



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA – CT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DE
RESERVATÓRIOS E CONSUMO *PER CAPITA* URBANO DAS
CIDADES PERTENCENTES A BACIA DO RIO PIRANHAS-AÇU**

VINÍCIUS MARQUES ANDRADE

JOÃO PESSOA - PB

2015.2

VINÍCIUS MARQUES ANDRADE

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DE
RESERVATÓRIOS E CONSUMO *PER CAPITA* URBANO DAS
CIDADES PERTENCENTES A BACIA DO RIO PIRANHAS-AÇU**

Trabalho de Conclusão de curso em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Junior

JOÃO PESSOA - PB

2015.2

VINÍCIUS MARQUES ANDRADE

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DE RESERVATÓRIOS E CONSUMO *PER CAPITA* URBANO DAS CIDADES PERTENCENTES A BACIA DO RIO PIRANHAS-AÇU

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Banca Examinadora: Nota

Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior – Orientador
Universidade Federal da Paraíba

Profa. Dra. Elisangela Maria Rodrigues Rocha
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Leonardo Vieira Soares
Universidade Federal da Paraíba

Média: _____

Aprovado em: _____ de Junho de 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e disposição para enfrentar o desafio de me tornar um Engenheiro Civil.

A meus pais Maria de Fátima Sarmiento Marques e Francisco de Assis Andrade, que sempre foram exemplos de honestidade, perseverança, caráter, união e amor. Sem o apoio deles, com certeza não teria chegado até aqui, devo tudo que sou a eles; A minha irmã Juliana que sempre manteve união comigo e mesmo sendo mais nova é um exemplo de força de vontade.

A minha noiva Isabelle Mendes pela paciência, amor, atenção e estímulo dedicados durante todos esses anos da minha caminhada até aqui.

Aos meus avós maternos Maria Luiz Sarmiento Marques e Francisco Mendes Marques, e aos paternos Izaura Maria de Andrade e Raimundo Luís de Andrade, que sempre foram exemplos de força, coragem e trabalho duro para enfrentar a vida e criar suas famílias; A todos os meus tios e tias que me deram apoio e ensinamentos ao longo desses anos.

Aos amigos que fiz durante o curso, vocês fizeram esses dias serem mais amenos e alegres.

Ao meu professor orientador Gilson Barbosa, que me orientou em todas as etapas desse trabalho, mostrando sempre muita presteza e dedicação em passar informações valiosas.

A todos meus sinceros agradecimentos.

"O sertanejo é, antes de tudo, um forte!"

-Euclides da Cunha

RESUMO

ANDRADE, V.M. **Análise da relação entre disponibilidade hídrica de reservatórios e consumo *per capita* urbano das cidades pertencentes a bacia do rio Piranhas-Açu.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, 2016.

O nordeste do Brasil engloba uma das regiões que apresenta um dos maiores níveis de escassez de água do país, essa região é denominada de semiárido nordestino. Essa região atravessa longos períodos de escassez pluviométrica, o que impacta, diretamente, na disponibilidade hídrica dos reservatórios que abastecem as cidades dessa região. Dentro desse contexto, destaca-se a Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, uma das maiores do nordeste com 43681,50 Km² de área, e que está completamente inserida na região semiárida; Na bacia encontram-se vários reservatórios superficiais que abastecem vários municípios dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte e atendem a uma população de 1.406.808 habitantes; Assim objetivou-se desenvolver um estudo que analise a relação entre disponibilidade hídrica dos reservatórios e consumo *per capita* de água, permitindo, através dos resultados obtidos, agregar conhecimento sobre a limitação do consumo nos municípios da bacia.

Palavras Chave: Consumo *per capita*; Disponibilidade hídrica; Bacia Piranhas-Açu.

ABSTRACT

The northeast of Brazil encompasses one of the regions that has one of the highest levels of the country's water shortage, this region is called the semi-arid northeast. This region goes through long periods of rainfall shortages, which directly impacts the availability of water from the reservoirs that supply the cities of this region. In this context, it stands out in the region the Hydrographic Basin of the Piranhas-Açu River, which is one of the largest in the northeast with 43.681.50 Km² of area, and is fully inserted in the semiarid region; In this basin there are several shallow reservoirs that supply many municipalities in the states of Paraíba and Rio Grande do Norte and serve a population of 1.406.808 inhabitants; Based on this, it was aimed to develop a study to analyze the relationship between water availability on the basin reservoirs and the *per capita* water consumption in the municipalities.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Reservatórios estratégicos e os respectivos municípios nos quais estão inseridos.....	20
Tabela 2 - Municípios definidos para estudo.....	24
Tabela 3 - Municípios com dados utilizáveis.....	29
Tabela 4 - Municípios e Reservatórios correspondentes.....	31

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Açude Bom Jesus II.....	32
Gráfico 1-A - Consumo <i>per capita</i> do município de Água Branca-PB.....	32
Gráfico 2 - Açude Frutuoso II.....	33
Gráfico 2-A - Consumo <i>per capita</i> do município de Aguiar-PB.....	33
Gráfico 3 - Açude Lagoa do Arroz.....	35
Gráfico 3-A - Consumo <i>per capita</i> do município de Bom Jesus-PB.....	35
Gráfico 4 - Açude Carneiro.....	36
Gráfico 4-A - Consumo <i>per capita</i> do município de Bom Sucesso-PB.....	36
Gráfico 4-B - Consumo <i>per capita</i> do município de Brejo dos Santos-PB.....	37
Gráfico 4-C - Consumo <i>per capita</i> do município de Jericó-PB.....	37
Gráfico 4-D - Consumo <i>per capita</i> do município de Lagoa-PB.....	38
Gráfico 4-E - Consumo <i>per capita</i> do município de Mato Grosso-PB.....	38
Gráfico 5 - Açude Bartolomeu I.....	39
Gráfico 5-A - Consumo <i>per capita</i> do município de Bonito de Santa Fé-PB.....	39
Gráfico 6 - Açude Cachoeira da Vaca.....	40
Gráfico 6-A - Consumo médio <i>per capita</i> da cidade de Cachoeira dos Índios- PB.....	40
Gráfico 7 - Açude Engenheiro Ávidos.....	41
Gráfico 7-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Cajazeiras-PB.....	41
Gráfico 8 - Açude Bom Jesus I.....	42
Gráfico 8-A - Consumo médio <i>per capita</i> da cidade de Carrapateira-PB.....	42
Gráfico 9 - Açude Cachoeira dos Cegos.....	43
Gráfico 9-A - Consumo médio <i>per capita</i> da cidade de Catingueira- PB.....	43
Gráfico 10 - Açude Epitácio Pessoa.....	44

Gráfico 10-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Cubati-PB.....	44
Gráfico 10-B - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Pedra Lavrada-PB.....	45
Gráfico 10-C - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Seridó-PB.....	45
Gráfico 11 - Açude Emas.....	46
Gráfico 11-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Emas-PB.....	46
Gráfico 12 - Açude Cochós.....	47
Gráfico 12-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Igaracy-PB.....	47
Gráfico 13 - Açude Albino.....	48
Gráfico 13-A - Consumo médio <i>per capita</i> da cidade de Imaculada-PB.....	48
Gráfico 14 - Açude Cachoeira dos Alves.....	49
Gráfico 14-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Itaporanga-PB.....	49
Gráfico 15 - Açude Timbaúba.....	50
Gráfico 15-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Jurú-PB.....	50
Gráfico 16 - Açude Catolé I.....	51
Gráfico 16-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Manaíra-PB.....	51
Gráfico 17 - Açude São Gonçalo.....	52
Gráfico 17-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Marizópolis-PB.....	52
Gráfico 17-B - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Sousa-PB.....	53
Gráfico 18 - Açude Saco.....	54
Gráfico 18-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Nova Olinda-PB.....	54
Gráfico 18-B - Consumo médio <i>per capita</i> da cidade de Pedra Branca-PB.....	55
Gráfico 19 - Açude Caraibeiras.....	56
Gráfico 19-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Nova Palmeira-PB.....	56
Gráfico 20 - Açude Jenipapeiro (Buiú).....	57

Gráfico 20-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Olho d'Água-PB.....	57
Gráfico 21 - Açude Coremas.....	58
Gráfico 21-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Piancó-PB.....	58
Gráfico 22 - Açude Várzea Grande.....	59
Gráfico 22-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Picuí-PB.....	59
Gráfico 23 - Açude Jatobá II.....	60
Gráfico 23-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Princesa Isabel-PB.....	60
Gráfico 24 - Açude Riacho dos Cavalos.....	61
Gráfico 24-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Riacho dos Cavalos-PB.....	61
Gráfico 25 - Açude Capoeira.....	62
Gráfico 25-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Santa Terezinha-PB.....	62
Gráfico 26 - Açude Queimadas.....	63
Gráfico 26-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Santana dos Garrotes-PB.....	63
Gráfico 27 - Açude Paraíso (Luiz Oliveira)	64
Gráfico 27-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de São Francisco-PB.....	64
Gráfico 28 - Açude Jenipapeiro.....	65
Gráfico 28-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de São José da Lagoa.....	65
Gráfico 29 - Açude Pimenta.....	66
Gráfico 29-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de São José de Caiana-PB.....	66
Gráfico 30 - Açude São José I.....	67

Gráfico 30-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de São José de Piranhas-PB.....	67
Gráfico 31 - Açude Cafundó.....	68
Gráfico 31-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Serra Grande-PB.....	68
Gráfico 32 - Açude Tavares II.....	69
Gráfico 32-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Tavares-PB.....	69
Gráfico 33 - Açude Gamela; Capacidade Máxima: 472.926 m ³	70
Gráfico 33-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Triunfo-PB.....	70
Gráfico 34 - Açude Capivara.....	71
Gráfico 34-A - Consumo médio <i>per capita</i> do município de Uiraúna-PB.....	71
Gráfico 35 – Picos de Consumo.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução Populacional da Bacia Piranhas-Açu.....	19
Figura 2 - Delimitação da Bacia do Piranhas-Açu e principais municípios inseridos na mesma.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba

ANA – Agência Nacional de Águas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGARN – Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PRH – Plano de Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

RP-03 – Relatório Parcial de Diagnóstico da Bacia Piranhas-Açu (Ibi Engenharia, 2013)

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	19
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1 CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA	20
3.2 CARACTERÍSTICAS SÓCIO-DEMOGRÁFICAS.....	22
3.3 CIDADES DE INTERESSE.....	23
3.4 USO DA ÁGUA.....	25
4. METODOLOGIA	26
4.1 OBTENÇÃO DE DADOS	26
4.2 SÉRIE HISTÓRICA.....	26
4.3 EXCLUSÃO DE MUNICÍPIOS	27
4.3.1 Por falta de dados de Monitoramento de Reservatórios	27
4.3.2 Por falta de dados de Consumo <i>Per Capita</i>	28
4.3.3 Por serem abastecidos por poços artesianos, ou por dois ou mais reservatórios	28
4.4 COMPARAÇÃO GRÁFICA	29
5. RESULTADOS	31
5.1 ESTATÍSTICAS	72
5.1.2 Redução de Consumo.....	72
5.2 DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	73
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

1. INTRODUÇÃO

A Bacia do Rio Piranhas-Açu é uma bacia hidrográfica que está inserida na região Nordeste do Brasil, situando-se nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Por se encontrar na região do semiárido nordestino, a bacia do rio Piranhas-Açu é uma das que mais sofre com a escassez hídrica ao longo dos anos. Destaca-se também o tamanho da bacia, que é uma das maiores do Nordeste em área de drenagem, com 43681,50 Km² (Segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba-AESA).

Do total da área da Bacia, 60% está incluída no estado da Paraíba e 40% no estado do Rio Grande do Norte. Por estar inserida em dois estados diferentes, a bacia do Piranhas-Açu é pertencente ao domínio federal. Inseridos na área da bacia estão presentes 147 municípios, dos quais 47 pertencem ao estado do Rio Grande do Norte e 100 ao estado da Paraíba.

Dos 147 municípios apenas 132 tem sua sede contida dentro dos limites da área da bacia, esses 132 inicialmente foram os definidos para a realização das análises, mas diante de alguns problemas na obtenção de dados, boa parte deles foi excluída, partindo de alguns critérios que serão mostrados posteriormente. Com as exclusões realizadas restaram 42 municípios os quais foram realizadas as análises.

O Rio Piranhas-Açu, assim como a maioria dos rios contidos no semiárido nordestino, é um rio intermitente, mas que tem seu fluxo perenizado devido a presença de reservatórios construídos na bacia. Os reservatórios com maior capacidade presentes na bacia são o de Coremas-Mãe d'Água com capacidade de 1358 milhões de m³, no estado da Paraíba, e o Armando Ribeiro Gonçalves com capacidade de 2400 milhões de m³, no Rio Grande do Norte.

Dos municípios que compõem a bacia, destacam-se os 10 municípios com maior desenvolvimento econômico e em quantidade populacional, que são, em ordem decrescente de população: Patos-PB, Sousa-PB, Caicó-RN, Cajazeiras-PB, Currais Novos-RN, Pombal-PB, São Bento-PB, Macau-RN e Catolé do Rocha-PB.

Diante da importância da bacia e dos municípios que a compõem, despertou-se o interesse em saber mais sobre a disponibilidade e utilização dos recursos hídricos pela população dessa região, por ser a água um bem tão escasso na mesma, e que impacta de maneira relevante a vida da população que nela vive. Vale ressaltar

também que a bacia atua como receptora de águas do projeto de transposição do Rio São Francisco.

Neste contexto, o presente trabalho, procura correlacionar os dados de consumo médio *per capita* de água das cidades contidas na bacia com o volume dos reservatórios que a abastecem, em um intervalo de tempo de 5 anos. Sabe-se que a análise da disponibilidade hídrica envolve mais do que a variação dos volumes dos reservatórios (Como por exemplo a disponibilidade de água por meio de poços artesianos), mas nesse trabalho foi utilizado apenas esse parâmetro.

O trabalho tem um forte embasamento no relatório parcial encomendado pela ANA no ano de 2012, e entregue em 2013, denominado de RP-03 – Diagnóstico da Bacia do Rio Piranhas-Açu, feito pela empresa Ibi Engenharia Consultiva S/S, que foi utilizado na elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piranhas-Açu (ANA, 2014).

Diante do exposto, o presente trabalho tem o intuito de analisar, através de pesquisa em materiais e dados existentes, o nível de relação entre a variação no volume dos reservatórios com o consumo *per capita* de água dos municípios que estão inseridos na bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu.

Este trabalho permitirá a órgãos de planejamento e gestão de Recursos Hídricos terem uma visão mais completa sobre a variação de consumo existente nas cidades envolvidas no estudo, e poder planejar e controlar o fornecimento e distribuição de água de acordo com a necessidade da população.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho é analisar a relação entre a variação dos volumes dos reservatórios pertencentes a bacia do Rio Piranhas-Açu com o consumo médio *per capita* das cidades as quais os respectivos reservatórios abastecem; Utilizando para tanto os dados de consumo médio *per capita* dos municípios fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento-SNIS, e a variação dos volumes dos reservatórios através de gráficos fornecidos pelas Agências responsáveis pelo monitoramento dos reservatórios nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Com essas análises pretende-se verificar se o consumo *per capita* está, de alguma forma, sendo limitado pela disponibilidade nos reservatórios, ou seja, se o consumo *per capita* está sendo impactado pela disponibilidade hídrica.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERÍSTICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA

A Bacia Hidrográfica, segundo Barrela (2001), é um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático.

A Bacia do Rio Piranhas-Açu está inserida na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (MMA, 2006), a qual, além desta, abrange outras 22 bacias hidrográficas situadas nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. A Bacia do rio Piranhas-Açu se destaca entre as demais desta Região Hidrográfica por sua área de drenagem (43.681,50 Km²), correspondendo a 15% da área total dessa região. (RP-03, 2013)

A bacia tem sua totalidade inserida em território semiárido, seu acesso deve-se ao conjunto de rodovias que cruzam a área, pelas estradas vicinais e carroçais e outros trechos sendo as principais vias de acesso a BR-304 e a RN-406, além da BR-230 que corta todo o estado da Paraíba. (PRH-Piranhas-Açu, ANA, 2014)

O rio Piranhas-Açu é o principal da bacia se estendendo por cerca de 405 quilômetros, sua nascente se encontra no município de Bonito de Santa Fé na Paraíba. A Bacia como um todo possui 57 cursos d'água de dominialidade federal (cruzam os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte), 13 que possuem trechos federal/estadual e 151 cursos d'água de dominialidade estadual. (RP-03, 2013)

A construção de açudes é a principal estratégia adotada pelo poder público ao longo dos anos para lidar com o problema da seca no Nordeste Brasileiro. Como já dito anteriormente o rio é naturalmente intermitente, mas tem seu curso perenizado, principalmente devido a dois reservatórios de regularização, o Coremas-Mãe d'Água localizado na cidade de Coremas-PB e o Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves localizado na cidade de Assú-RN.

Além desses dois citados, na bacia existem outros 52 importantes reservatórios considerados estratégicos, que são definidos pelo RP-03 como os reservatórios que apresentam capacidade máxima de armazenamento igual ou superior a 10 milhões

de metros cúbicos de água (ou 10 hm³). Esse caráter estratégico advém do fato das características desses reservatórios serem de açude interanual. (RP-03, 2013)

Tabela 1: Reservatórios estratégicos e os respectivos municípios nos quais estão inseridos.

Reservatório	Município	Estado	Capacidade Máxima (hm ³)
Curema Mãe d'Água	Coremas	PB	1.358,00
Engenheiro Ávidos	Cajazeiras	PB	255,00
Saco	Nova Olinda	PB	97,50
Lagoa do Arroz	Cajazeiras	PB	80,20
Cachoeira dos Cegos	Catingueira	PB	71,90
Jenipapeiro (Buiu)	Olho d'Água	PB	70,80
Capoeira	Mãe d'Água	PB	53,50
São Gonçalo	Sousa	PB	44,60
Baião	São José do Brejo do Cruz	PB	39,20
Bruscas	Cural velho	PB	38,20
Condado	Conceição	PB	35,00
Carneiro	Jericó	PB	31,30
Capivara	Uiraúna	PB	37,55
Engenheiro Arcoverde	Condado	PB	30,60
Tapera	Belém do Brejo do Cruz	PB	26,40
Santa Inês	Santa Inês	PB	26,10
Farinha	Patos	PB	25,70
Piranhas	Ibiara	PB	25,70
Várzea Grande	Picuí	PB	21,50
Riacho dos Cavalos	Riacho dos Cavalos	PB	17,70
Bartolomeu I	Bonito de Santa Fé	PB	17,60
Jatobá I	Patos	PB	17,50
Escondido	Belém do Brejo do Cruz	PB	16,30
São Mamede	São Mamede	PB	15,80
Queimadas	Santana dos Garrotes	PB	15,60
Timbaúba	Juru	PB	15,40
Bom Jesus II	Água Branca	PB	14,20
Pilões	São João do Rio do Peixe	PB	13,00
Santa Luzia	Santa Luzia	PB	12,00
Serra Vermelha I	Conceição	PB	11,80
Cachoeira dos Alves	Itaporanga	PB	10,60
Católé I	Manaira	PB	10,50
Canoas	Nova Olinda	PB	45,55
Poço Redondo	Santana de Mangueira	PB	62,75
Santa Rosa	Belém do Brejo do Cruz	PB	16,57
Vazante	Diamante	PB	9,09
Engenheiro Armando Ribeiro Gonç	Assú	RN	2.400,00
Boqueirão de Parelhas	Parelhas	RN	85,00
Itans	Caicó	RN	81,80
Mendubim	Assú	RN	76,40
Sabugi	São João do Sabugi	RN	65,30
Passagem das Trairas	Jardim do Seridó	RN	48,90
Marechal Dutra (Gargalheiras)	Acari	RN	40,00
Cruzeta	Cruzeta	RN	35,00
Carnaúba	São João do Sabugi	RN	25,70
Pataxó	Ipanguaçu	RN	24,40
Esguincho	Ouro Branco	RN	21,60
Boqueirão de Angicos	Angicos	RN	19,80
Rio da Pedra	Santana do Mato	RN	12,40
Beldroega	Paraú	RN	11,40
Dourado	Currais Novos	RN	10,30
Caldeirão de Parelhas	Parelhas	RN	10,00
		Total	5.658,71

Fonte: RP-03 - Diagnóstico da Bacia do Rio Piranhas Açu, 2013.

