram a média permitida pela Portaria nº 518/2004 estabelecido pelo Ministério da Saúde, onde $IBDP \geq 95\%$ e o $IFQDP \geq 85\%$.

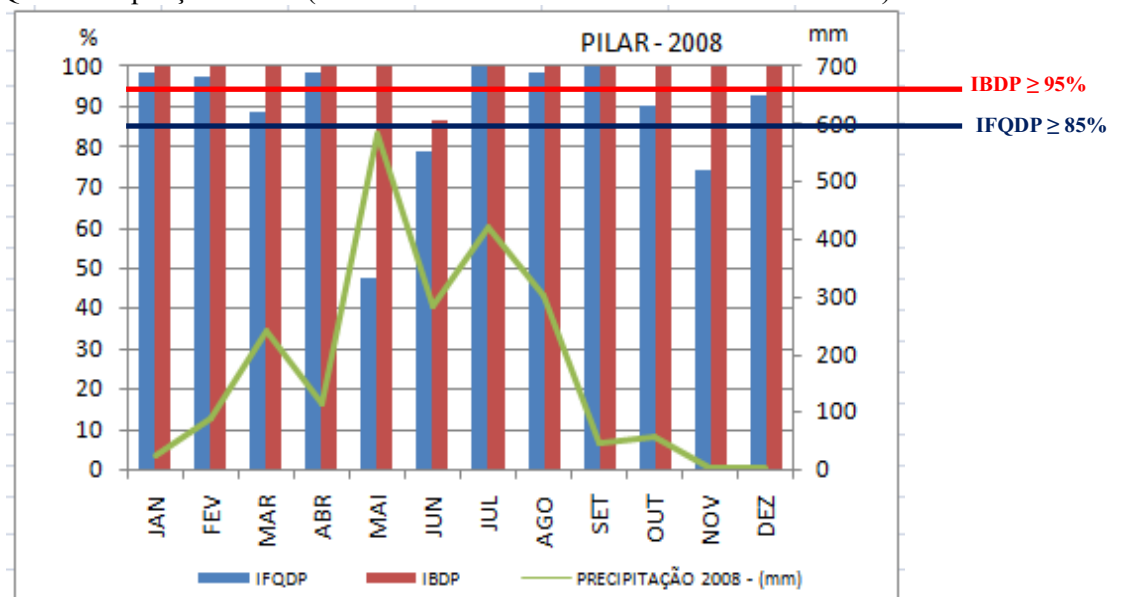
Figura 49: IQA x Precipitação - 2009 (Sistema de Abastecimento da Casal de Matriz Camaragibe/AL).



◆ Pilar

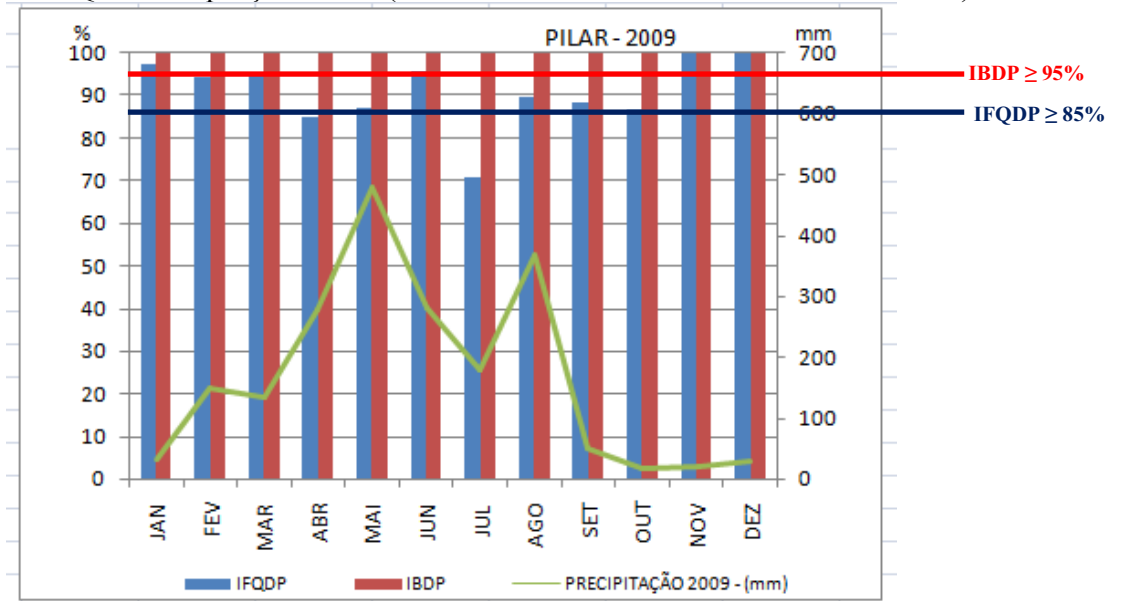
Conforme resultado da Figura 50 referente aos índices de qualidade da água (IFQDP e IBDP), pode-se observar que no mês de maio de 2008 a precipitação mensal atingiu 582.40 mm, notando-se que o IFQDP baixou chegando a 47,2% referente ao fator turbidez que por conta da precipitação aumentou, visto que a variedade de materiais suspenso na água ocorre com maior frequência. Em virtude do aumento da turbidez foram feitos os ajustes necessários na dosagem do coagulante (sulfato de alumínio), fazendo com que o fator turbidez diminuísse para os padrões de aceitação da Portaria. Contudo, pode-se perceber que apesar de no mês de Julho de 2008 a precipitação ter atingido 420 mm, o fator turbidez diminuiu aumentando assim o IFQDP. O índice bacteriológico teve uma queda no mês de Junho, atingindo um valor de 86,5%, mas nos outros meses atingiu a média permitida pela Portaria nº 518/2004 estabelecido pelo Ministério da Saúde, onde $IBDP \geq 95\%$.