3.2 CARACTERÍSTICAS SÓCIO-DEMOGRÁFICAS

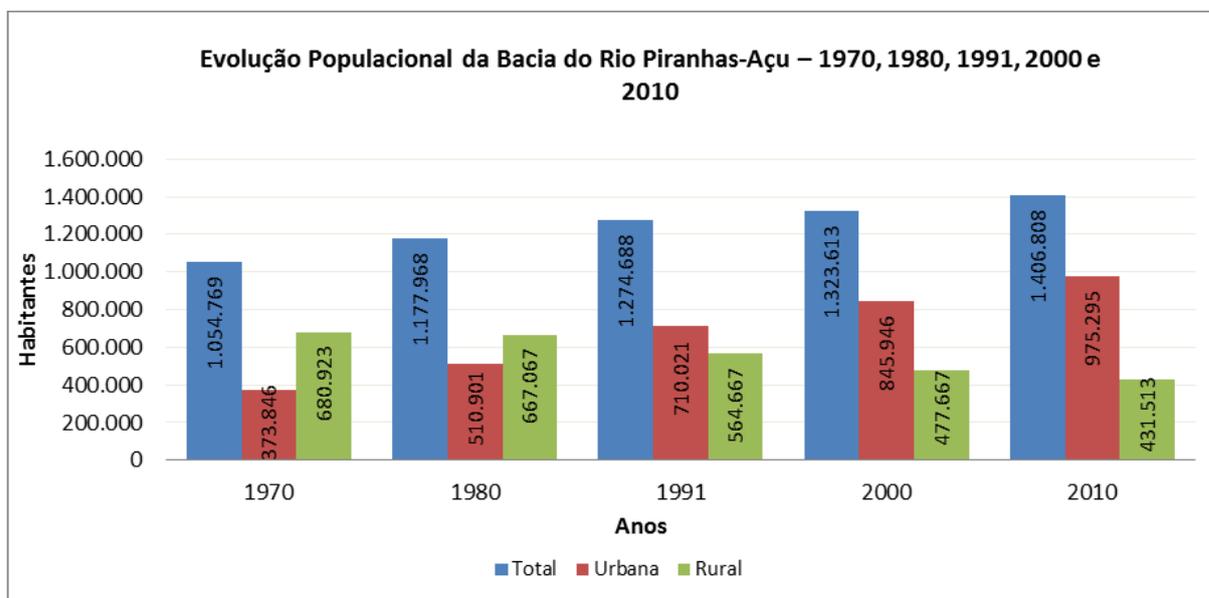
O Brasil passou por grandes mudanças na economia, na organização social, na dinâmica demográfica e na distribuição espacial da população. Essas mudanças tem se tornado mais evidentes nos últimos anos e, por isso, é importante entendê-las para que seja possível traçar um perfil da população considerando suas transformações (RP-03, 2013).

As rápidas transformações demográficas ocorridas no Brasil durante o Século XX refletem bem a realidade dos municípios da Bacia Piranhas-Açu. Não diferente do país, os municípios da bacia tiveram aumento da população, porém a taxa de crescimento vem diminuindo ao longo dos anos (RP-03, 2013).

É fácil notar claramente o crescimento da população total e o crescimento da população urbana em detrimento do crescimento da população rural. A população rural, quando comparada com a população urbana, tem diminuído, o que caracteriza, dentre outros fatores, forte migração da população rural para as zonas urbanas (IBGE, 2010).

Para evidenciar essa tendência na demografia da região é mostrado um gráfico obtido do RP-03, com dados do censo do IBGE no ano de 2010:

Figura 1: Evolução Populacional da Bacia Piranhas-Açu.



Fonte: RP-03 - Diagnóstico da Bacia do Rio Piranhas Açu, 2013.

3.3 CIDADES DE INTERESSE

As cidades de interesse para estudo pertencem a bacia do Rio Piranhas-Açu, que contempla 147 municípios. Embora no interior da área da bacia tenha essa quantidade de municípios, alguns estão apenas em parte, nela inseridos, em menor ou maior área. Dessa maneira, fazendo uma verificação no traçado dos limites da bacia, decidiu-se considerar como municípios de interesse para o presente trabalho, apenas os municípios que possuem sua sede municipal inserida dentro dos limites da bacia.

O total de municípios que possuem sede no interior da área da bacia é de 132, dos quais 93 pertencem ao estado da Paraíba e 39 ao estado do Rio Grande do Norte. A quantidade de habitantes residente nos municípios que compõem a bacia é de 1.406.808 habitantes segundo o Censo do IBGE do ano de 2010.

A delimitação da bacia e os principais municípios inseridos nela, são mostrados no mapa fornecido pelo Plano de Recursos Hídricos da Bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu (ANA, 2014):

Tabela 2: Municípios definidos para estudo.

RN Acari	PB Coremas	PB Manaíra	PB Santa Helena	PB Sousa
RN Açú	RN Cruzeta	PB Marizópolis	PB Santa Inês	PB Tavares
RN Afonso Bezerra	PB Cubati	PB Mato Grosso	PB Santa Luzia	PB Teixeira
PB Água Branca	RN Currais Novos	PB Maturéia	PB Santa Teresinha	RN Tenente Laurentino Cruz
PB Aguiar	PB Curral Velho	PB Monte Horebe	PB Santana de Mangueira	PB Tenório
RN Alto do Rodrigues	PB Diamante	PB Nazarezinho	RN Santana do Matos	RN Timbaúba dos Batistas
RN Angicos	PB Emas	PB Nova Olinda	RN Santana do Seridó	PB Triunfo
PB Aparecida	RN Equador	PB Nova Palmeira	PB Santana dos Garrotes	RN Triunfo Potiguar
PB Areia de Baraúnas	RN Fernando Pedroza	PB Olho d'Água	PB São Bentinho	PB Uiraúna
PB Belém do Brejo do Cruz	RN Florânia	RN Ouro Branco	PB São Bento	PB Várzea
PB Bernardino Batista	PB Frei Martinho	RN Paraú	PB São Domingos de Pombal	PB Vieirópolis
PB Boa Ventura	PB Ibiara	RN Parelhas	RN São Fernando	PB Vista Serrana
RN Bodó	PB Igaracy	PB Passagem	PB São Francisco	
PB Bom Jesus	PB Imaculada	PB Patos	PB São João do Rio do Peixe	
PB Bom Sucesso	RN Ipanguaçu	PB Paulista	RN São João do Sabugi	
PB Bonito de Santa Fé	RN Ipueira	PB Pedra Branca	PB São José da Lagoa Tapada	
PB Brejo do Cruz	RN Itajá	PB Pedra Lavrada	PB São José de Caiana	
PB Brejo dos Santos	PB Itaporanga	RN Pedro Avelino	PB São José de Espinharas	
PB Cachoeira dos Índios	RN Jardim de Piranhas	RN Pendências	PB São José de Piranhas	
PB Cacimba de Areia	RN Jardim do Seridó	PB Piancó	PB São José de Princesa	
RN Caicó	PB Jericó	PB Picuí	PB São José do Bonfim	
PB Cajazeiras	PB Joca Claudino/Santarém	PB Poço Dantas	PB São José do Brejo do Cruz	
PB Cajazeirinhas	RN Jucurutu	PB Poço de José de Moura	PB São José do Sabugi	
RN Carnaúba dos Dantas	PB Juru	PB Pombal	RN São José do Seridó	
RN Carnaubais	PB Lagoa	RN Porto do Mangue	PB São Mamede	
PB Carrapateira	RN Lagoa Nova	PB Princesa Isabel	RN São Rafael	
PB Catingueira	PB Lastro	PB Quixabá	RN São Vicente	
PB Catolé do Rocha	RN Macau	PB Riacho dos Cavalos	PB Seridó	
PB Conceição	PB Mãe d'Água	PB Salgadinho	PB Serra Grande	
PB Condado	PB Malta	PB Santa Cruz	RN Serra Negra do Norte	

Fonte: Dados de Pesquisa, 2016.

3.4 USO DA ÁGUA

A bacia do Piranhas-Açu apresenta diversos usos da água, destacando-se principalmente o abastecimento urbano e rural, irrigação, dessedentação animal, industrial, mineração, aquicultura, além de usos não-consuntivos como a recreação, dentre outros. Diante disso é fácil perceber que a bacia tem papel estratégico no desenvolvimento dos dois estados.

Segundo o Relatório de Diagnóstico da Bacia do Rio Piranhas-Açu (RP-03), a distribuição das demandas hídricas é constituída por: Irrigação, representando 87% da demanda; Abastecimento Humano, representando 9% da demanda; Pecuária, representando 2% e Industrial, representando 2%.

O interesse do estudo é o do consumo *per capita* urbano (l/hab./dia), que é fornecido em média anual pelo Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS.

4. METODOLOGIA

4.1 OBTENÇÃO DE DADOS

Para obtenção de dados de consumo foi usada uma ferramenta importante, que é o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento-SNIS, que é disponibilizado On Line, e iniciativa do Ministério das Cidades.

O SNIS obtém dados de saneamento através de coleta junto aos prestadores de serviços (empresas estaduais, municipais ou privadas de água e esgoto) e órgãos gestores do município para agrupa-los, organiza-los e disponibiliza-los em seu site, para qualquer pessoa ou órgão que tenham interesse em acessar essas informações.

Para acesso aos dados de monitoramento dos volumes dos reservatórios que estão presentes na bacia, foram utilizados os sites da Agência Executiva de gestão das Águas do estado da Paraíba – AESA e o do Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte – IGARN.

4.2 SÉRIE HISTÓRICA

Para fazer a comparação entre a variação do volume do reservatório com o consumo *per capita* do município ao qual ele abastece, foi determinado um intervalo de tempo para que essa análise pudesse ser realizada. Os dados de consumo *per capita* são dados de consumo urbano, que são os únicos fornecidos pelo SNIS, já que o fornecimento de água em áreas rurais, em sua maioria, não são realizados por concessionárias de serviços de água e esgoto.

A bacia do Piranhas-Açu apresenta uma característica de chuvas concentradas em poucos meses do ano e uma alta variabilidade interanual de precipitações. Baseando-se nisso, a série histórica dos dados utilizados foi a do ano de 2009 até o ano de 2014 (5 anos), esse intervalo foi escolhido por abranger períodos de níveis de pluviometria elevados em alguns anos, e de baixo nível em outros, inseridos no mesmo intervalo, o que dá maior representatividade e fidedignidade para o estudo.

A consulta realizada ao SNIS foi feita através do site, acessando o link presente em sua página inicial denominado *série histórica*, posteriormente selecionando o ícone de informações sobre *água e esgoto*, em seguida escolhendo a série de dados referente aos anos entre 2009 e 2014, os estados de interesse, e os respectivos municípios que se desejou obter os dados.

Após essa seleção dos dados, o SNIS gera uma planilha em arquivo do excel com as informações solicitadas, e a disponibiliza para download do usuário solicitante. A planilha apresenta os municípios solicitados, o ano de referência dos dados e as respectivas informações solicitadas, alinhadas de acordo com esse ano de referência.

4.3 EXCLUSÃO DE MUNICÍPIOS

4.3.1 Por falta de dados de Monitoramento de Reservatórios

Para se obter conhecimento sobre a variação dos volumes dos reservatórios foi definido a busca de dados nos órgãos responsáveis pelo monitoramento desses reservatórios, esses órgãos são a Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba (AESA) e o Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN).

Ao iniciar as buscas nos sites desses órgãos, à procura de gráficos que mostrassem o monitoramento anual dos volumes dentro do intervalo de tempo definido para a série histórica selecionada, deparou-se com um problema: O Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte não fornece em seu site os dados da variação dos volumes ao longo dos anos em gráficos, fornece apenas o volume e nível atual dos reservatórios.

Diante desse problema, foi feita a tentativa de contato para obter os dados dos anos referentes a série histórica através de e-mail enviado ao IGARN, mas infelizmente não foi obtido nenhum tipo de retorno; De modo que ficou impossibilitada a inclusão de informações dessa natureza nas cidades da bacia que pertencem ao Rio Grande do Norte.

Como os municípios do Rio Grande do Norte somam 39 dos 132 municípios, caracterizando uma minoria em relação ao total, decidiu-se prosseguir os estudos com os municípios da bacia que pertencem ao estado da Paraíba, onde foi possível obter os dados junto à AESA.

Além dos municípios pertencentes ao Rio Grande do Norte, ocorreram três municípios no estado da Paraíba que também não conseguiu-se obter dados de monitoramento dos reservatórios, as cidades com esse problema tem em comum o fato de serem abastecidas por reservatórios municipais e que não são monitorados pela AESA. Os municípios Paraibanos sem dados de monitoramento de reservatórios foram: Monte Horebe-PB, Quixabá-PB e Santa Cruz-PB.

4.3.2 Por falta de dados de Consumo *Per Capita*

Com os 93 municípios restantes que pertencem ao estado da Paraíba que compõem a bacia, obtiveram-se os dados necessários pelo SNIS e pela AESA; Ao obter os dados, constatou-se que, há municípios que não possuem dados de consumo fornecidos pelo SNIS, e outros que não apresentam os dados dos 6 anos definidos na série histórica.

Apenas 4 municípios apresentaram dados de consumo *per capita* no ano de 2009, esses municípios foram: Mãe D'água-PB, Poço de José de Moura-PB, Serra Grande-RN e Sousa-PB.

Diante desse problema e pensando em ter uma melhor qualidade nas análises, foi definido que seriam considerados para estudo apenas os municípios que tivessem três ou mais anos de dados de consumo *per capita*, dessa forma foram eliminados os municípios com menos de 3 anos de dados de consumo *per capita*. Esses municípios foram: Areia de Baraúnas-PB, Coremas-PB, Curral Velho-PB, São José de Princesa-PB, São José do Brejo do Cruz-PB e São Domingos de Pombal-PB.

A maioria dos municípios que não tem dados de consumo *per capita*, são municípios que apresentam distribuição de água de responsabilidade de agências municipais, deixando evidente a falta de contribuição dessas para com o banco de dados do SNIS.

Outros municípios apresentam falhas nos dados de consumo *per capita*, mas essas falhas são em anos diversos, mantendo uma série de 3 anos sem falhas, o que nos dá a possibilidade de utilizá-los.

4.3.3 Por serem abastecidos por poços artesianos, ou por dois ou mais reservatórios

Ao verificar através do Atlas do Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2010), os tipos de abastecimento de água de cada município da bacia, verificou-se que uma parte deles é abastecida por poços artesianos, por dois ou mais reservatórios, de forma mista utilizando poço artesiano e reservatório superficial ou com captação direto de um rio.

Como seria muito complexo verificar a parte de contribuição dos reservatórios em um sistema misto, ou mesmo conseguir dados que mostrem a parte da contribuição em que cada reservatório fornece a um município, optou-se por utilizar apenas municípios que são abastecidos de maneira isolada, por apenas um único reservatório superficial.

Dessa forma, o estudo se resumiu aos 42 municípios que são mostrados na tabela abaixo:

Tabela 3: Municípios com dados utilizáveis.

PB ÁGUA BRANCA	PB NOVA OLINDA
PB AGUIAR	PB NOVA PALMEIRA
PB BOM JESUS	PB OLHO D'ÁGUA
PB BOM SUCESSO	PB PEDRA BRANCA
PB BONITO DE SANTA FÉ	PB PEDRA LAVRADA
PB BREJO DOS SANTOS	PB PIANCÓ
PB CACHOEIRA DOS ÍNDIOS	PB PICUÍ
PB CAJAZEIRAS	PB PRINCESA ISABEL
PB CARRAPATEIRA	PB RIACHO DOS CAVALOS
PB CATINGUEIRA	PB SANTA TERESINHA
PB CUBATI	PB SANTANA DOS GARROTES
PB EMAS	PB SÃO FRANCISCO
PB IGARACY	PB SÃO JOSÉ DA LAGOA TAPADA
PB IMACULADA	PB SÃO JOSÉ DE CAIANA
PB ITAPORANGA	PB SÃO JOSÉ DE PIRANHAS
PB JERICÓ	PB SERIDÓ
PB JURU	PB SERRA GRANDE
PB LAGOA	PB SOUSA
PB MANAÍRA	PB TAVARES
PB MARIZÓPOLIS	PB TRIUNFO
PB MATO GROSSO	PB UIRAÚNA

Fonte: Dados de Pesquisa, 2016.

4.4 COMPARAÇÃO GRÁFICA

Para ser feita uma análise da variação dos volumes dos reservatórios relacionando-os com o consumo *per capita* de água foram utilizados gráficos de linha elaborados a partir dos dados de consumo *per capita* obtidos através do SNIS, e gráficos fornecidos pela AESA que mostram a variação dos volumes em intervalos anuais.

A análise realizada foi visual, procurando verificar se há uma certa tendência entre os gráficos; Baseado nisso foi verificado se os valores de consumo *per capita* tem variações significativas com a variação dos volumes dos reservatórios.

5. RESULTADOS

Os resultados foram apresentados, município a município, com os gráficos mostrados um abaixo do outro, para que se possa compará-los.

Foram feitos comentários sobre o comportamento dos gráficos relacionados aos municípios; Esses comentários abordam o que ocorre no consumo *per capita* em relação ao que é visto no volume do reservatório, de maneira tal que foram explanados os pontos mais aparentes nos gráficos.

Os gráficos de consumo *per capita* foram elaborados por desenvolvimento próprio, no programa Microsoft Excel, utilizando os dados fornecidos pelo SNIS. Os municípios e os respectivos reservatórios que o abastecem estão listados na tabela 4.

Tabela 4: Municípios e Reservatórios correspondentes.

MUNICÍPIO	RESERVATÓRIO	MUNICÍPIO	RESERVATÓRIO
PB ÁGUA BRANCA	Bom Jesus II	PB NOVA OLINDA	Saco
PB AGUIAR	Frutuoso II	PB NOVA PALMEIRA	Caraibeira
PB BOM JESUS	Lagoa do Arroz	PB OLHO D'ÁGUA	Jenipapeiro (Buiú)
PB BOM SUCESSO	Carneiro	PB PEDRA BRANCA	Saco
PB BONITO DE SANTA FÉ	Bartolomeu I	PB PEDRA LAVRADA	Epitácio Pessoa (Boqueirão)
PB BREJO DOS SANTOS	Carneiro	PB PIANCÓ	Coremas
PB CACHOEIRA DOS ÍNDIOS	Cachoeira da Vaca	PB PICUÍ	Várzea Grande
PB CAJAZEIRAS	Engenheiro Ávidos	PB PRINCESA ISABEL	Jatobá II
PB CARRAPATEIRA	Bom Jesus I	PB RIACHO DOS CAVALOS	Riacho dos Cavalos
PB CATINGUEIRA	Cachoeira dos Cegos	PB SANTA TERESINHA	Capoeira
PB CUBATI	Epitácio Pessoa (Boqueirão)	PB SANTANA DOS GARROTES	Queimadas
PB EMAS	Emas	PB SÃO FRANCISCO	Paraíso (Luiz Oliveira)
PB IGARACY	Cochos	PB SÃO JOSÉ DA LAGOA TAPADA	Jenipapeiro
PB IMACULADA	Albino	PB SÃO JOSÉ DE CAIANA	Pimenta
PB ITAPORANGA	Cachoeira dos Alves	PB SÃO JOSÉ DE PIRANHAS	São José I
PB JERICÓ	Carneiro	PB SERIDÓ	Epitácio Pessoa (Boqueirão)
PB JURU	Timbaúba	PB SERRA GRANDE	Cafundó
PB LAGOA	Carneiro	PB SOUSA	São Gonçalo
PB MANAÍRA	Catolé I	PB TAVARES	Tavares II
PB MARIZÓPOLIS	São Gonçalo	PB TRIUNFO	Gamela
PB MATO GROSSO	Carneiro	PB UIRAÚNA	Capivara

Os municípios são apresentados em ordem alfabética e de acordo com os reservatórios que os abastecem. Caso o reservatório seja o mesmo para duas ou mais cidades agrupar-se-á os municípios com o mesmo reservatório de maneira sequencial. Esse ordenamento foi feito para facilitar a visualização de comportamentos de consumo de cidades com o mesmo reservatório, verificando se há semelhança ou não.

Os gráficos com a variação dos volumes dos reservatórios ao longo dos anos, foram fornecidos pela AESA em intervalos de 10 anos; Por conveniência e

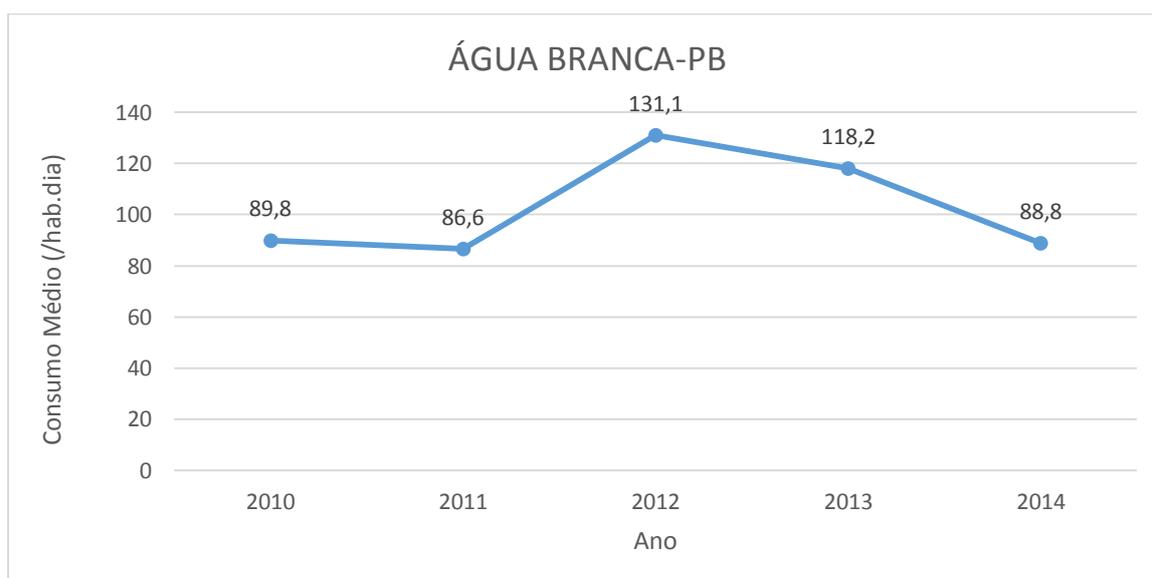
fidedignidade com o material fornecido, serão mostrados os gráficos originais com o período de 10 anos de monitoramento e destacados com delimitação em vermelho os anos escolhidos para estudo para o presente trabalho. Os gráficos de consumo dos municípios e de variação dos volumes dos reservatórios anteriormente selecionados, são apresentados a seguir.

a) Município de Água Branca-PB:

Gráfico 1: Açude Bom Jesus II; Capacidade máxima: 14.174.382 m³.



Gráfico 1-A: Consumo *per capita* do município de Água Branca-PB.



Notou-se na comparação dos gráficos, que nos anos de 2010 e 2011 o reservatório Bom Jesus II apresentou pequenas recargas, mantendo o reservatório com um nível elevado, já o consumo *per capita* se mantém praticamente inalterado

nos mesmos 2 anos de recarga, tendo um salto apenas a partir do ano de 2012, quando o consumo médio *per capita* atingiu seu ponto máximo.

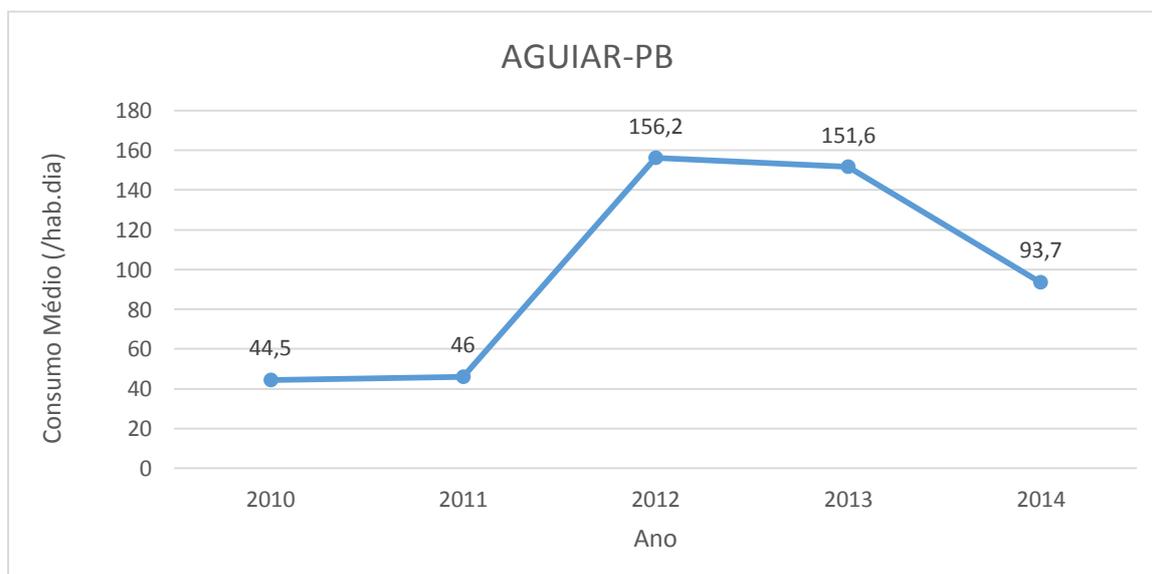
A partir do ponto máximo de consumo médio em 2012, os anos seguintes apresentam queda no consumo de maneiras sucessivas, seguindo a tendência do gráfico da variação do volume do reservatório, que praticamente não sofre recargas a partir do ano de 2012. Isso não explica porém, os baixos consumos no início do período de estudo, já que o reservatório estava cheio.

b) Município de Aguiar-PB:

Gráfico 2: Açude Frutuoso II; Capacidade máxima: 3.517.220 m³.



Gráfico 2-A: Consumo *per capita* do município de Aguiar-PB.



Assim como no município de Água Branca, o município de Aguiar teve os anos de 2010 e 2011 com um consumo *per capita* muito baixo, mas no caso de Aguiar, no ano de 2010 já se iniciou com o reservatório em um nível bem abaixo do máximo, e a recarga maior acontece no ano de 2011, isso reflete no consumo dos anos seguintes, pois em 2012 e 2013 os mesmos tiveram um aumento de mais de 3 vezes em relação aos anos de 2010 e 2011.

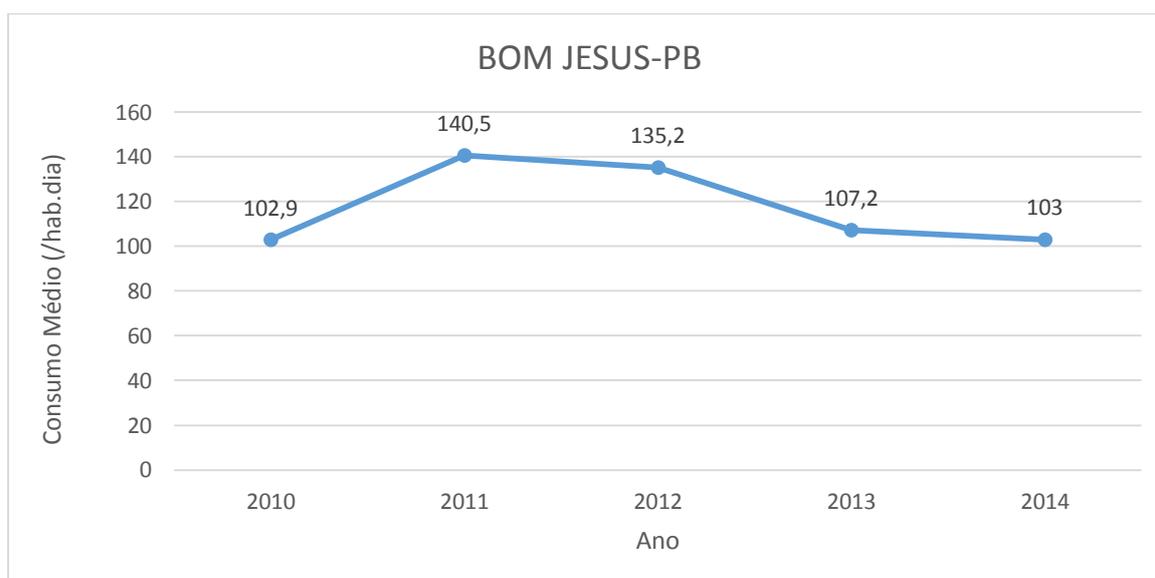
Após o pico máximo de consumo em 2012, os consumos voltam a cair suavemente, tendo em vista que o gráfico do volume do reservatório também vem caindo até chegar em 2014.

c) Município de Bom Jesus-PB:

Gráfico 3: Açude Lagoa do Arroz; Capacidade máxima: 80.220.750 m³.



Gráfico 3-A: Consumo *per capita* do município de Bom Jesus-PB.



Diferentemente dos municípios anteriores, o pico de consumo do município de Bom Jesus-PB foi no ano de 2011, ano em que teve uma recarga bastante significativa no reservatório, proporcionando um crescimento de 36,5% no consumo médio em relação ao ano de 2010.

d) Município de Bom Sucesso-PB, Brejo dos Santos-PB, Jericó-PB, Lagoa-PB, Mato Grosso-PB:

Gráfico 4: Açude Carneiro; Capacidade máxima: 31.285.875 m³.



Gráfico 4-A: Consumo *per capita* do município de Bom Sucesso-PB.

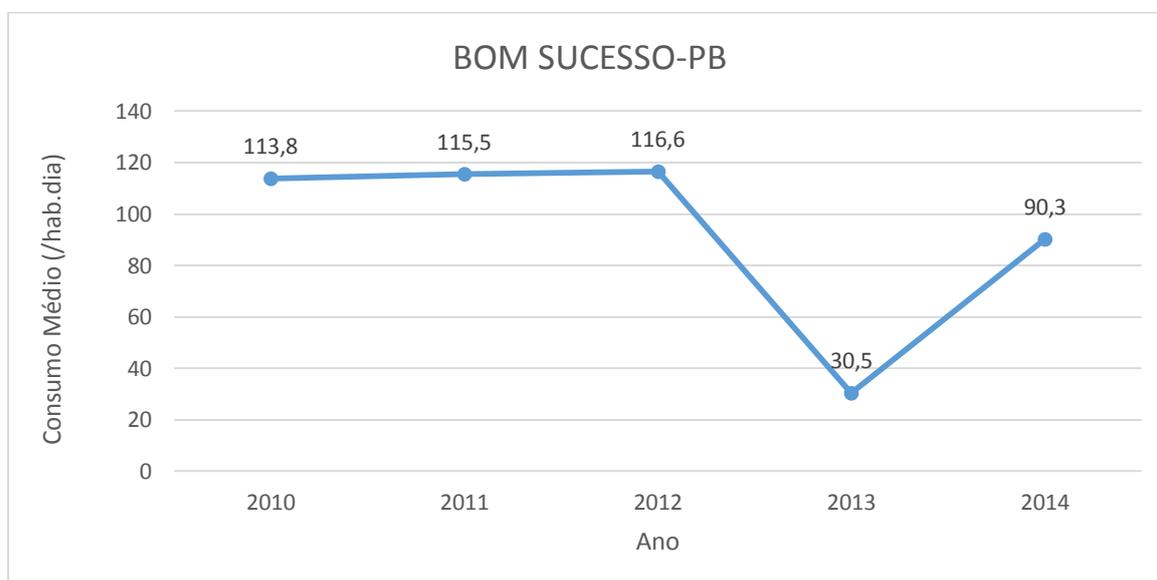


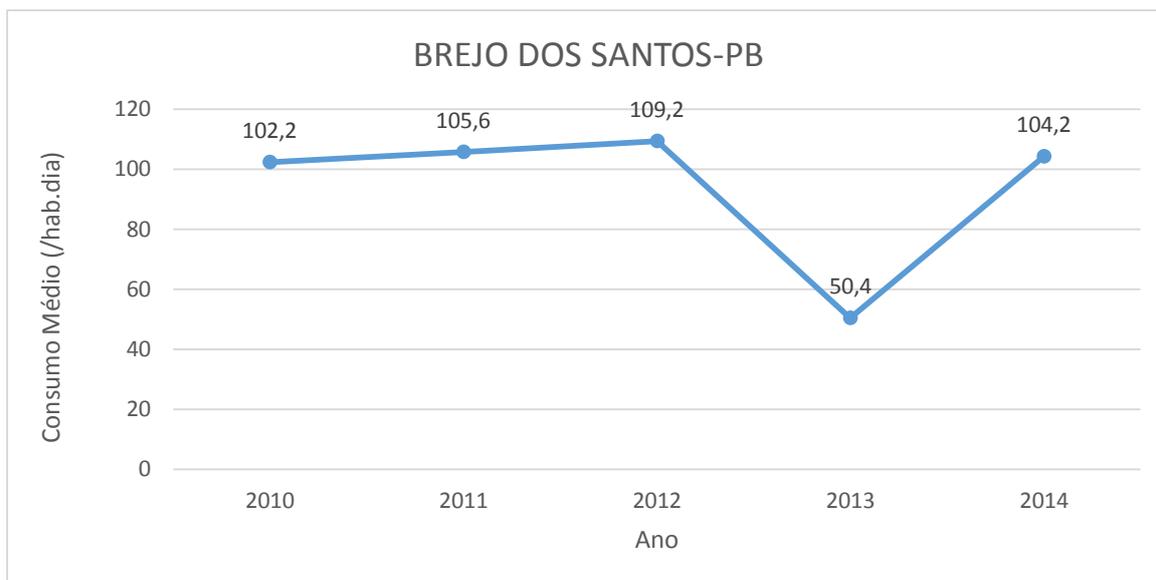
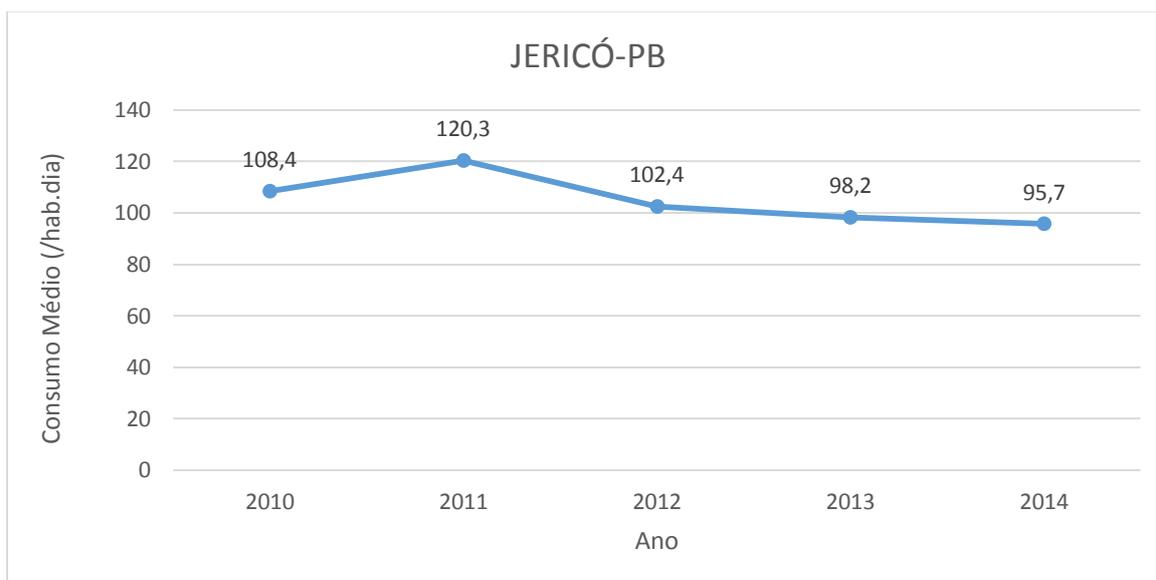
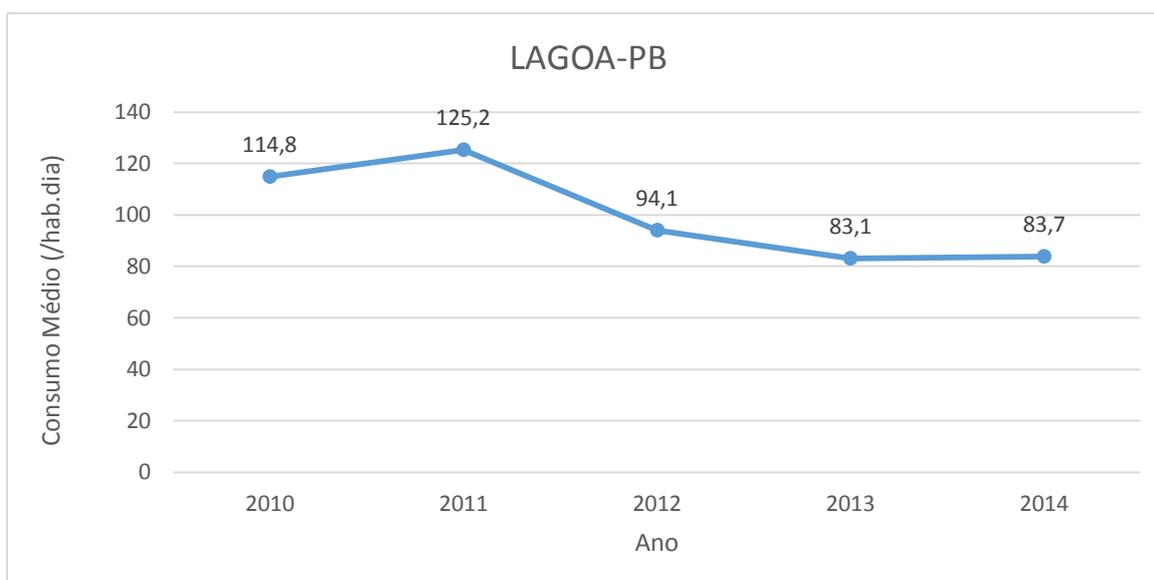
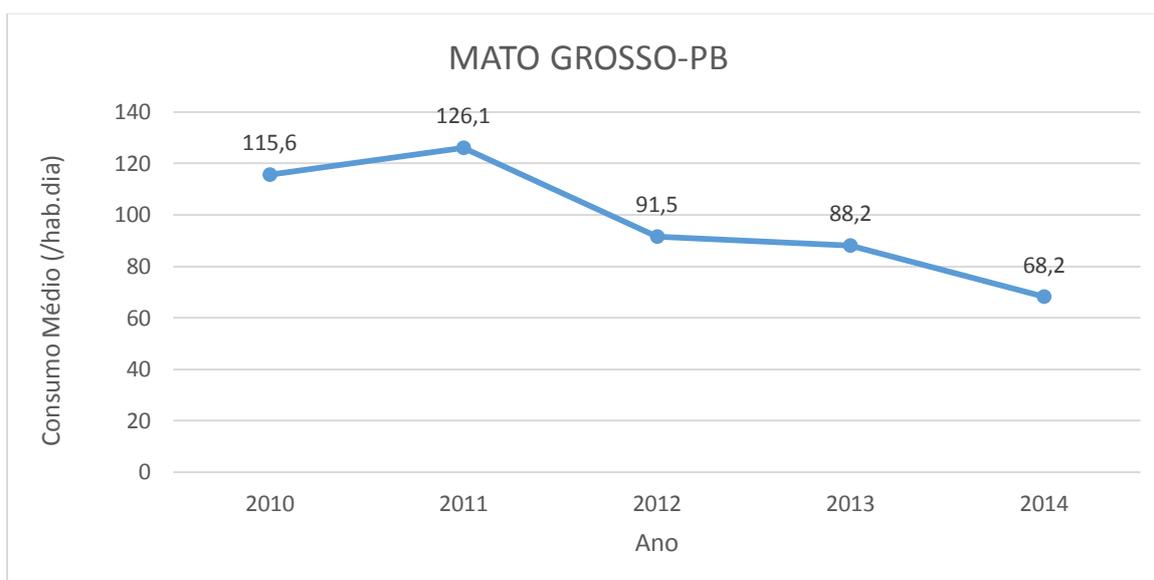
Gráfico 4-B: Consumo *per capita* do município de Brejo dos Santos-PB.**Gráfico 4-C:** Consumo *per capita* do município de Jericó-PB.