Figura 50: IQA x Precipitação - 2008 (Sistema de Abastecimento da Casal do Pilar/AL).



Já no ano de 2009, Figura 51, observa-se que a precipitação foi mais intensa nos meses de Maio e Agosto atingindo 479.00 mm e 367.00 mm, respectivamente, e que nesse período os índices físico-químicos e bacteriológicos atingiram a média permitida pela Portaria nº 518/2004 estabelecido pelo Ministério da Saúde, onde $IBDP \geq 95\%$ e o $IFQDP \geq 85\%$, exceto o IFQDP no mês de Julho que atingiu 70,6% devido à turbidez.

Figura 51: IQA x Precipitação – 2009 (Sistema de Abastecimento da Casal do Pilar/AL).



◆ Porto de Pedras

Conforme resultado da figura 52 e 53 referente aos índices de qualidade da água (IFQDP e IBDP), pode-se observar que no mês de Março de 2008 a precipitação mensal atingiu 571 mm e em 2009 no mês de Maio atingiu 454.3 mm. Observa-se que o IFQDP baixou chegando a 82,9% em Dezembro de 2008 e no primeiro trimestre de 2009, essa baixa foi referente ao fator turbidez que por conta da forte precipitação que caiu no inverno de 2008 fez com que danificasse o leito filtrante da Estação de Tratamento. Observa-se que depois da substituição do leito filtrante a partir de Abril até o final do ano de 2009, tanto os índices físico-químicos como também os bacteriológicos atingiram a média permitida pela Portaria nº 518/2004 estabelecido pelo Ministério da Saúde, onde $IBDP \geq 95\%$ e $IFQDP \geq 85\%$.

Figura 52: IQA x Precipitação - 2008 (Sistema de Abastecimento da Casal de Porto de Pedras/AL).

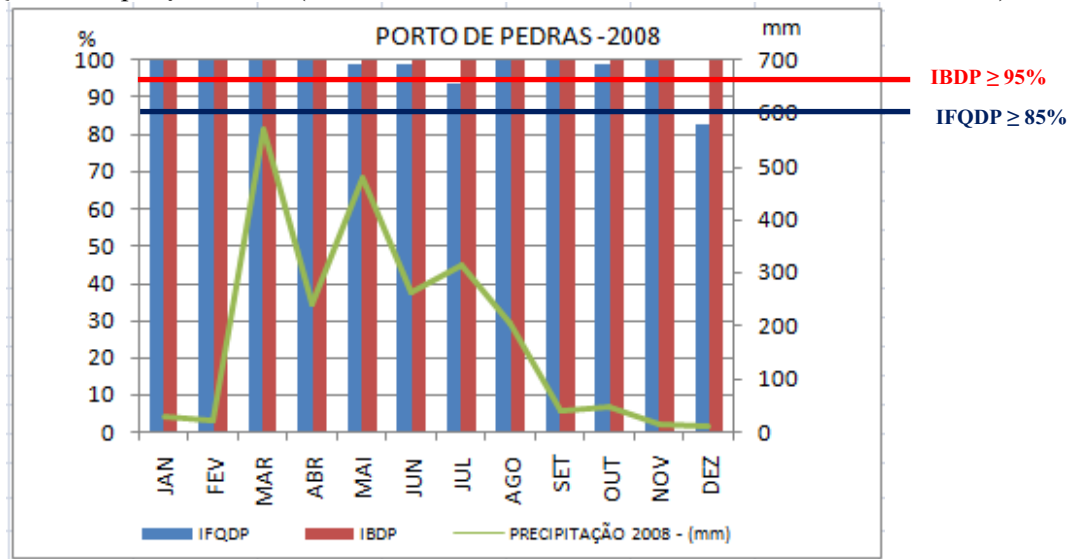
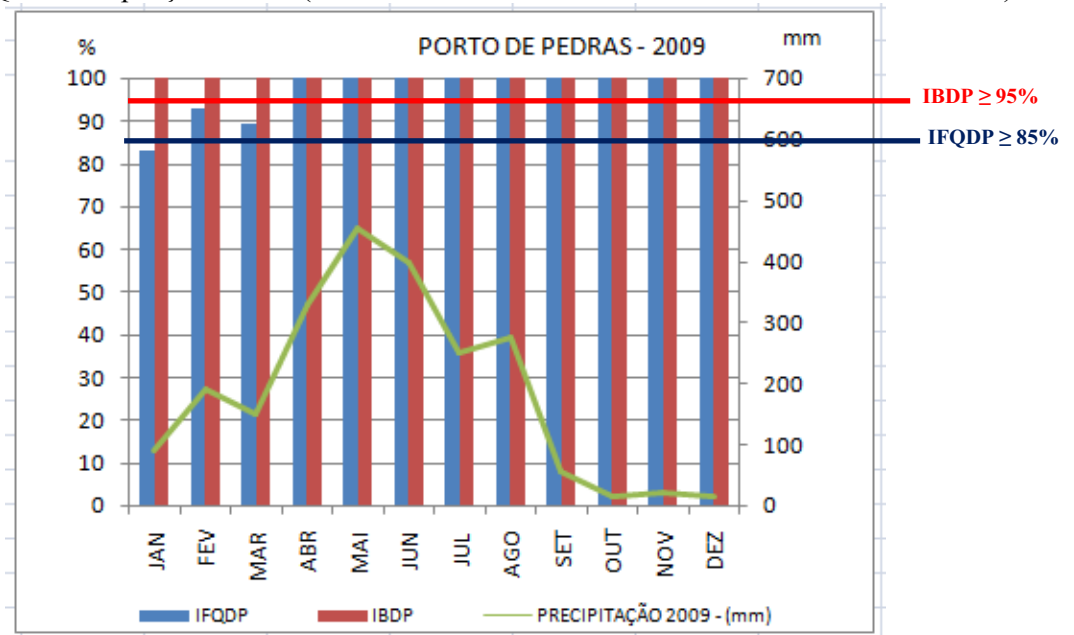


Figura 53: IQA x Precipitação - 2009 (Sistema de Abastecimento da Casal de Porto de Pedras/AL).