Gráfico 4-D: Consumo *per capita* do município de Lagoa-PB.**Gráfico 4-E:** Consumo *per capita* do município de Mato Grosso-PB.

O municípios de Bom Sucesso-PB e Brejo dos Santos-PB apresentaram gráficos de variação de consumo *per capita* praticamente idênticos; Já os municípios de Jericó-PB, Lagoa-PB e Mato Grosso-PB, apresentam gráficos de variação de consumo diferentes dos dois municípios anteriores, mas bem semelhante entre si. A variação do nível do reservatório Carneiro não é suficiente para esclarecer o porquê da variação de consumo tão grande nos dois primeiros municípios entre os anos de 2012/2013 e 2013 para 2014, o que é perceptível é que os municípios do segundo grupo (trio) tiveram menos impacto na variação em seu consumo *per capita* mesmo

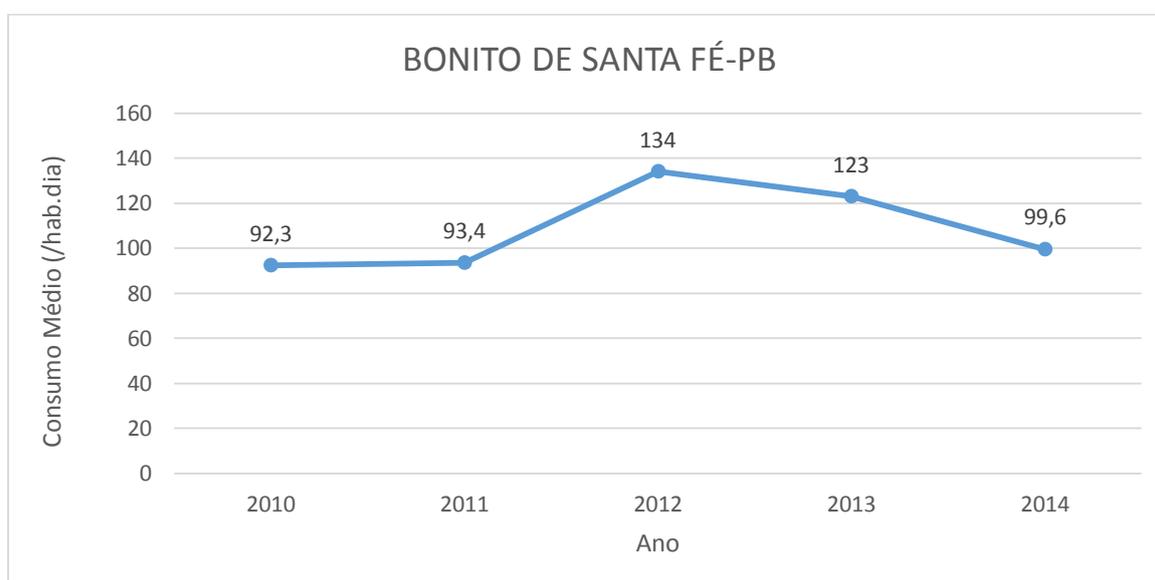
sendo abastecido pelo mesmo reservatório, o que pode ser explicado por problemas de adução, técnicos ou por imposição de racionamento.

e) Município de Bonito de Santa Fé-PB:

Gráfico 5: Açude Bartolomeu I; Capacidade máxima: 17.570.556 m³.



Gráfico 5-A: Consumo *per capita* do município de Bonito de Santa Fé-PB.



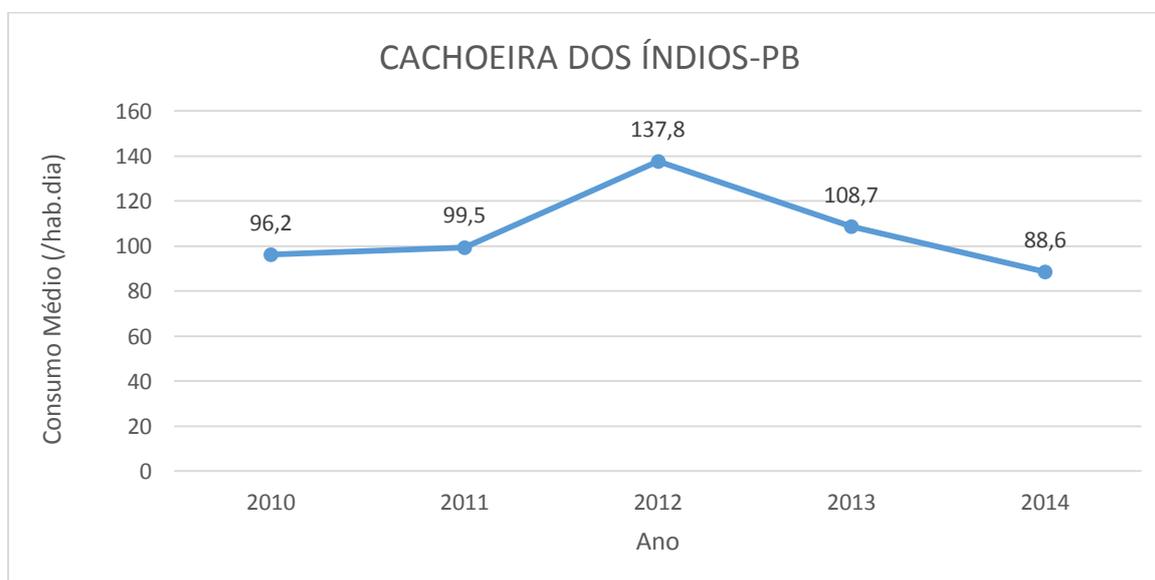
A recarga que acontece no reservatório Bartolomeu I ao longo do ano de 2011 fazendo com que o mesmo atingisse seu volume máximo, reflete um aumento de 43,5% no consumo médio *per capita* no ano de 2012 em relação ao ano anterior.

f) Municípios de Cachoeira dos Índios-PB:

Gráfico 6: Açude Cachoeira da Vaca; Capacidade máxima: 339.156 m³.



Gráfico 6-A: Consumo médio *per capita* da cidade de Cachoeira dos Índios-PB.



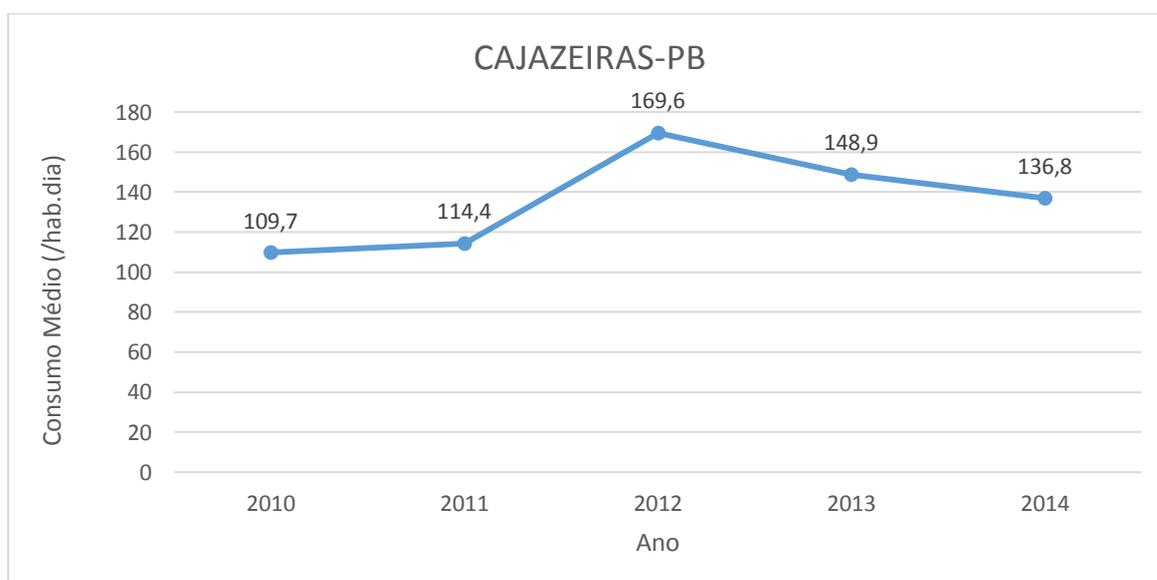
O reservatório Cachoeira da Vaca apresentou recargas, em maior ou menor nível, em todos os anos visualizados, mas o pico de consumo se deu no ano de 2012, ano subsequente ao ano de maior recarga atingindo seu nível máximo, que foi o ano de 2011.

g) Município de Cajazeiras-PB:

Gráfico 7: Açude Engenheiro Ávidos; Capacidade Máxima: 255.000.000 m³.



Gráfico 7-A: Consumo médio *per capita* do município de Cajazeiras-PB.



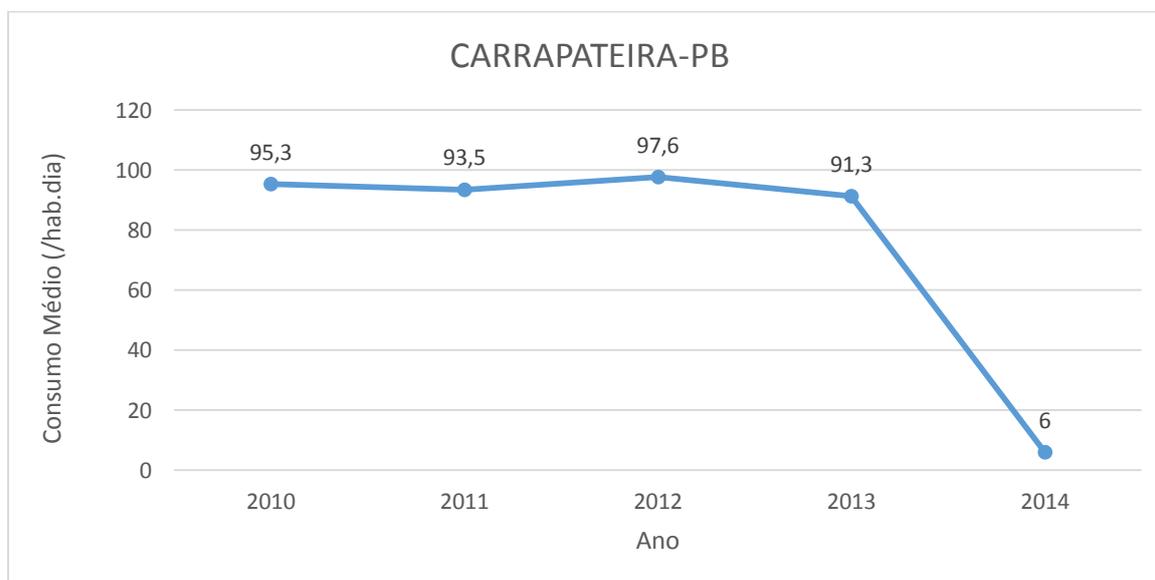
O município de Cajazeiras-PB apresenta também seu pico no consumo *per capita* no ano de 2012, ano que sucede ao ano de 2011, quando houve uma recarga significativa no reservatório Engenheiro Ávidos. Os anos seguintes a 2012 mostram uma queda no consumo, mas sem muita variação como entre 2011 e 2012, mesmo o reservatório diminuindo seu volume seguidamente, isso pode ser explicado pelo fato do reservatório ainda apresentar, mesmo diante de queda, uma certa disponibilidade hídrica.

h) Município de Carrapateira-PB

Gráfico 8: Açude Bom Jesus I; Capacidade Máxima: 343.800 m³.



Gráfico 8-A: Consumo médio *per capita* da cidade de Carrapateira-PB.



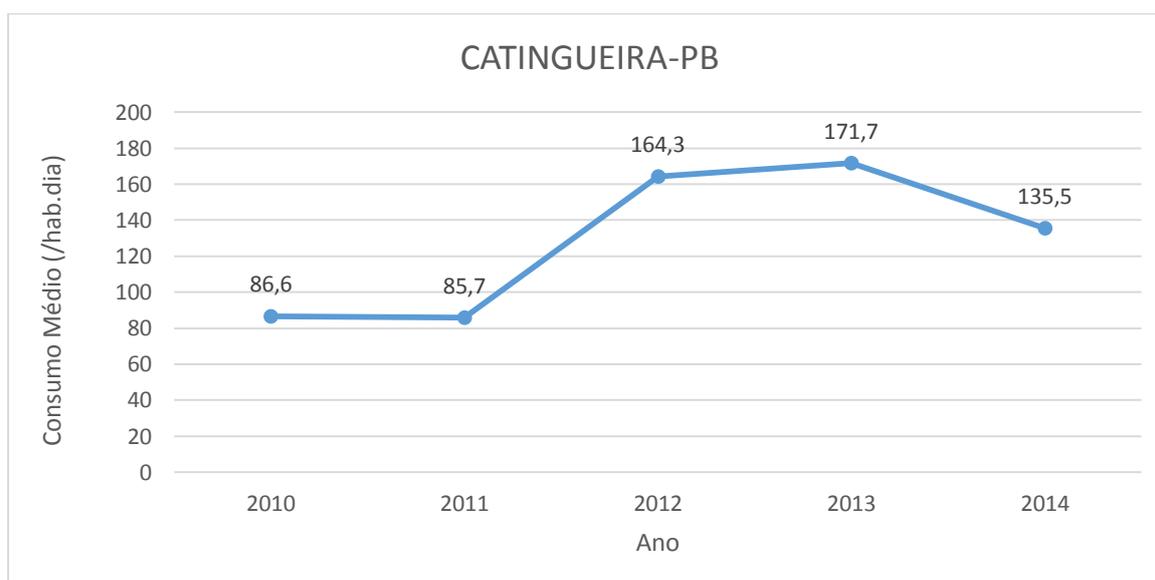
O município de Carrapateira-PB apresenta consumo *per capita* estável, com variações inexpressíveis entre os anos de 2010 e 2013, vindo a ter um grande decréscimo quando o reservatório atinge seu esgotamento no ano de 2014, fazendo o consumo ser praticamente suspenso.

i) Município de Catingueira-PB

Gráfico 9: Açude Cachoeira dos Cegos; Capacidade Máxima:71.887.047 m³.



Gráfico 9-A: Consumo médio *per capita* da cidade de Catingueira-PB.



O município de Catingueira apresenta uma variação de consumo *per capita* particular, tendo seu consumo médio *per capita* nos anos de 2010 e 2011 bem abaixo dos demais anos seguintes, mesmo o seu reservatório tendo mais água no ano de 2009 do que em qualquer dos outros anos seguintes.

j) Município de Cubati-PB, Pedra Lavrada-PB e Seridó-PB:

Gráfico 10: Açude Epitácio Pessoa; Capacidade Máxima: 411.686.287 m³.



Gráfico 10-A: Consumo médio *per capita* do município de Cubati-PB.

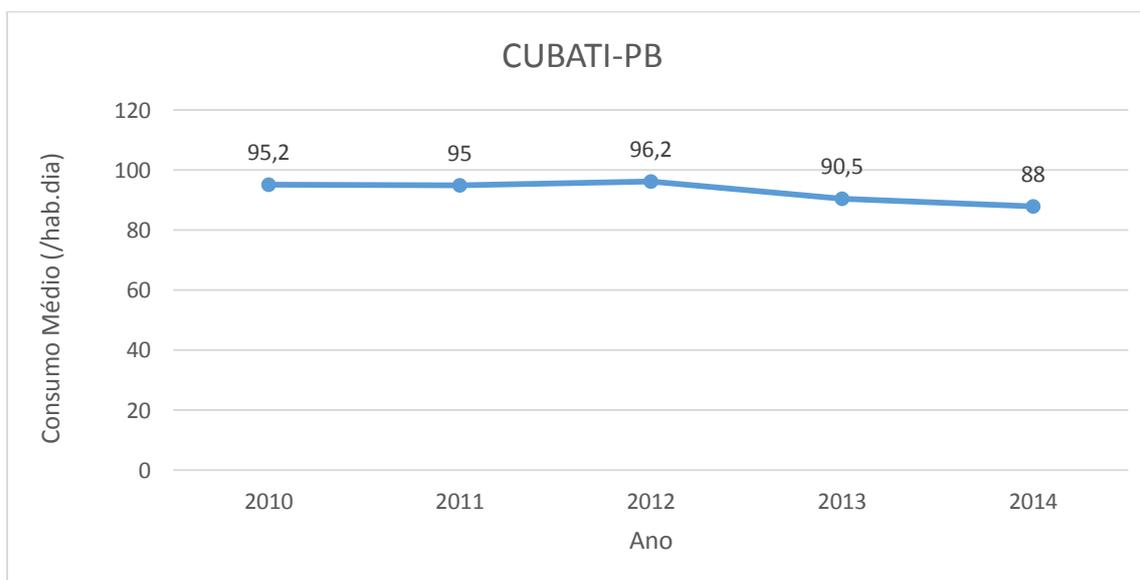
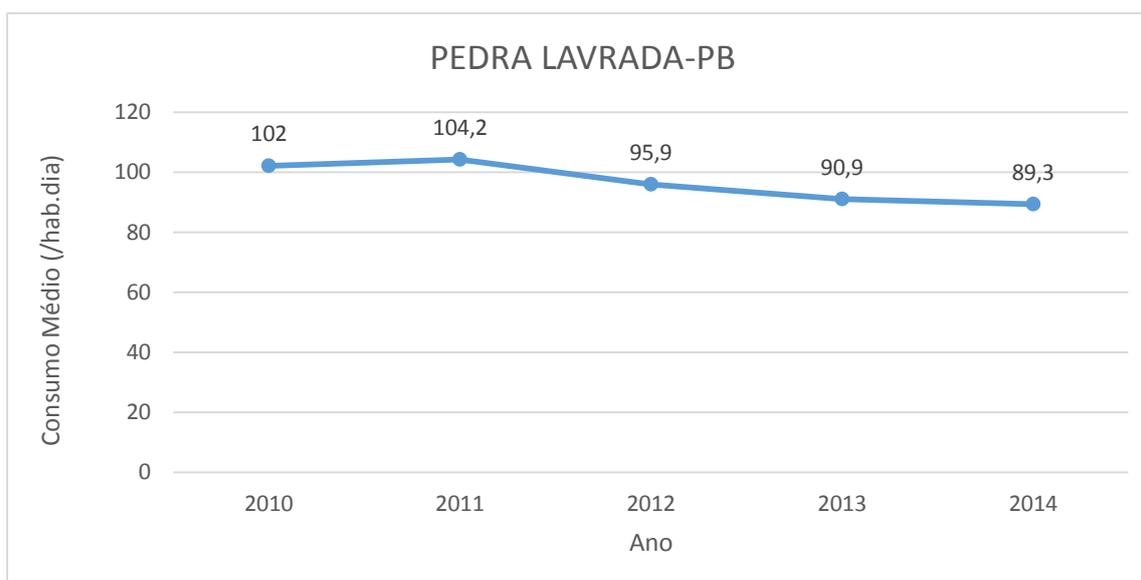
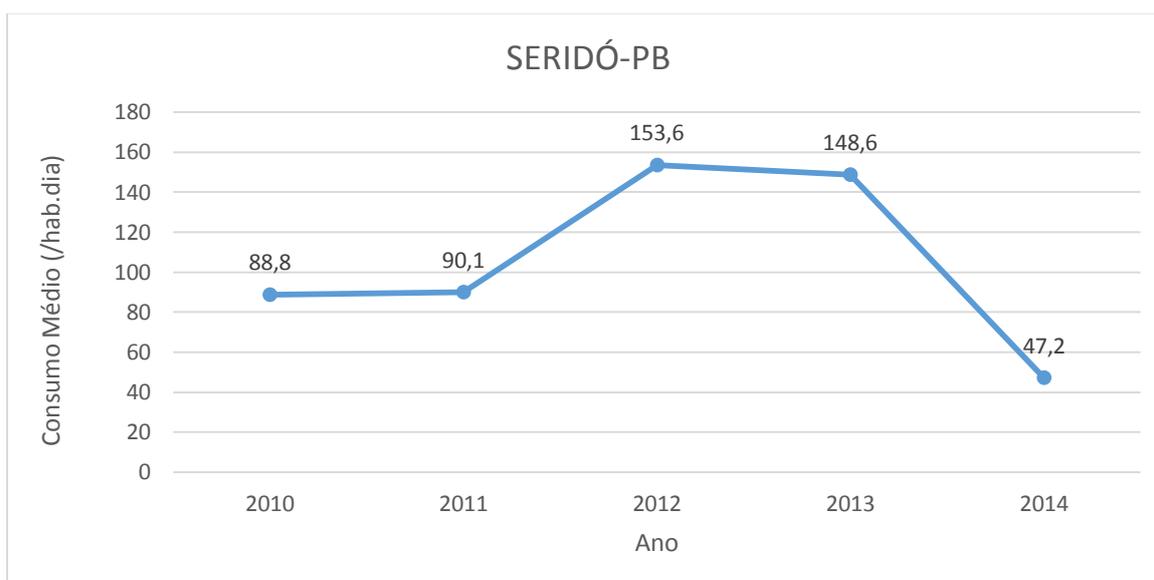


Gráfico 10-B: Consumo médio *per capita* do município de Pedra Lavrada-PB.**Gráfico 10-C:** Consumo médio *per capita* do município de Seridó-PB.

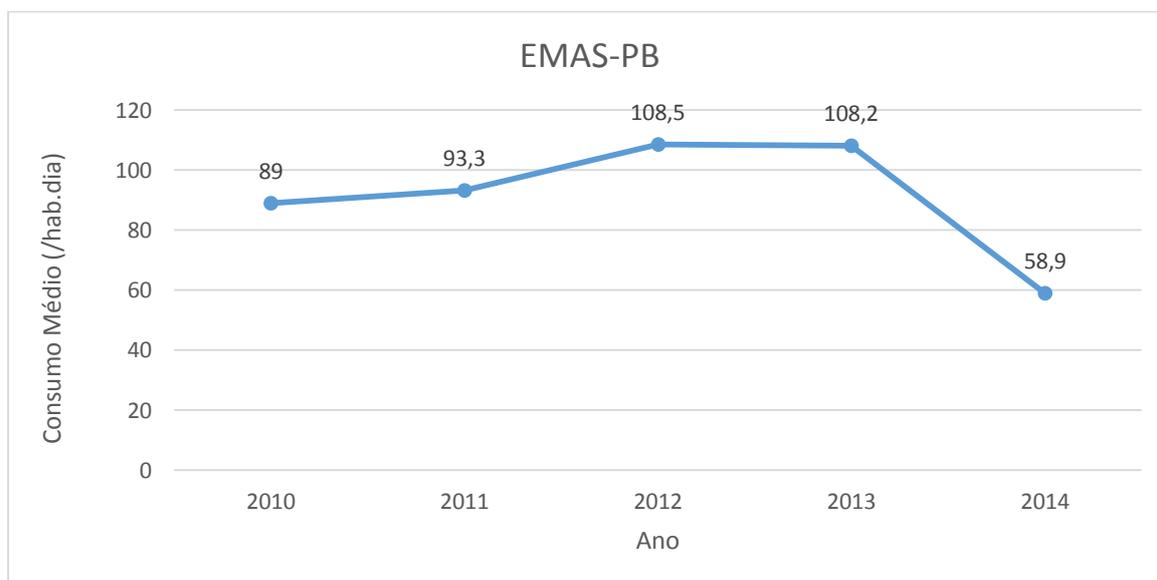
Os municípios de Cubati-PB e Pedra Lavrada-PB apresentam bastante semelhança na forma dos gráficos de variação de consumo, com valores de consumo com pouca variabilidade, pode-se associar essa pouca variabilidade devido à grande disponibilidade hídrica do reservatório Eptácio pessoa que é um dos maiores do estado. Já o município de Seridó-PB apresenta uma variação considerável entre os anos de 2011/2012 e 2013/2014, a primeira com acréscimo de consumo e a segunda com decréscimo.

k) Município de Emas-PB:

Gráfico 11: Açude Emas; Capacidade Máxima: 2.013.750 m³.



Gráfico 11-A: Consumo médio *per capita* do município de Emas-PB.



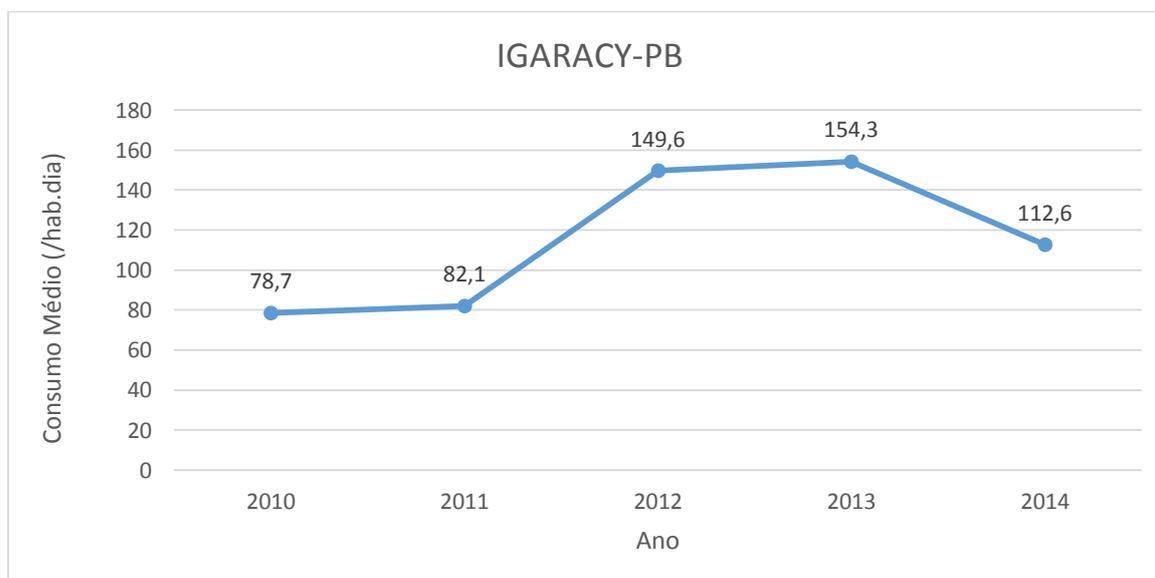
O município de Emas apresenta o consumo médio com pequena variação entre os anos de 2010 e 2013, seu pico se dá no ano de 2012, mas no ano de 2014 há uma grande queda no consumo, aparentemente devido à o reservatório Emas estar seco no início do ano de 2014.

I) Município de Igaracy-PB:

Gráfico 12: Açude Cochos; Capacidade Máxima: 4.199.773 m³.



Gráfico 12-A: Consumo médio *per capita* do município de Igaracy-PB.



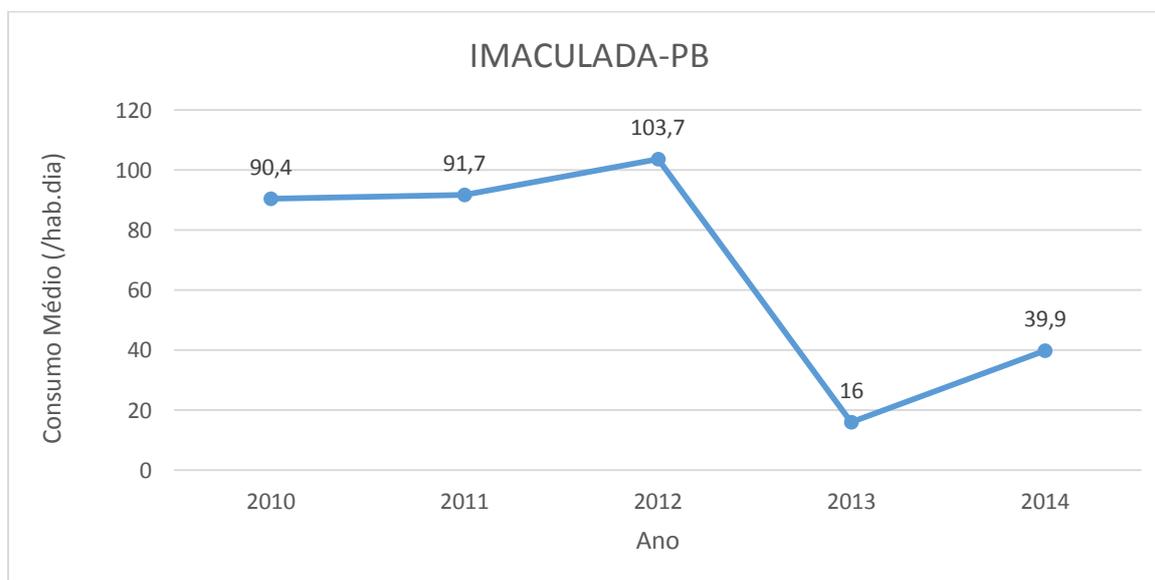
O município de Igaracy-PB apresenta um gráfico de variação de consumo *per capita* com um grande salto no consumo do ano de 2012 em relação a 2011, nota-se mais uma vez que no ano de 2011 houve uma boa recarga no reservatório fazendo com que ele atingisse seu nível máximo, o que pode sugerir o motivo do salto no consumo do ano seguinte.

m) Município de Imaculada-PB:

Gráfico 13: Açude Albino; Capacidade Máxima: 1.833.955 m³.



Gráfico 13-A: Consumo médio *per capita* da cidade de Imaculada-PB.



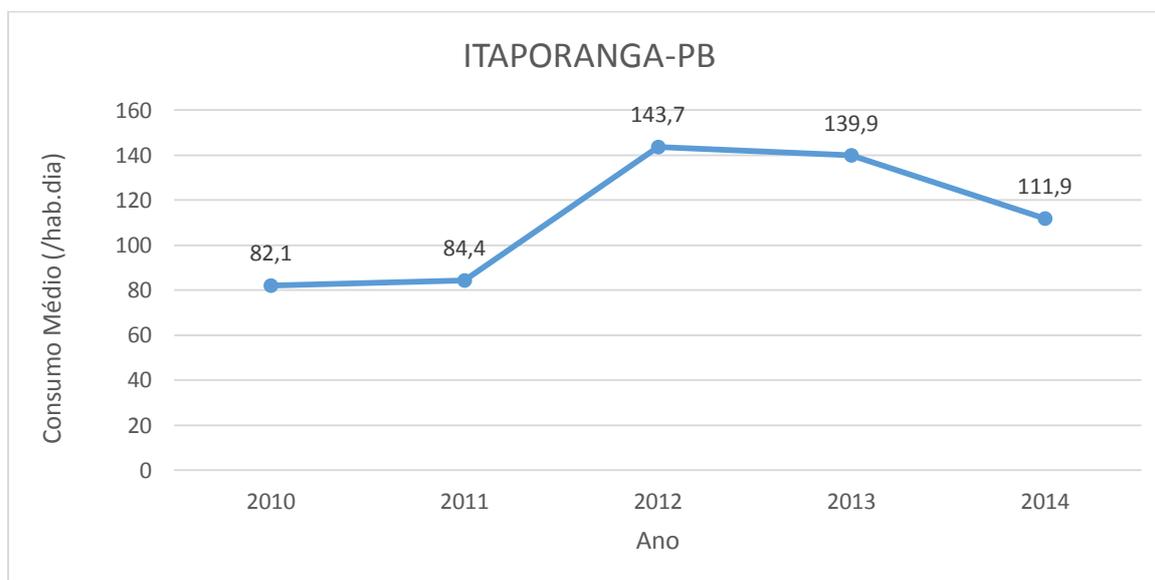
O município de Imaculada-PB apresenta também o pico de consumo no ano de 2012, ano subsequente ao um ano que ocorreu uma recarga considerável no reservatório Albino. Ocorre uma queda brusca no consumo no ano de 2013, devido ao reservatório entrar no mesmo ano praticamente seco, no ano de 2014 há um acréscimo em relação ao consumo do ano anterior, provavelmente devido a recarga durante esse mesmo ano, mesmo assim o consumo médio *per capita* permanece bem abaixo do visto no ano de 2012.

n) Município de Itaporanga-PB:

Gráfico 14: Açude Cachoeira dos Alves; Capacidade Máxima: 10.611.196 m³.



Gráfico 14-A: Consumo médio *per capita* do município de Itaporanga-PB.



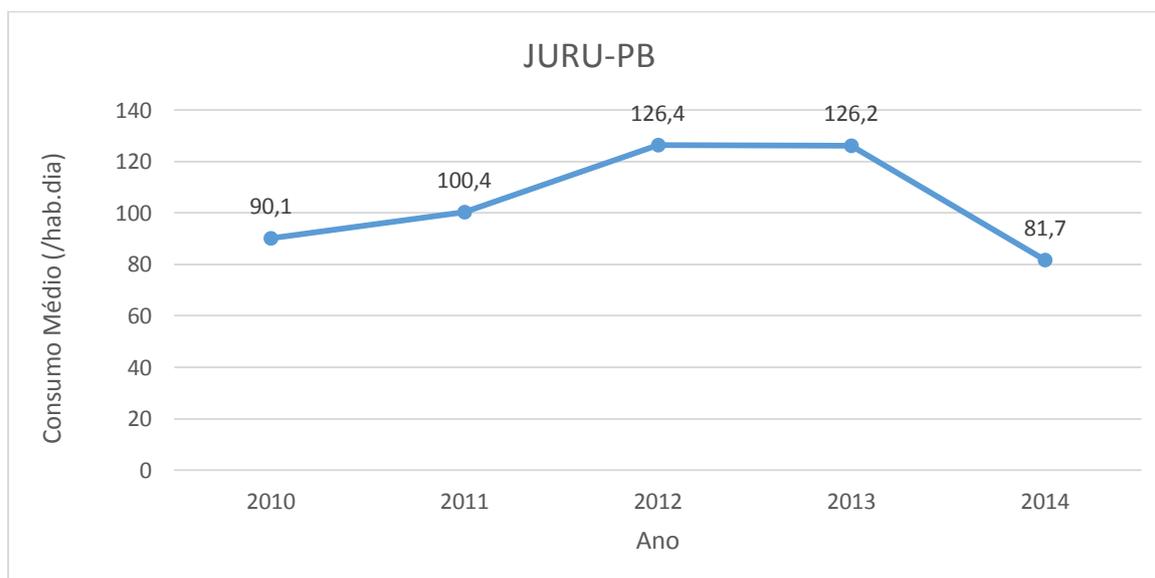
O município de Itaporanga-PB apresenta, assim como o município anterior, um grande salto no consumo do ano de 2012 em relação ao ano de 2011, mais uma vez é possível visualizar que ocorre no ano de 2011 uma recarga bastante significativa, podendo justificar esse salto no consumo.

o) Município de Jurú-PB:

Gráfico 15: Açude Timbaúba; Capacidade Máxima: 15.438.572 m³.



Gráfico 15-A: Consumo médio *per capita* do município de Jurú-PB.



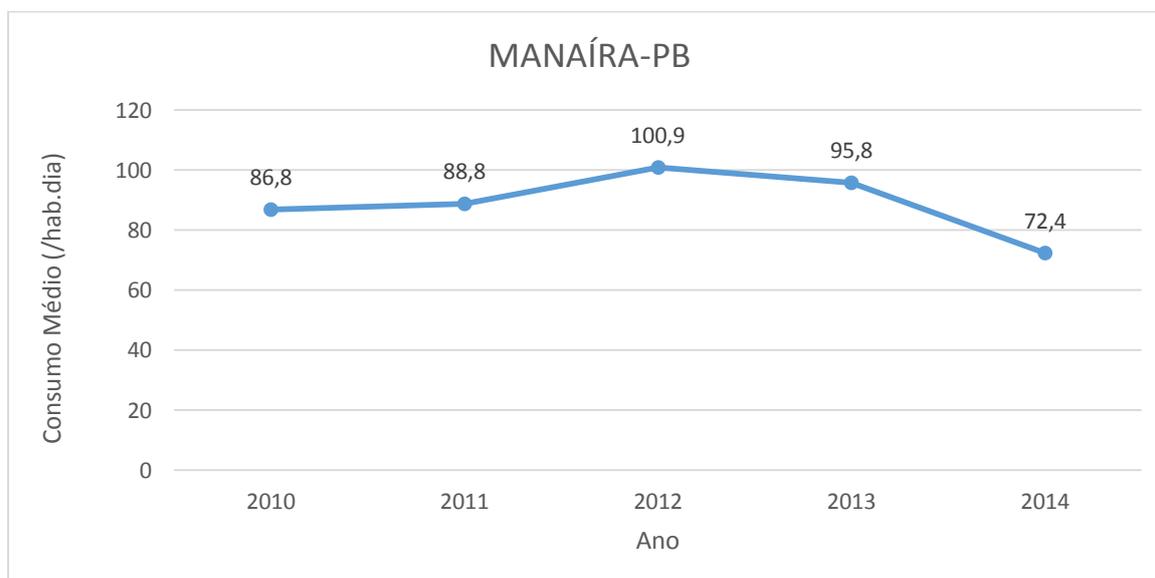
O município de Jurú-PB apresenta o pico de consumo também no ano de 2012, ano que sucede a um ano que ocorreu uma recarga significativa no reservatório Timbaúba. O consumo só volta a ter uma variação significativa no ano de 2014, quando há uma queda, provavelmente devido ao volume do reservatório se encontrar baixo.

p) Município de Manaíra-PB:

Gráfico 16: Açude Catolé I; Capacidade Máxima: 10.500.000 m³.