◆ Rio Largo

Observando as Figuras 54 e 55, no ano de 2008 e 2009 percebe-se que a precipitação foi mais intensa nos meses de Maio atingindo respectivamente 643.5 mm e 513.5 mm e que nesse período os índices físico-químicos e bacteriológicos atingiram a média permitida pela Portaria nº 518/2004 estabelecido pelo Ministério da Saúde, onde $IBDP \geq 95\%$ e o $IFQDP \geq 85\%$, exceto o IFQDP no mês de Fevereiro de 2009 que atingiu 78,6% devido à turbidez.

Figura 54: IQA x Precipitação - 2008 (Sistema de Abastecimento da Casal de Rio Largo/AL).

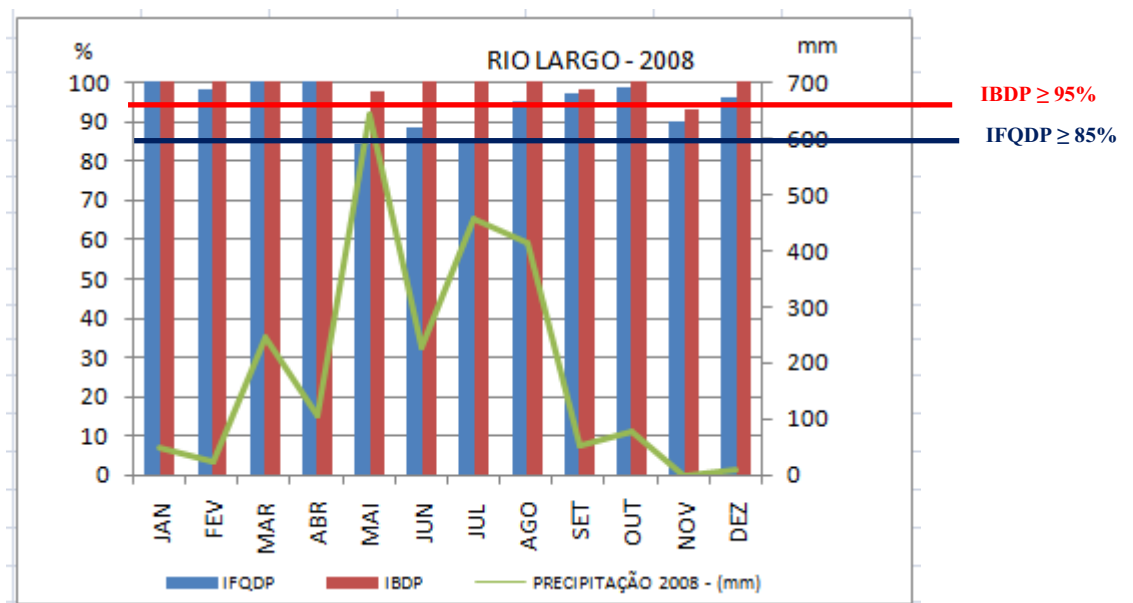
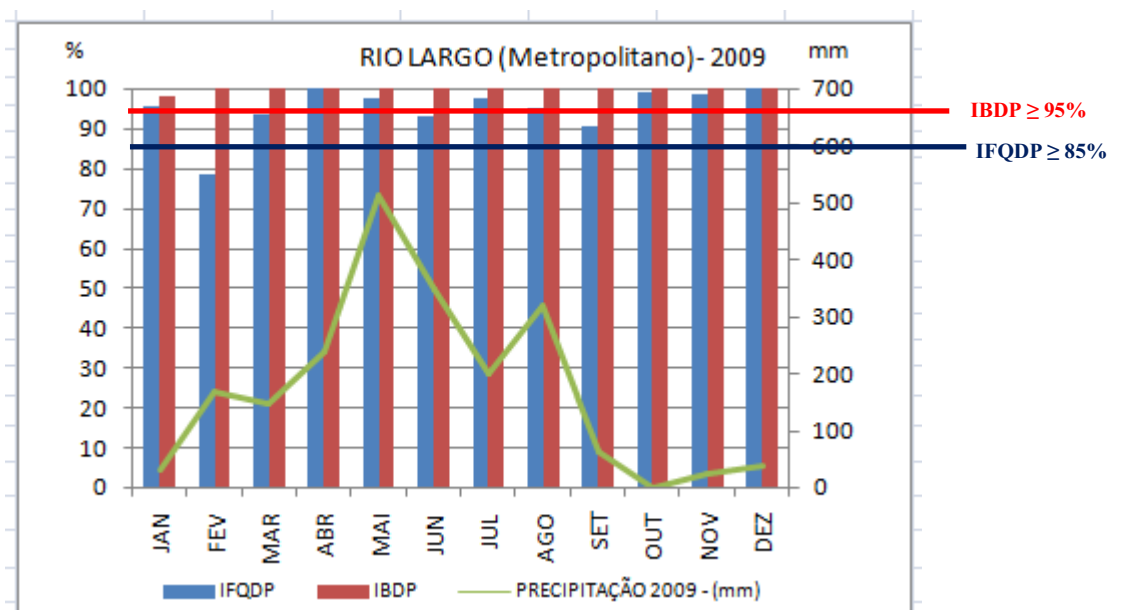


Figura 55: IQA x Precipitação - 2009 (Sistema de Abastecimento da Casal de Rio Largo/AL).



6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A água destinada ao abastecimento público nas áreas de estudo é captada em dois diferentes compartimentos: manancial superficial e manancial subterrâneo. Neste trabalho foram estudados os pontos de captações de água superficiais e subterrâneos. Portanto, foi visto no estudo que o primeiro possui maior probabilidade de sofrer contaminações provenientes de atividades antrópicas e variações de intempéries.