Gráfico 16-A: Consumo médio *per capita* do município de Manaíra-PB.



O município de Manaíra-PB, assim como outros já mostrados apresenta um pico de consumo no ano de 2012, ano que sucede ao ano de 2011, quando ocorre uma grande recarga no reservatório. A maior variação de consumo no gráfico ocorre no ano de 2014 em relação a 2013, ano em que o reservatório atinge um dos menores volumes da série.

q) Município de Marizópolis-PB e Sousa-PB:

Gráfico 17: Açude São Gonçalo; Capacidade Máxima: 44.600.000 m³.



Gráfico 17-A: Consumo médio *per capita* do município de Marizópolis-PB.

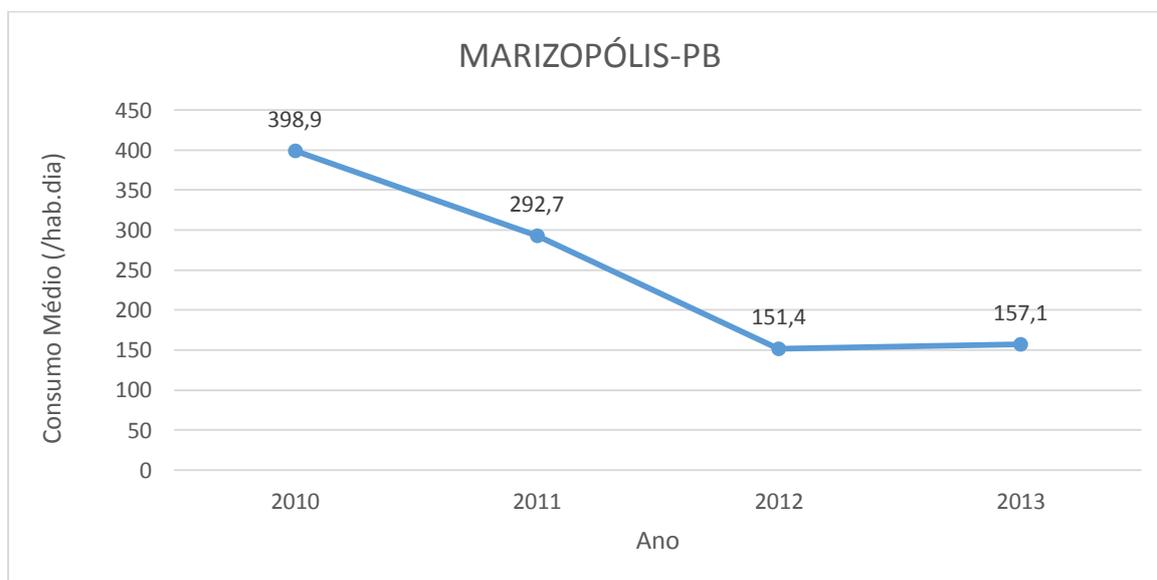
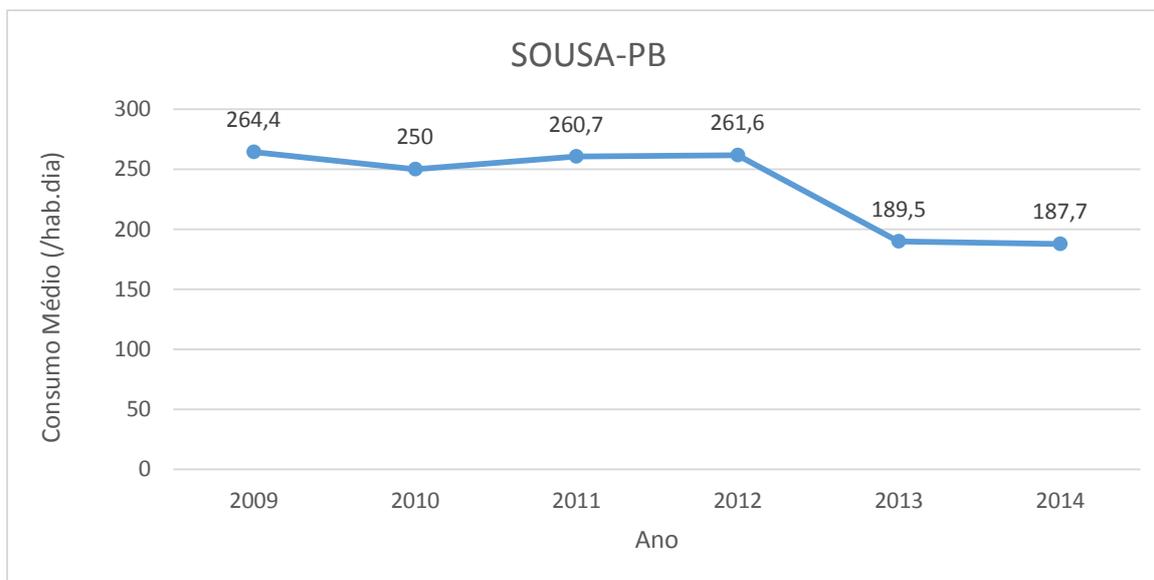


Gráfico 17-B: Consumo médio *per capita* do município de Sousa-PB.

Os municípios de Marizópolis-PB e Sousa-PB, não apresentam semelhança em seus gráficos de consumo, mesmo sendo abastecidos pelo mesmo reservatório. O município de Marizópolis diverge muito de outros municípios até aqui apresentados, tendo seu pico de consumo no ano de 2010, e um pico bastante elevado de 398,9 l/hab.dia, o que leva a um questionamento sobre a veracidade nos dados fornecidos para o município. O município de Sousa-PB apresenta, até aqui, os maiores valores de consumo na média dos anos mostrados, apresentando uma grande queda apenas no ano de 2013, quando o reservatório de São Gonçalo já estava num dos seus piores níveis.

r) Município de Nova Olinda-PB e Pedra Branca-PB:

Gráfico 18: Açude Saco; Capacidade Máxima: 97.488.089 m³.



Gráfico 18-A: Consumo médio *per capita* do município de Nova Olinda-PB.

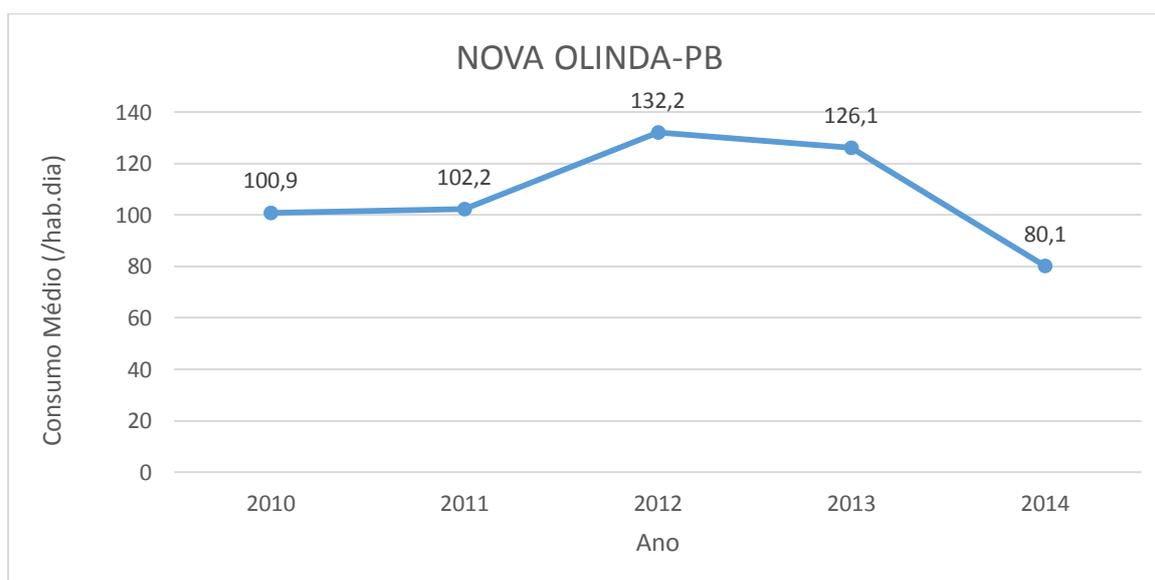
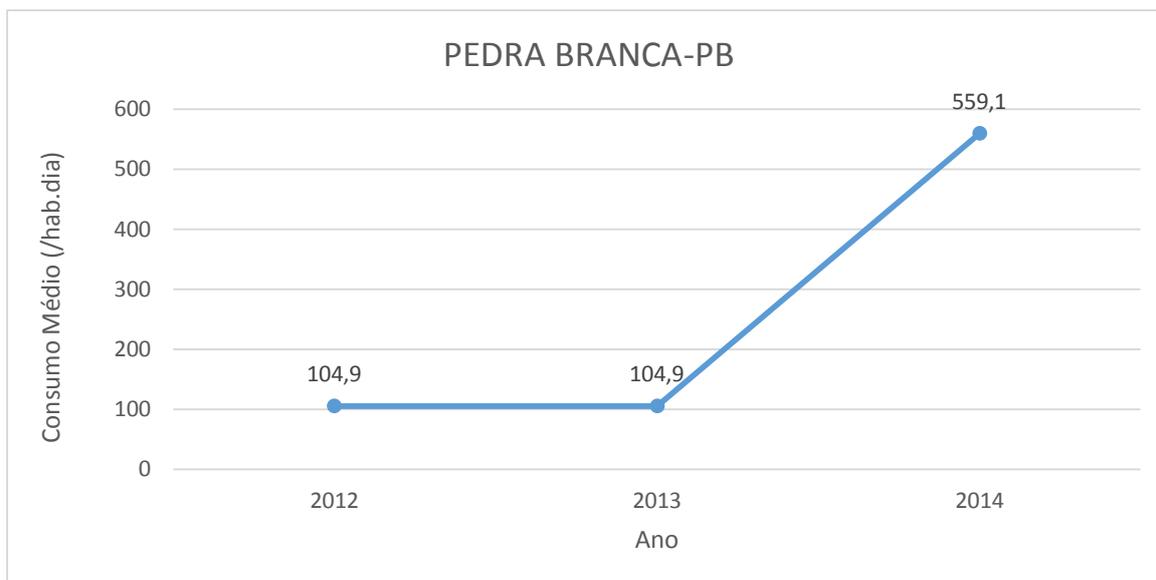


Gráfico 18-B: Consumo médio *per capita* da cidade de Pedra Branca-PB.

O gráfico do consumo médio *per capita* do município de Pedra Branca-PB será desconsiderado pois apresentou um consumo discrepante no ano de 2014, o que faz parecer que houve alguma falha na obtenção ou no lançamento do dado no SNIS.

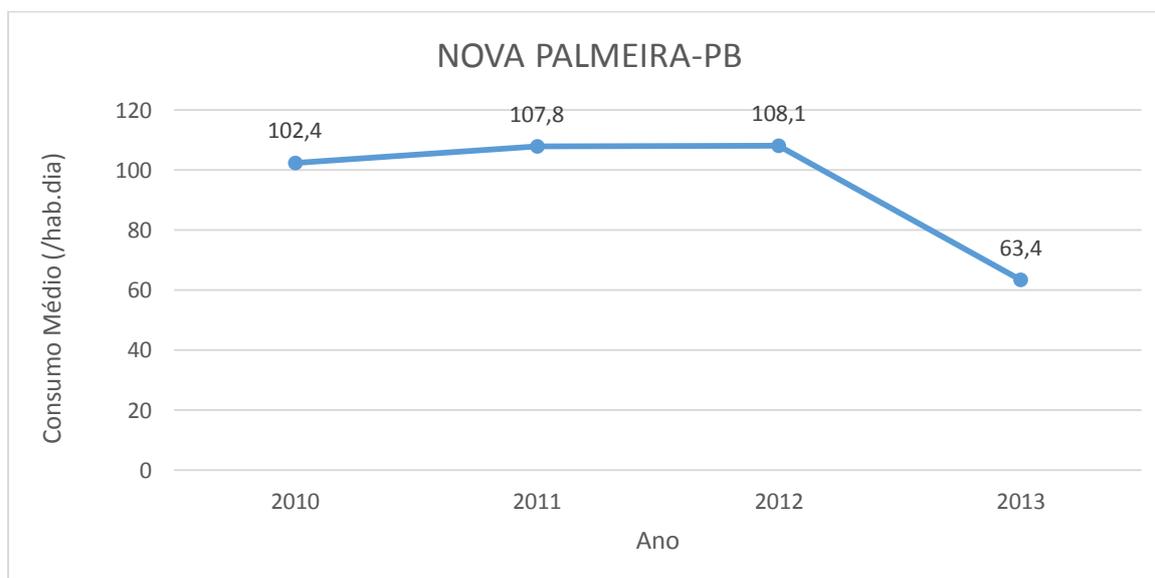
O município de Nova Olinda-PB apresenta o pico no ano de 2012, mas chama atenção que o ano anterior o reservatório não teve uma recarga tão aparente quanto em outros reservatórios, mesmo assim há um acréscimo de quase 30% no consumo do ano de 2012 em relação a 2011.

s) Município de Nova Palmeira-PB:

Gráfico 19: Açude Carabeiras; Capacidade Máxima: 2.709.260 m³.



Gráfico 19-A: Consumo médio *per capita* do município de Nova Palmeira-PB.



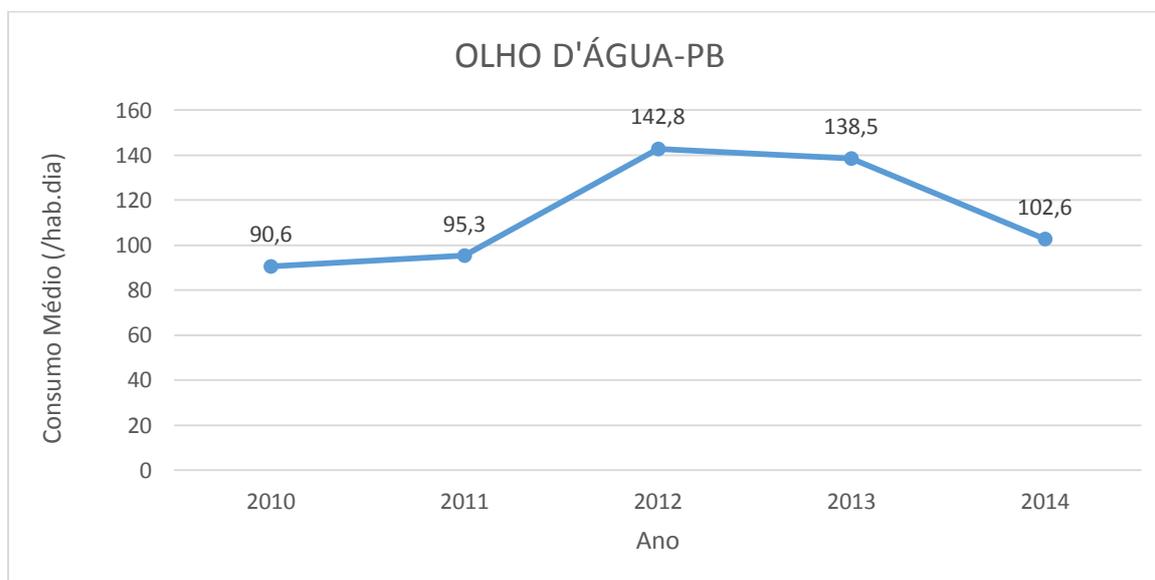
O município de Nova Palmeira-PB apresenta seu pico de consumo no ano de 2012, nos anos anteriores, a variação dos valores de consumo são pequenas, a maior variação acontece no ano de 2013 em relação ao ano de 2012, tendo em vista que o reservatório Carabeiras está praticamente vazio no início do mesmo ano.

t) Município de Olho d'Água-PB:

Gráfico 20: Açude Jenipapeiro (Buiú); Capacidade Máxima: 70.757.250 m³.



Gráfico 20-A: Consumo médio *per capita* do município de Olho d'Água-PB.



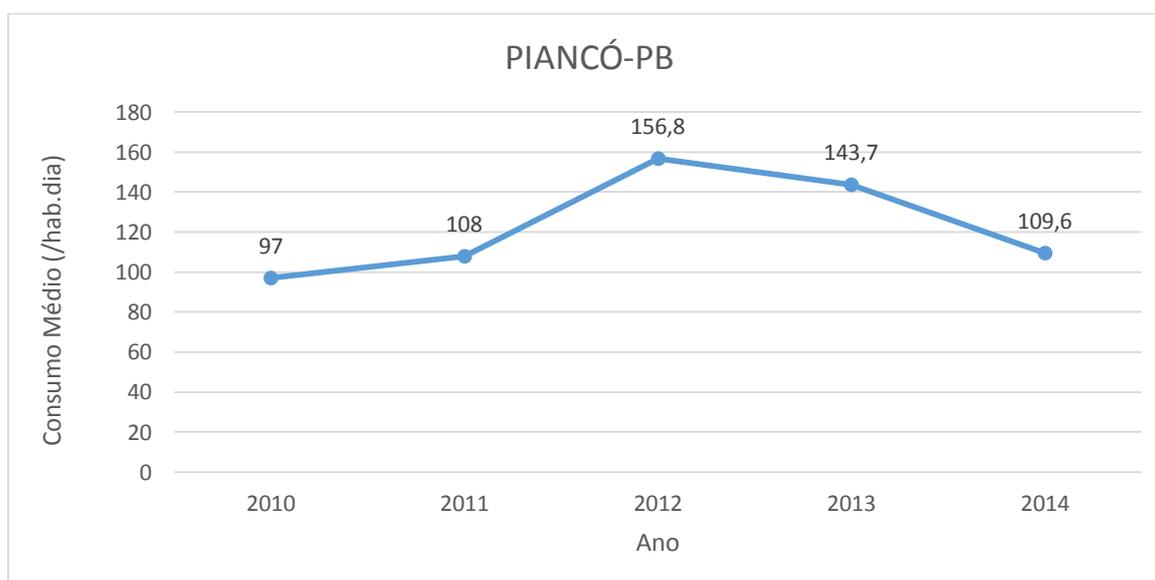
O município de Olho D'água, assim como vários municípios até agora estudados, apresenta consumos menores nos anos de 2010 e 2011, e um salto no consumo no ano de 2012, depois o consumo volta a cair, assim como há uma queda no nível do reservatório Jenipapeiro (Buiú).

u) Município de Piancó-PB:

Gráfico 21: Açude Coremas; Capacidade Máxima: 591.646.222 m³.



Gráfico 21-A: Consumo médio *per capita* do município de Piancó-PB.