No período de chuvas, especificamente durante os eventos pontuais nos quais ocorrem precipitação pluviométrica, houve depreciação da qualidade da água do manancial de abastecimento público de algumas cidades, principalmente Colônia de Leopoldina. Este fato pode subsidiar a tomada de decisões para recuperação e monitoramento da bacia hidrográfica (manancial) e para o ajuste e manutenção periódica do processo de tratamento de água de acordo com a qualidade da água a ser tratada.

Na análise dos resultados de acordo com o que foi obtido no estudo levam às seguintes conclusões:

Os impactos ambientais caracterizados e avaliados nas captações foram mais expressivos a interferência humana na captação da cidade de Colônia de Leopoldina e a menor interferência foi observada na captação da cidade do Pilar.

Nas localidades estudadas os níveis de qualidade ambiental ultrapassam o limite crítico (50%), chegando a ser superior a 80%, a captação da cidade do Pilar apresentou o melhor índice, chegando a 0,94%. Recomenda-se a importância de se ter um monitoramento contínuo para a conservação desses mananciais/captações. O principal uso do espaço na captação encontrado foi a utilização do espaço para plantação de culturas, com a água dos rios sendo utilizada para irrigação na captação de Colônia de Leopoldina. Na captação/manancial de Matriz de Camaragibe por localiza-se no centro urbano da cidade foi onde constatou-se as melhores condições de infraestrutura, isso implica dizer que o crescimento urbano está acelerado, ficando o alerta, pois se não forem adotadas as devidas providências, o crescimento imobiliário desordenado da área poderá ocasionar impactos como: aumento de esgotos, mudanças estéticas e interferências na qualidade ambiental.

Os parâmetros físico-químicos (IFQDP) tiveram uma pequena baixa no período chuvoso dos municípios que vai geralmente de março a agosto de cada ano, mas, que no período chuvoso o índice foi ajustado gradativamente com a dosagem necessária do coagulante (sulfato de alumínio). Os parâmetros bacteriológicos (IBDP) na maioria das cidades, não tiveram influência do período chuvoso, obtendo assim, nas práticas desse

parâmetro padrões exigidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Na cidade de Colônia de Leopoldina, no mês de maio/2008, devido ao maior índice de chuva o IBDP sofreu uma queda, mas nos meses seguintes conseguiu atingir os padrões exigidos.

No que diz respeito à sazonalidade, a água consumida apresentou qualidade melhor na estação seca, exceto no sistema de abastecimento de Colônia de Leopoldina, pois este sistema necessitava na época de uma reforma na sua estrutura, pois trabalhava no limite não atendendo mais a demanda necessária para atender a cidade.

Como sugestão para os próximos trabalhos devem ser usadas outras estruturas de correlação, como por exemplo correlação cruzadas.

Como este trabalho visava identificar quais os efeitos da sazonalidade na qualidade da água que abastece as cidades da UN LESTE/CASAL, pôde-se concluir com a prática dos estudos, e os resultados alcançados em cada experimento feito, que os parâmetros físicos analisados tiveram um grande destaque na Cor e na Turbidez no período chuvoso do município que vai geralmente de Março a Agosto de cada ano. É normal que alguns dos parâmetros que compõem o IQA apresentem maiores valores na época das chuvas, degradando a qualidade da água nesta estação frente à estação seca. Pois a ocorrência de chuva e as alterações antrópicas nos mananciais interferem na potabilidade da água do impacto negativo de uma das variáveis frente ao comportamento das outras (SILVA & JARDIM, 2006).

Os objetivos propostos para a realização do presente estudo foram atingidos, tendo em vista que foram analisadas e avaliadas as características físico-químicas e bacteriológicas da água tratada verificou-se a eficiência dos processos de tratamento aplicados nas ETA's da Unidade de Negócio Leste da CASAL. Os parâmetros estudados apresentaram homogeneidade para os valores obtidos nas análises da água tratada, além de estarem dentro das faixas indicadas pela legislação de potabilidade vigente. De acordo com os resultados, as águas destinadas ao Abastecimento Público estão apropriadas ao fim que se destinam.

O presente estudo não pretende ser conclusivo, uma vez que temas como captação, tratamento e distribuição de água, dentre outros, precisam ser desenvolvidos na busca de melhoria da qualidade de vida no que se refere aos aspectos sociais, econômicos e ambientais.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. M., et al., **Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do método AHP**. Ver. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.2, p.257-262, 1999, Campina Grande, DEAg/UFPB.

ANA – **Agência nacional de águas**. Disponível em:
<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndexQA.aspx>. Acesso em 04 mar. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação – Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação – Apresentação de citações em documentos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2002

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2011

BARROS, R. T. V. et al. (1995) - **Manual de saneamento e proteção para municípios**. DESA/UFMG, SEGRAD. Belo Horizonte

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed.rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

BRASIL. Ministério da saúde. **Portaria nº 518**. Estabelece os procedimentos e responsabilidade relativa ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e da outras providencias. Brasília. 2004^a.

CAANTER, L. W. **Impact of growth – a guide for socio-economic assesment and planning**. Chelsea, Michigan: Lewis Publisher. 1984.

CANAL, M. R. **Monitoramento da qualidade da água da represa do Alagados – Ponta Grossa**. UEPG, Ponta Grossa. 2000.

CEOTMA. **Guia para elaboración de estudios del médio físico**: contenido y metodologia. 2ª Ed. Madrid. (series manuales). 1984. 572 p.

COELHO, M.A. et.al. **Geografia do Brasil**. Editora: Moderna. 392 p. 5 ed. 2001

CONAMA – MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357, de 18/ 6/86**, D.O.U. , de 30/07/86, Brasilia, Brasil.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 001 (20/01/1986), nº 303 (20/03/2002) e nº 341, (25/09/2003)** a Deliberação CECA nº 1078/87 – Disponível em: www.mma.gov.br/conama. Acesso [26/05/2010](http://www.mma.gov.br/conama).