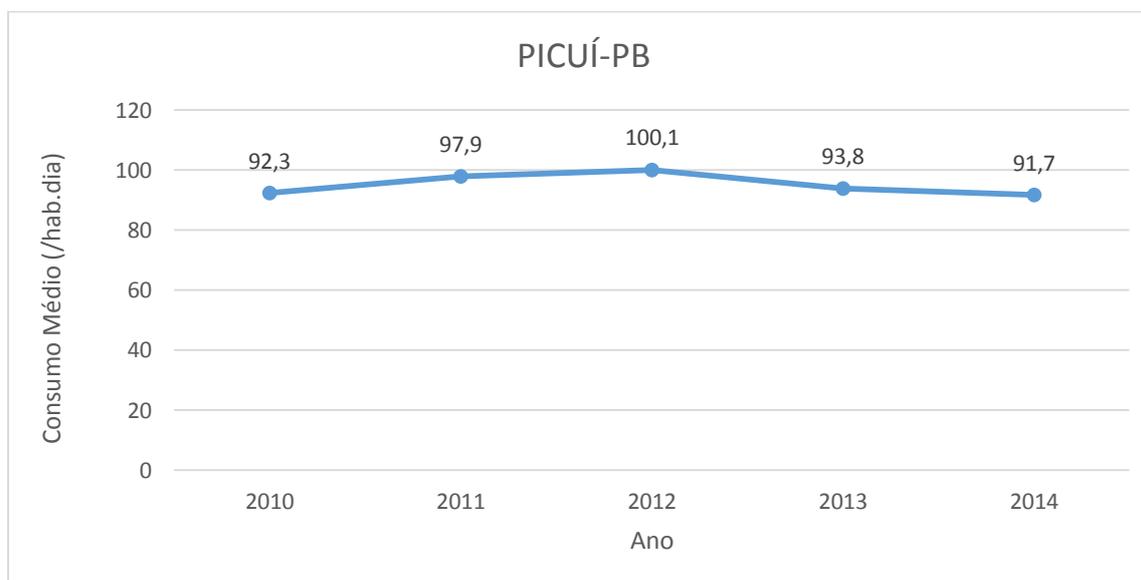
O município de Piancó-PB tem seu consumo crescente de 2010 à 2012, atingindo seu pico no mesmo ano de 2012, e depois decrescendo o consumo até o ano de 2014. Essa variação no consumo do município não tem relação visual que possa ser citada, tendo em vista que o crescimento no consumo no ano de 2012 não pode ser relacionado com nenhuma recarga no ano anterior.

v) Município de Picuí

Gráfico 22: Açude Várzea Grande; Capacidade Máxima: 21.532.659 m³.



Gráfico 22-A: Consumo médio *per capita* do município de Picuí-PB.



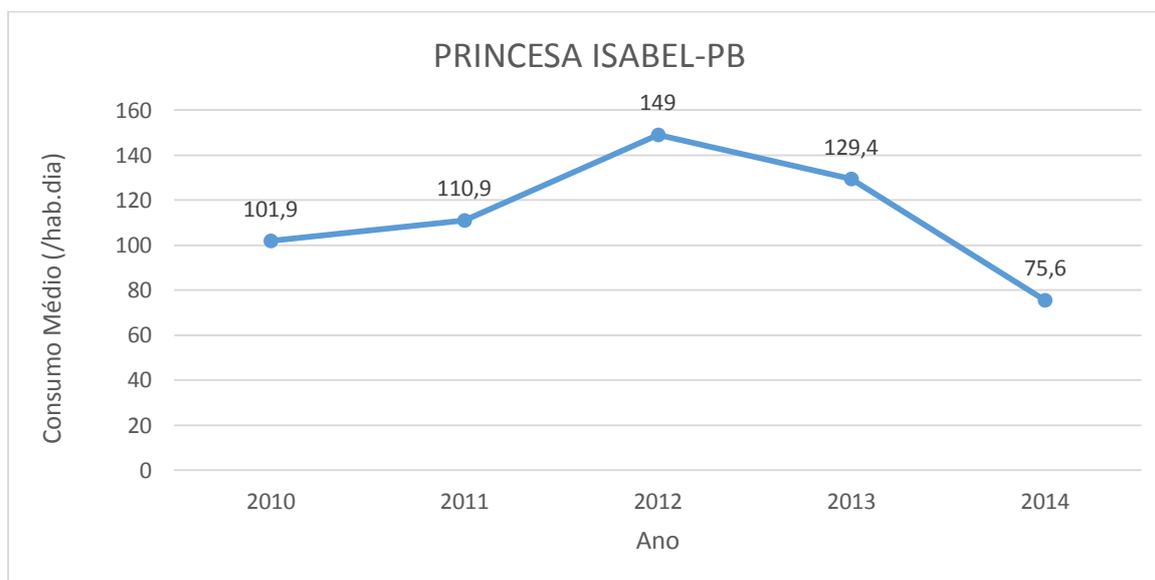
O município de Picuí-PB apresenta um gráfico de variação de consumo que tem pouquíssima variabilidade, não havendo muita alteração no padrão de consumo, mesmo com o reservatório variando seu volume para cima ou para baixo.

w) Município de Princesa Isabel-PB:

Gráfico 23: Açude Jatobá II; Capacidade Máxima: 6.487.200 m³.



Gráfico 23-A: Consumo médio *per capita* do município de Princesa Isabel-PB.



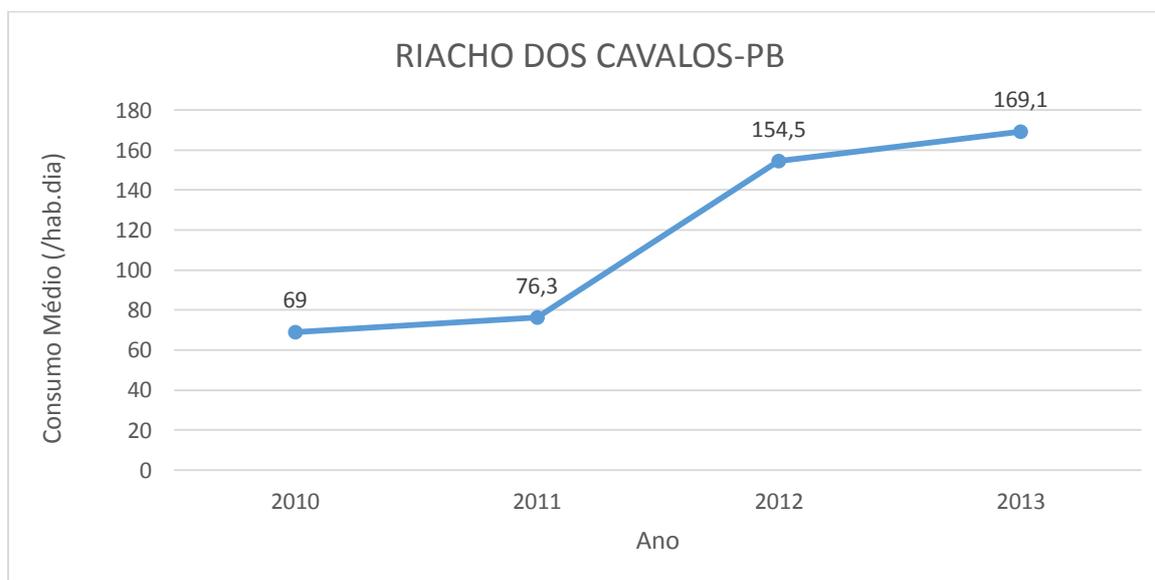
O município de Princesa Isabel-PB apresenta o pico de consumo no ano de 2012, ano que sucede a um ano que houve grande recarga no reservatório Jatobá II. A maior variação de consumo se dá no ano de 2014 em relação à 2013, quando o reservatório atinge seu volume mais baixo ao longo da série de anos.

x) Município de Riacho dos Cavalos-PB:

Gráfico 24: Açude Riacho dos Cavalos; Capacidade Máxima: 17.699.000 m³.



Gráfico 24-A: Consumo médio *per capita* do município de Riacho dos Cavalos-PB.



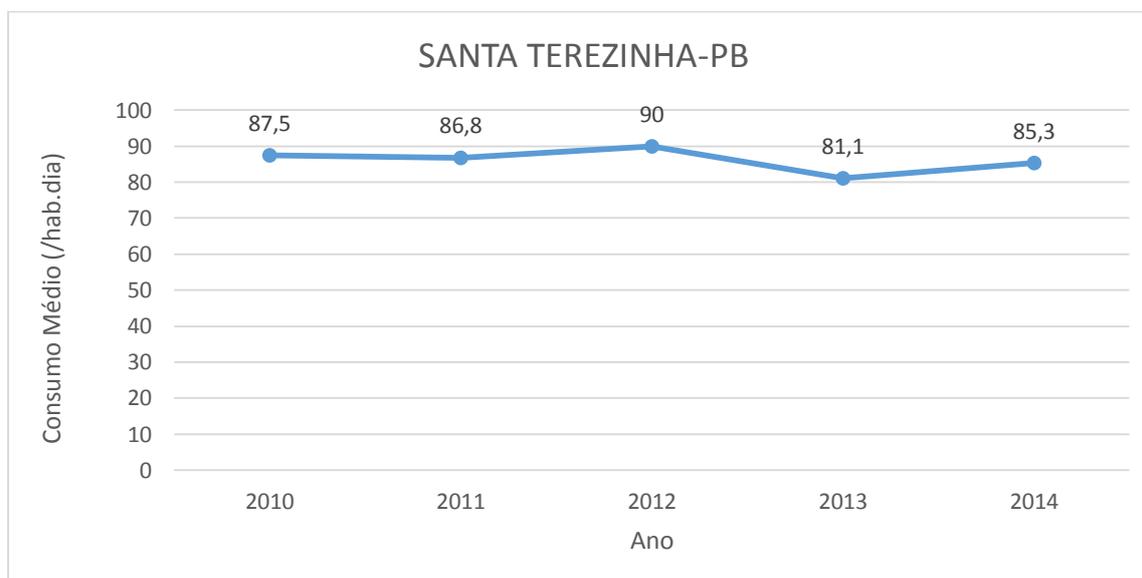
A cidade de Riacho dos Cavalos-PB apresenta, assim como vários outros municípios, um salto de consumo no ano de 2012, onde se vê mais que dobrar o valor do consumo médio *per capita* em relação ao ano anterior. A surpresa nesse gráfico fica por parte do aumento de consumo no ano de 2013 mesmo com o reservatório com um volume bem baixo restando do ano anterior.

y) Município de Santa Teresinha-PB:

Gráfico 25: Açude Capoeira; Capacidade Máxima: 53.450.000 m³.



Gráfico 25-A: Consumo médio *per capita* do município de Santa Teresinha-PB.



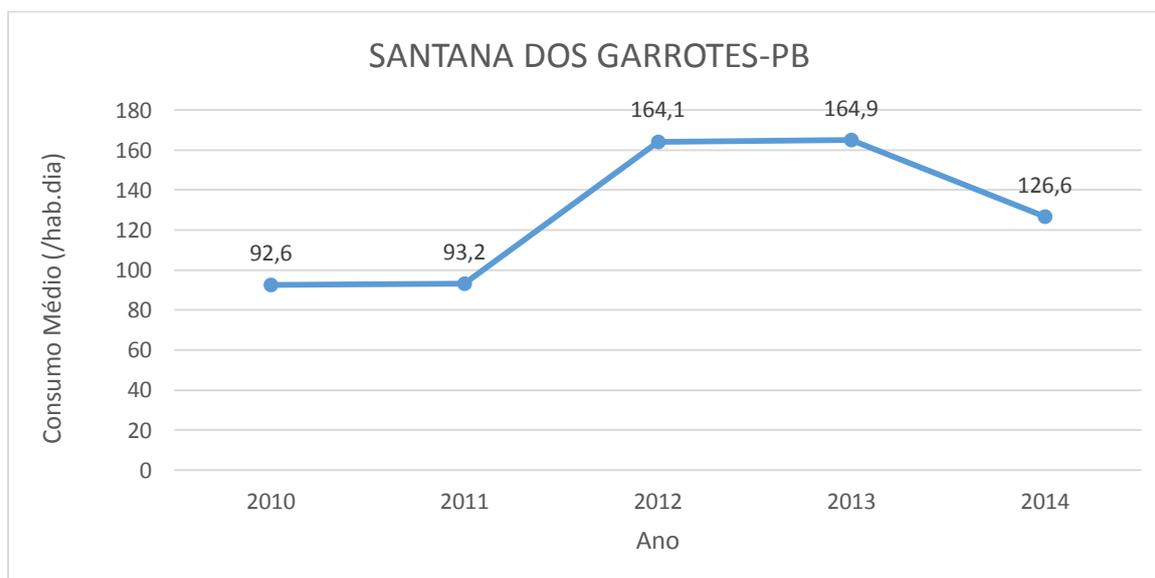
O município de Santa Teresinha-PB apresenta um consumo médio estável ao longo dos anos, mesmo com o reservatório Capoeira decrescendo seu volume na maioria dos anos, com exceção para o ano de 2011. Essa estabilidade no consumo pode se dar pelo tamanho do reservatório, que tem capacidade de manter disponibilidade hídrica que supra o município mesmo em anos que está com volume muito baixo.

z) Município de Santana dos Garrotes-PB:

Gráfico 26: Açude Queimadas; Capacidade Máxima: 15.625.338 m³.



Gráfico 26-A: Consumo médio *per capita* do município de Santana dos Garrotes-PB.



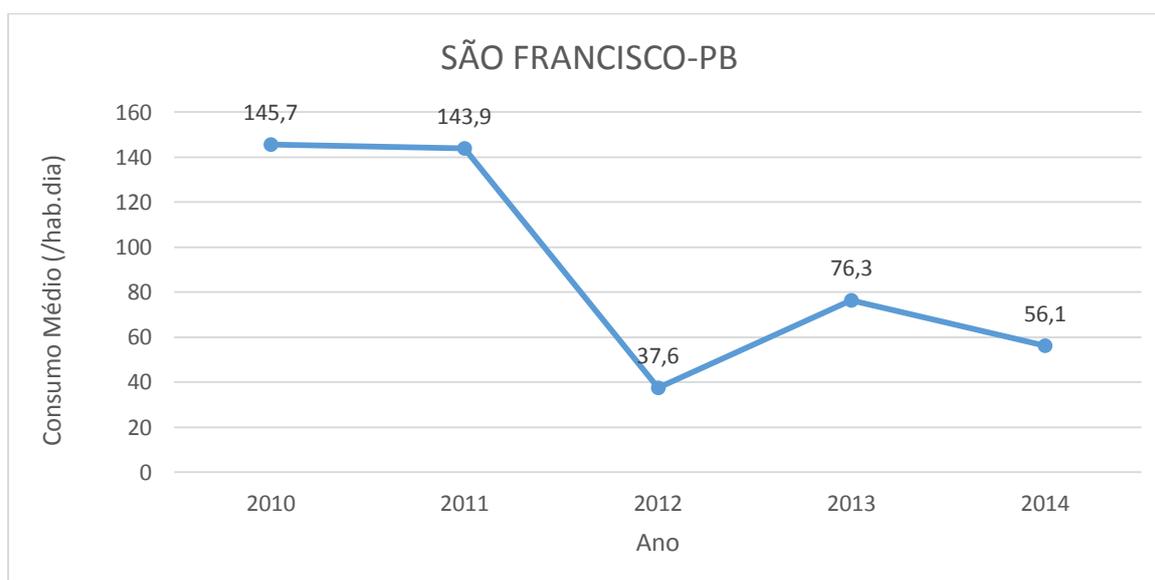
Santana dos Garrotes-PB apresenta um salto no consumo no ano de 2012 em relação a 2011, mantendo elevado esse consumo até o ano de 2013, quando volta a cair, mas com uma queda menor que a diferença apresentada entre 2011 e 2012.

Z1) Município São Francisco-PB:

Gráfico 27: Açude Paraíso (Luiz Oliveira); Capacidade Máxima: 5.340.024 m³.



Gráfico 27-A: Consumo médio *per capita* do município de São Francisco-PB.



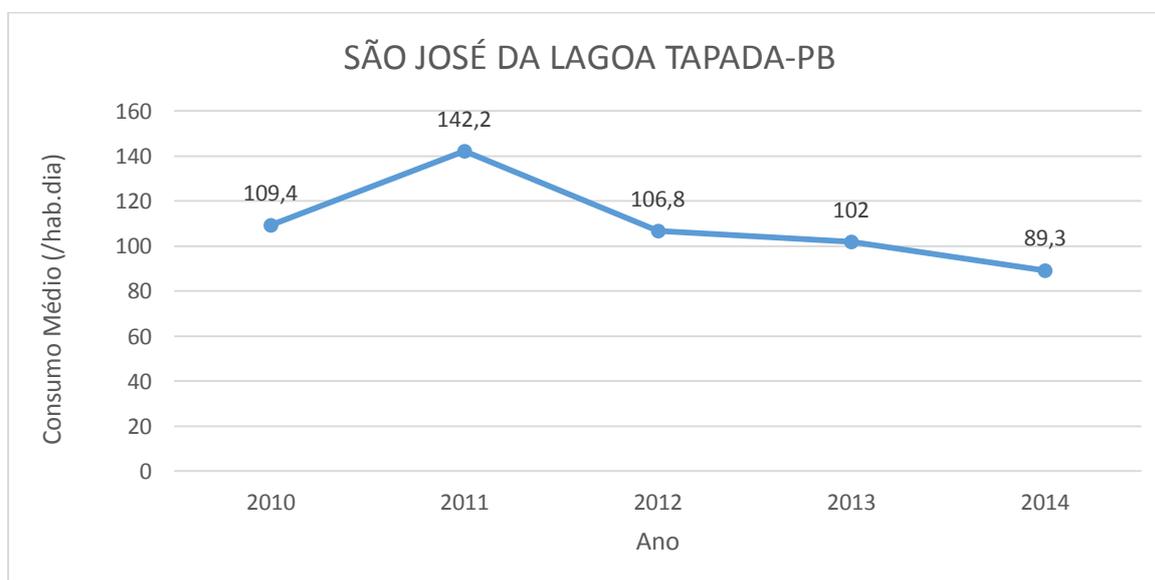
O município de São Francisco-PB foi uma grande exceção dentre os municípios até agora mostrados, nesse caso o ano de 2012 foi o ano de pior consumo em relação aos anos mostrados. Nota-se que no ano de 2012 o reservatório já inicia com o um volume bem abaixo do que os anos anteriores iniciaram.

Z2) Município de São José da Lagoa Tapada-PB:

Gráfico 28: Açude Jenipapeiro; Capacidade Máxima: 1.948.300 m³.



Gráfico 28-A: Consumo médio *per capita* do município de São José da Lagoa Tapada-PB.