CPTEC/INPE – **Centro de previsões de tempos e estudos climáticos**. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/11391>. Acesso em 03 mar 2012.

DUINKER, P.N. **The significance of environmental impacts: na exploration ot the concept environm**. Mgmt. 1986. 10(1):1-10.

ESTEVEES, F. A., **Fundamentos de Liminologia**, Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda./FINEP, 1988.

FARIA, Ana Lucia de. **Condições ambientais e características de potabilidade da água de bicas de uso publico da cidade de Taubaté-SP**. Dissertação (mestrado), Universidade de Taubaté; 2006.

FILHO, Antonio C. P., et al, **Análise do impacto da ação antrópica sobre uma nascente do rio Água Grande (Ubiratã – PR.) através de imagem de satélite Cbers**. Campo Grande: UFMS, SD. Artigo, Universidade Federal Mato Grosso do Sul.

FUNASA.(2001) - **Cianobactérias Tóxicas: Impactos na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**. Out. p. 6.

GASPARINI, V. A. (2001) - **Repercussões econômicas da utilização incorreta das áreas de mananciais**. UFSC. Engenharia de Produção. Dissertação de Mestrado.

IBGE. Censo Demográfico 2000: **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>> Acesso em 30 out. 2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em< www.ibge.gov.br>. Acesso em 01 set 2010.

KOVALESKI, Joao Luis. et al. **Gestão da qualidade ambiental da água de mananciais de abastecimento público como estratégia de redução de custos XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de novembro de 2005**.

MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B.A.; SOUZA JÚNIOR, L.C. de. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico dos municípios. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 12 p.

MARCELINO, R. L. **Diagnóstico sócio-ambiental do estuário do rio Paraíba do Norte – PB, com ênfase nos conflitos de uso e interferências humanas em sua área de influência direta**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba, 2000. 99p

MEYER, S. T. **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública**. Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 10 (1): 99-110, jan/mar. 1994.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n.1469 de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília (DF).

NEVES, D. P., **Parasitologia Humana**, 10^o ed., São Paulo: Editora Atheneu, 2003;

NOGUEIRA, G. et al. Microbiological quality of drinking water of urban and rural communities, Brazil. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo. V. 37, n 2 p. 232-236, 2003.

OKE T. R. **Initial Guidance to Obtain representative Meteorological observations at Urban Sites**. Instruments and methods of Observation program, IOM report n° 81, WMO/TD 1250, World meteorological Organization, Geneva, Switzerland. Acesso em: 14 de dezembro de 2010.

OKE, T. R. **Siting and exposure of Meteorological Instruments at urban Sites**. 27th NATO/ CCMS International Technical Meeting Air Pollution Modelling and its Application, Banff, 25-29 October, 2004. Disponível em: <http://www.urbanclimate.org/ITM04-Oke.pdf>. Acesso em 14 de dezembro de 2010.

OLIVEIRA, L.I.; **Contaminação de aquíferos por combustíveis orgânicos em Belo Horizonte**: Avaliação preliminar. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 10, 2000 São Paulo, 2000. Anais São Paulo, 2000.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada**; Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo; 2001.

PIRES, M.A.F.; COTRIM, M.E. B. **Modelagem Diagnóstica e Prognóstica da qualidade da água em áreas de captação**. PADCT/FINEP, 2000. (Relatório Técnico-científico).

PORTO, R.L.L.; BRANCO, S. M.; CLEARY, R.W.; COIMBRA, R.M.; EIGER, S.; LUCA, S.J.; NOGUEIRA, V.P.Q.; PORTO, M.F.A. **Hidrologia Ambiental**, 3^a Ed. Edusp, São Paulo, 414p., 1991.

ROHDE, G. M. Estudos de impacto ambiental., **Boletim Técnico**. n° 4, Cientec; Porto Alegre, 1988. 42p.

SANTOS, Claudia Cristina dos.; FILHO, Augusto José P. **Consumo de água na cidade de São Paulo**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4845-4850.

SEMARH - **Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Disponível em: www.semarh.al.gov.br/mambiente. Acesso em 01 set 2010.

SILVA, L. C. & MENEZES, E. M. (2001) - **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3. edição. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

SILVA, Aline Dúe Ramos da. **Diagnostico sócio-ambiental do espaço do complexo estuarino-lagunar mundaú-manguaba (celmm), estado de alagoas, brasil.** Trabalho de conclusão de curso. Programa de pós graduação em Geografia. Universidade Federal de Alagoas, 2008. 71p.

TORRES, P. L.; Bochniak, **Uma leitura para os temas transversais: ensino fundamental.** Curitiba : SENAR – PR, 2003. 620p.

APÊNDICES:

APÊNDICE A – Correlação dos dados de precipitação x consumo - Ano 2008 e 2009.

APÊNDICE B – Dados de índice de qualidade da água, precipitação e consumo mensal

APÊNDICE C – Cálculo do índice de qualidade ambiental - IQA

APÊNDICE A – Correlação dos dados de Precipitação X Consumo Mensal – Ano 2008 e 2009.

Colônia/2008	Precipitação (mm)	Consumo (m ³)
Jan	89,0	29,259
Fev	41,4	31,289
Mar	174,0	29,281
Abr	125,4	29,871
Mai	269,8	29,936
Jun	184,5	29,779
Jul	244,5	29,154
Ago	161,4	29,202
Set	33,5	30,034
Out	52,0	28,892
Nov	0,0	30,101
Dez	17,6	28,512
Correlação	-0,118529303	

Colônia/2009	Precipitação (mm)	Consumo (m ³)
Jan	10,3	31,515
Fev	128	29,839
Mar	84,3	28,403
Abr	137,4	29,849
Mai	342,2	29,213
Jun	217,4	28,823
Jul	178,9	28,392
Ago	203,4	28,65
Set	93	30,149
Out	44,5	29,662
Nov	19,6	31,522
Dez	35	30,175
Correlação	-0,68513	

Fonte: Autora, 2012 – Adaptado de dados da Companhia de Saneamento de Alagoas (consumo) e Estações Meteorológica da SEMARH- AL /DMET (precipitação).

Matriz/2008	Precipitação (mm)	Consumo (m ³)
Jan	195,000	29,440
Fev	53,000	29,151
Mar	239,000	29,386
Abr	117,000	28,854
Mai	313,000	29,189
Jun	254,000	28,345
Jul	365,000	28,743
Ago	236,000	28,230
Set	55,000	27,772
Out	49,000	29,087
Nov	11,500	30,178
Dez	10,000	30,027
Correlação	-0,33026527	

Matriz/2009	Precipitação (mm)	Consumo (m ³)
Jan	24,5	30,434
Fev	235	29,061
Mar	100	28,442
Abr	203	28,266
Mai	341	29,015
Jun	326	29,416
Jul	258	28,736
Ago	343	29,363
Set	44	29,231
Out	3	28,227
Nov	29	30,373
Dez	48	29,72
Correlação	-0,227888019	

Fonte: Autora, 2012 – Adaptado de dados da Companhia de Saneamento de Alagoas (consumo) e Estações Meteorológica da SEMARH- AL /DMET (precipitação).

Pilar/2008	Precipitação (mm)	Consumo (m³)
Jan	22,00	61,028
Fev	87,00	62,146
Mar	240,00	56,603
Abr	115,00	58,814
Mai	582,40	58,044
Jun	282,00	56,485
Jul	420,00	54,994
Ago	301,00	56,464
Set	46,00	55,932
Out	56,00	56,516
Nov	0,00	57,507
Dez	0,00	58,139
Correlação	-0,35277	

Pilar/2009	Precipitação (mm)	Consumo (m³)
Jan	32	60,134
Fev	149	57,864
Mar	135	55,718
Abr	277	58,505
Mai	479	57,475
Jun	280	55,630
Jul	180	56,040
Ago	367	55,184
Set	49	56,741
Out	18	56,741
Nov	21	59,022
Dez	29	55,398
Correlação	-0,23219	

Fonte: Autora, 2012 – Adaptado de dados da Companhia de Saneamento de Alagoas (consumo) e Estações Meteorológica da SEMARH- AL /DMET (precipitação).

Port. Pedras/2008	Precipitação (mm)	Consumo (m³)
Jan	28,9	8,034
Fev	20,2	8,84
Mar	571	9,081
Abr	238,9	8,726
Mai	477,7	8,005
Jun	261,3	7,713
Jul	313,8	7,619
Ago	204,3	7,775
Set	40,1	8,542
Out	46	8,645
Nov	14,3	8,416
Dez	10	9,017
Correlação	-0,16328	

Port. Pedras/2009	Precipitação (mm)	Consumo (m³)
Jan	89,9	8,443
Fev	191,9	9,402
Mar	149,6	9,545
Abr	328,1	9,295
Mai	454,3	8,938
Jun	399,6	8,512
Jul	250,3	8,512
Ago	275,2	8,573
Set	54,6	8,785
Out	14,3	9,137
Nov	20,5	9,097
Dez	15,7	9,982
Correlação	-0,354884054	

Fonte: Autora, 2012 – Adaptado de dados da Companhia de Saneamento de Alagoas (consumo) e Estações Meteorológica da SEMARH- AL /DMET (precipitação).

R. Largo/2008	Precipitação (mm)	Consumo (m³)
Jan	48,5	122,645
Fev	23,8	128,6
Mar	245	120,67
Abr	105	120,966
Mai	643,5	120,765
Jun	227	116,76
Jul	456	116,135
Ago	414,5	117,377
Set	54,5	117,71
Out	77	118,039
Nov	0	122,704
Dez	11	119,531
Correlação	-0,39324	

R. Largo/2009	Precipitação (mm)	Consumo (m³)
Jan	30,0	126,252
Fev	168,0	119,881
Mar	147,0	118,713
Abr	237,0	126,843
Mai	513,5	125,777
Jun	348,0	119,854
Jul	201,0	120,000
Ago	318,5	124,110
Set	62,0	120,960
Out	0,0	125,949
Nov	22,0	126,450
Dez	38,0	123,850
Correlação	-0,099727368	

Fonte: Autora, 2012 – Adaptado de dados da Companhia de Saneamento de Alagoas (consumo) e Estações Meteorológica da SEMARH- AL /DMET (precipitação).

Cidades	Correlação	Coef. de Determinação
Colonia/2008	-0,12	0,14
Colonia/2009	0,7*	0,04
Matriz/2008	-0,3	0,2
Matriz/2009	-22	0,08
Pilar/2008	-0,3	0,05
Pilar/2009	-0,2	0,05
Port. Pedras/2008	0,16	0,13
Port. Pedras/2009	0,03	0,2
R. Largo/2008	-0,4	0,02
R. Largo/2009	-0,09	0,09
* significativa		

A **correlação** é a medida padronizada da relação entre duas variáveis. A **correlação** nunca pode ser maior do que 1 ou menor do que menos 1.

APÊNDICE B - Dados de Índice de Qualidade da Água, Precipitação e Consumo Mensal – Ano 2008 e 2009

Casal	GECOQ	MUNICÍPIO	DADOS DE ÍNDICES DE QUALIDADE MENSAL												UNLE	2008
			ÍNDICES DE QUALIDADE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV		
		COLÔMIA LEOPOLDINA	IFQDP	97,2	83,8	97,2	87,8	34,2	46,3	62,0	73,9	92,6	64,2	91,2	80,8	75,9
			IBDP	100,0	100,0	100,0	100,0	31,6	80,8	96,3	100,0	100,0	100,0	96,2	100,0	92,1
		MATRIZ DE CAMARAGIBE	IFQDP	90,0	100,0	90,0	95,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,0
			IBDP	93,3	82,6	93,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,4
		PILAR	IFQDP	98,4	97,1	88,7	98,1	47,2	78,6	100,0	98,1	100,0	90,0	74,1	92,8	88,6
			IBDP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	86,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9
		PORTO DE PEDRAS	IFQDP	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	98,8	93,7	100,0	100,0	98,8	100,0	82,9	97,8
			IBDP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
		RIO LARGO	IFQDP	100,0	98,2	100,0	100,0	84,5	88,2	84,8	94,9	97,2	98,5	90,2	96,0	94,4
			IBDP	100,0	100,0	100,0	100,0	97,6	100,0	100,0	100,0	98,3	100,0	92,9	100,0	99,1
		MEDIA	IFQDP	97,1	95,8	95,2	96,3	72,9	82,4	88,1	93,4	98,0	90,3	91,1	90,5	90,9
			IBDP	98,7	96,5	98,7	100,0	85,8	93,5	99,3	100,0	99,7	100,0	97,8	100,0	97,5


SEM COLETA

IBDP ≥ 95%

IFQDP ≥ 85%

GERENCIAL - 2008

Fonte: Autora, 2011 – Adaptado de dados da Companhia de Saneamento de Alagoas.

DMET	PRECIPITAÇÃO 2008 - (mm)												SEMARH - AL			
	POSTO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL		
COLÔNIA LEOPOLDINA	(SEMARH)	89,0	41,4	174,0	125,4	269,8	184,5	244,5	161,4	33,5	52,0	0,0	17,6	1.393,10		
MATRIZ DE CAMARAGIBE	Us. Camarg	195,0	53,0	239,0	117,0	313,0	254,0	365,0	236,0	55,0	49,0	11,5	10,0	1.897,50		
PILAR	Us. T. Nova G	22,0	87,0	240,0	115,0	582,4	282,0	420,0	301,0	46,0	56,0	0,5	0,5	2.151,40		
PORTO DE PEDRAS	(INMET)	28,9	20,2	571,0	238,9	477,7	261,3	313,8	204,3	40,1	46,0	14,3	10,0	2.026,50		
RIO LARGO	Us Uting. Leão	48,5	23,8	245,0	105,0	643,5	227,0	456,0	414,5	54,5	77,0	0,0	11,0	2.305,8		
	Foi utilizado a normal climatologica - dados errado.															
																
MUNICÍPIO	QT DE LIGAÇÕES (UNID)	CONSUMO MENSAL 2008 - VOLUME UTILIZADO (VU) - m³												GERÊNCIA:		
		JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL		
COLÔNIA LEOPOLDINA	3.039	29.259	31.289	29.281	29.871	29.936	29.779	29.154	29.202	30.034	28.892	30.101	28.512	355.310		
MATRIZ DE CAMARAGIBE	2.940	29.440	29.151	29.386	28.854	29.189	28.345	28.743	28.230	27.772	29.087	30.178	30.027	348.402		
PILAR	5.378	61.028	62.146	56.603	58.814	58.044	56.485	54.994	56.464	55.932	56.516	57.507	58.139	692.672		
PORTO DE PEDRAS	869	8.034	8.840	9.081	8.726	8.005	7.713	7.619	7.775	8.542	8.645	8.416	9.017	100.413		
RIO LARGO	12.691	122.645	128.559	120.670	120.966	120.765	116.760	116.135	117.377	117.710	118.039	122.704	119.531	1.441.861		
	MÉDIA	50.081	51.997	49.004	49.446	49.188	47.816	47.329	47.810	47.998	48.236	49.781	49.045			

Fonte: Autora, 2011 – Adaptado de dados da Companhia de Saneamento de Alagoas (consumo) e Estações Meteorológica da SEMARH- AL /DMET (precipitação).

Casal	GEQPRO	ÍNDICES DE QUALIDADE												GERÊNCIA:			UNLE	2009
		INDICES DE QUALIDADE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIA			
COLÔNIA LEOPOLDINA	IFQDP	67,5	59,7	53,2	50,0	50,0	100,0	56,1	67,5	86,4	67,5	71,0	95,0	68,7				
	IBDP	100,0	94,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5				
MATRIZ DE CAMARAGIBE	IFQDP	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	100,0	98,3	98,4	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3				
	IBDP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0				
PILAR	IFQDP	97,5	94,2	95,1	85,0	87,0	95,6	70,6	89,6	88,2	86,7	100,0	100,0	90,8				
	IBDP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0				
PORTO DE PEDRAS	IFQDP	83,3	92,8	89,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,1				
	IBDP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0				
RIO LARGO - METRÓP.	IFQDP	95,7	78,6	93,8	100,0	97,7	93,3	97,8	95,0	90,6	99,0	98,8	100,0	95,0				
	IBDP	98,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9				
MEDIA	IFQDP	88,8	85,1	86,3	87,0	85,9	97,8	84,6	90,1	93,0	90,6	94,0	99,0	90,2				
	IBDP	99,6	98,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9				
	SEM COLETA																	
	IBDP																	
	IFQDP																	

Fonte: Autora, 2011 – Adaptado de dados da Companhia de Saneamento de Alagoas.

DMET	PRECIPITAÇÃO 2009 - (mm)												SEMARH - AL			
	POSTO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL		
MUNICÍPIO																
COLÔNIA LEOPOLDINA	Colônia L. (SEMARH)	10,3	128	84,3	137,4	342,2	217,4	178,9	203,4	93	44,5	19,6	35	1301,9		
MATRIZ DE CAMARAGIBE	Usina Camaragibe	24,5	235	100	203	341	326	258	343	44	3	29	48	1954,5		
PILAR	Us. T. Nova Fz.Grujaú	32	149	135	277	479	280	180	367	49	18	21	29	2016		
PORTO DE PEDRAS	(INMET)	89,9	191,9	149,6	328,1	454,3	399,6	250,3	275,2	54,6	14,3	20,5	15,7	2244		
RIO LARGO	Usina Utinga Leão	30	168	147	237	513,5	348	201	318,5	62	0	22	38	2085		

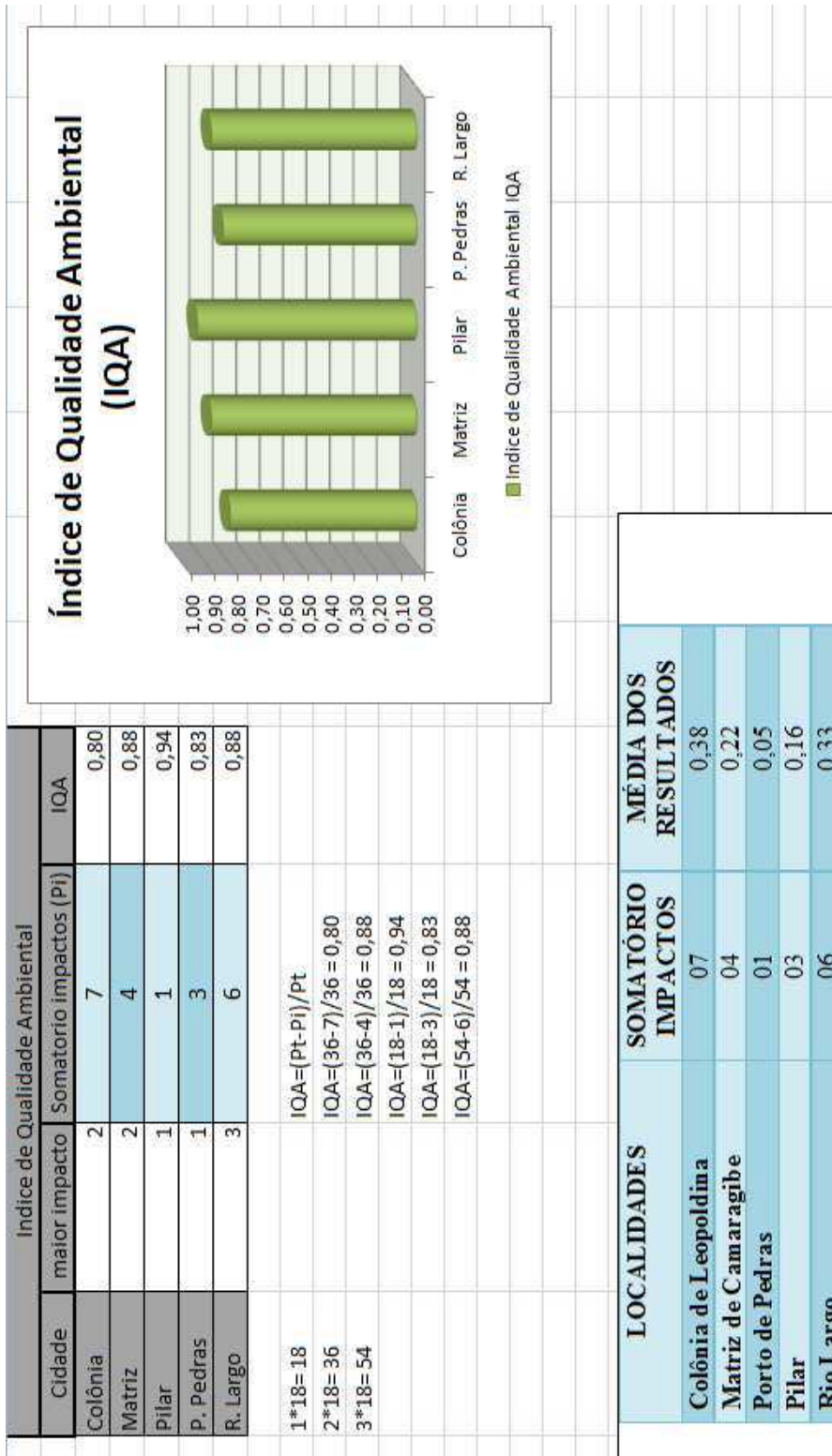
Foi utilizado a normal climatologica, pois o radar estava com defeito nesse periodo.

Fonte: Autora, 2011 – Adaptado de dados da Estação Meteorológica da SEMARH- AL /DMET.

MUNICÍPIO	QT DE LIGAÇÕES (Unid)	CONSUMO MENSAL 2009 - VOLUME UTILIZADO (VU) - m ³												UNLE	2009
		JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO		
COLÔNIA LEOPOLDINA	3.280	31.515	29.839	28.403	29.849	29.213	28.823	28.392	28.650	30.149	29.662	31.522	30.175	356.192	
MATRIZ DE CAMARAGIBI	2.994	30.434	29.061	28.442	29.015	29.416	28.736	29.363	29.231	28.227	30.373	29.720	29.720	350.284	
PILAR	5.430	60.134	57.864	55.718	58.505	57.475	55.630	56.040	55.184	56.268	56.741	59.022	55.398	683.979	
PORTO DE PEDRAS	905	8.443	9.402	9.545	9.295	8.938	8.621	8.512	8.573	8.785	9.137	9.097	9.982	108.330	
RIO LARGO	12.760	126.252	119.881	118.713	126.843	125.777	119.854	120.004	124.110	120.960	125.949	126.450	123.850	1.491.403	
	Média	51.356	49.209	48.164	50.552	50.084	48.469	48.337	49.176	49.079	49.943	51.293	49.825		

Fonte: Autora, 2011 – Adaptado de dados da Companhia de Saneamento de Alagoas.

APÊNDICE C – Cálculo do Índice de Qualidade Ambiental (IQA)



Fonte: Autora, 2011.