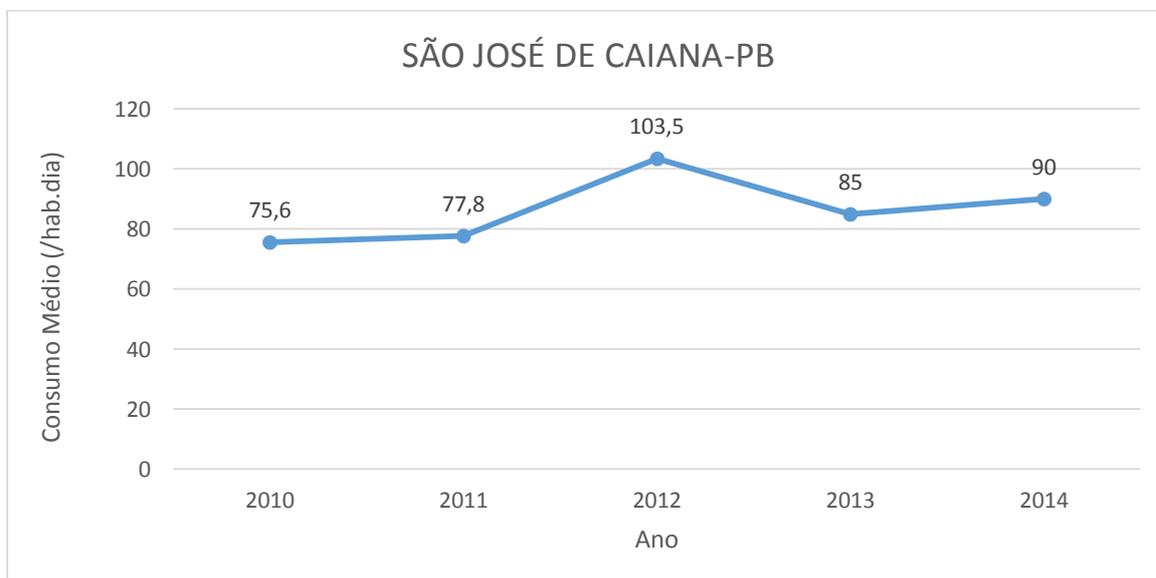
O município de São José da Lagoa Tapada-PB também apresenta uma variação de consumo peculiar, pois o pico positivo de consumo foi no ano de 2011, ano em que ocorreu uma recarga até o nível máximo no reservatório Jenipapeiro. No ano de 2012 há uma queda no consumo, mostrando um efeito contrário ao que aconteceu em outros municípios, que ao sofrer grandes recargas em 2011 apresentam aumento de consumo em 2012.

Z3) Município de São José de Caiana-PB:

Gráfico 29: Açude Pimenta; Capacidade Máxima: 255.744 m³.



Gráfico 29-A: Consumo médio *per capita* do município de São José de Caiana-PB.



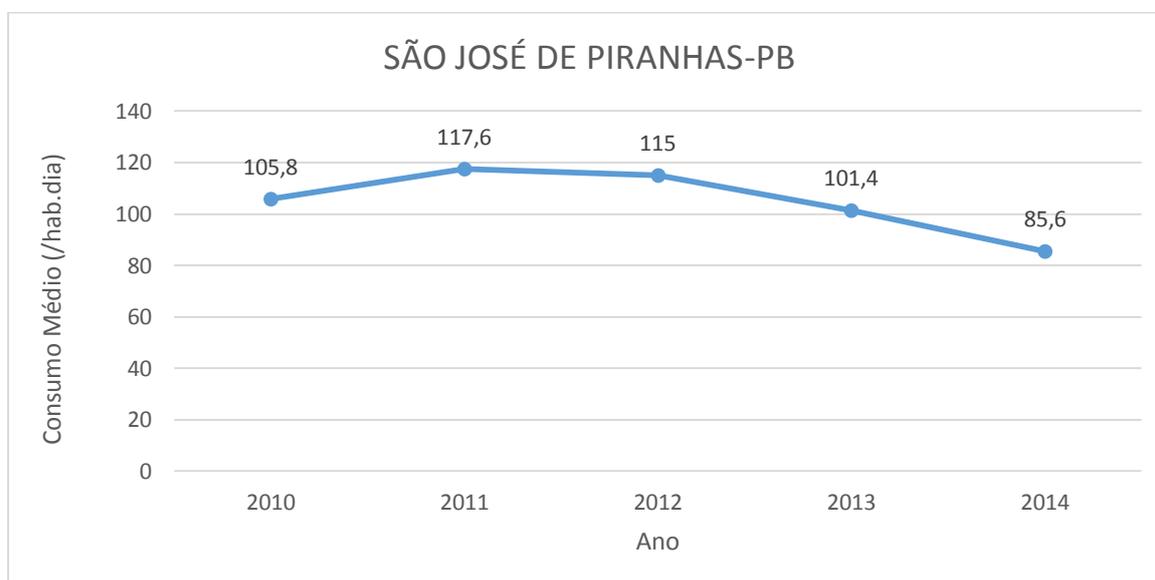
O município de São José de Caiana-PB apresenta seu pico de consumo no ano de 2012, que sucede a um ano de uma grande recarga no reservatório Pimenta; Após esse pico de consumo, os anos seguintes voltam a manter um consumo bem abaixo ao de 2012.

Z4) Município de São José de Piranhas-PB:

Gráfico 30: Açude São José I; Capacidade Máxima: 3.051.125 m³.



Gráfico 30-A: Consumo médio *per capita* do município de São José de Piranhas-PB.



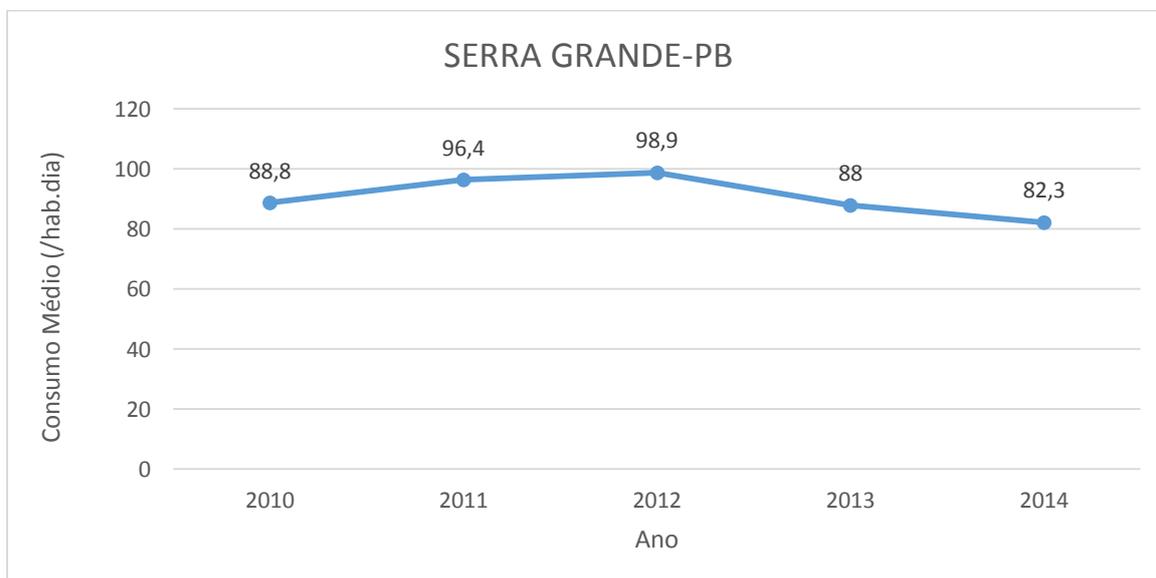
São José de Piranhas-PB apresenta salto no consumo no ano de 2011, ano em que o reservatório São José I já inicia com nível máximo. No ano de 2012 o consumo se mantém próximo ao do ano anterior, nos anos seguinte há quedas semelhantes no consumo entre os anos de 2012/2013 e 2013/2014.

Z5) Município de Serra Grande-PB:

Gráfico 31: Açude Cafundó; Capacidade Máxima: 313.680 m³.



Gráfico 31-A: Consumo médio *per capita* do município de Serra Grande-PB.



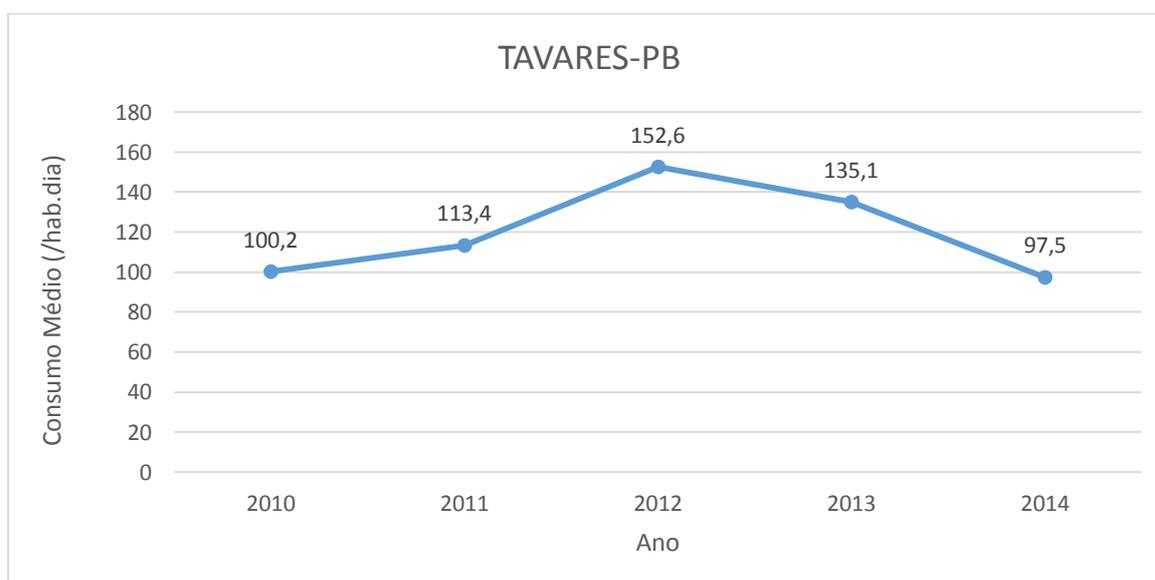
O município de Serra Grande-PB apresenta uma pequena variabilidade interanual no consumo médio em relação ao visto em outros municípios, nota-se que o reservatório Cafundó apresenta boas recargas em todos os anos (Com exceção de 2010), o que pode justificar essa pouca variação no consumo.

Z6) Município de Tavares-PB:

Gráfico 32: Açude Tavares II; Capacidade Máxima: 9.000.000 m³.



Gráfico 32-A: Consumo médio *per capita* do município de Tavares-PB.



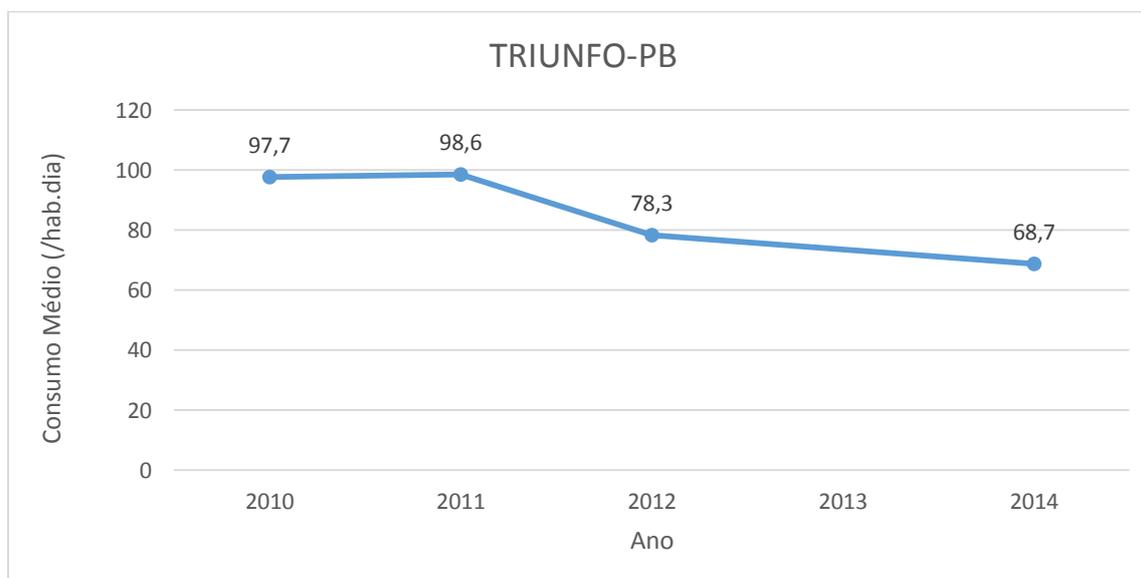
O município de Tavares-PB apresenta seu pico de consumo também no ano de 2012, mostrando um salto de 34,6% no consumo em relação ao ano de 2011. O que chama atenção nesse município são essas variações significantes no consumo médio *per capita* mesmo o reservatório Tavares II apresentando disponibilidade hídrica satisfatória em todos os anos selecionados.

Z7) Município de Triunfo-PB:

Gráfico 33: Açude Gamela; Capacidade Máxima: 472.926 m³.



Gráfico 33-A: Consumo médio *per capita* do município de Triunfo-PB.



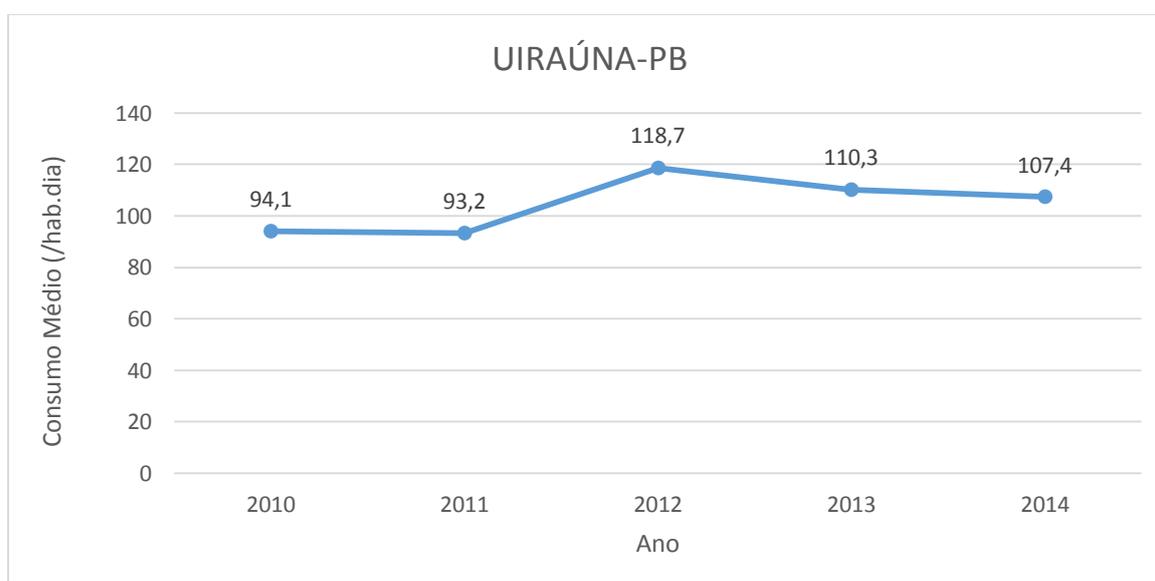
O município de Triunfo-PB apresenta seu pico de consumo no ano de 2011, ano em que houve grande recarga no reservatório Gamela, em 2012 há uma queda no consumo da ordem de 20,6% em relação ao ano de 2011. Essa variação pode se dar pelo fato de ao fim do ano de 2011 o reservatório já chegar com seu volume em menos da metade da capacidade máxima.

Z8) Município de Uiraúna-PB:

Gráfico 34: Açude Capivara; Capacidade Máxima: 37.549.827 m³.



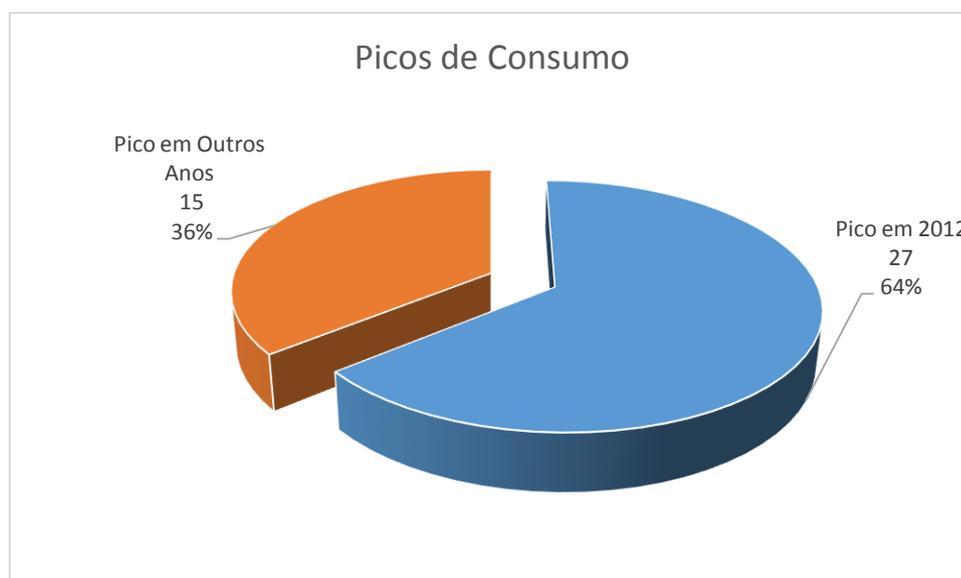
Gráfico 34-A: Consumo médio *per capita* do município de Uiraúna-PB.



O município de Uiraúna-PB, assim como a maioria dos municípios até aqui mostrados, apresenta um salto no consumo do ano de 2012 em relação ao ano de 2011, ano em que houve uma recarga significativa no reservatório. Após o pico de consumo em 2012, os valores de consumo se mantêm com pouca variação nos anos seguintes, mesmo com o reservatório em baixas consecutivas de volume. Estranha-se o fato, de mesmo nos anos de 2013 e 2014, quando o reservatório já está com nível baixo, o consumo se manter em valores mais altos que em anos em que o reservatório estava mais cheio, caso de 2010 e 2011; Isso pode indicar uma

deficiência na parte da gestão do fornecimento, pois em anos com menos disponibilidade seria indicado racionar a utilização para se ter água por mais tempo.

5.1 ESTATÍSTICAS



Fonte: Desenvolvimento Próprio, 2016.

Com a ajuda do gráfico acima, percebe-se que 64% dos municípios apresentados, tiveram seus picos de consumo no ano de 2012, embora 2012 não tenha sido um ano de grandes recargas nos reservatórios; O que se nota é que essa maioria de municípios, teve em seu reservatório recargas bem visíveis nos gráficos de variação volumétrica ao longo do ano anterior, que é 2011.

Diante do exposto é possível sugerir que há uma relação, não de reflexão imediata, mas uma em cadeia que reflete-se em anos subsequentes, pois recargas anteriores nos mananciais, são utilizadas ao longo do ano posterior, fazendo crescer o valor da média de consumo *per capita*.

5.1.2 Redução de Consumo

Os anos de 2009 e 2010, marcam, na maioria dos reservatórios, períodos em que ainda se tinha um nível elevado de reservação, no ano de 2011 parte dos municípios ainda apresentou recargas significativas, não caracterizando um ano de grande estiagem.

A partir do ano de 2012, iniciou-se um período seco que se prolonga até o ano de 2014. O que ressalta isso com clareza é o fato de em 30 dos 42 municípios analisados, ser possível visualizar que após o ano de 2012, os consumos nos anos

seguintes se mantêm sempre diminuindo ou ficando abaixo do que foi visto nesse ano de pico.

5.2 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Foi visto que em grande parte dos municípios analisados, quando aconteceu um aumento na reservação de água, houve um rápido aumento no consumo *per capita*; Já a queda desse consumo não se dá de forma tão rápida quando a reserva de água vai caindo ao longo dos anos. Isso leva a uma discussão sobre a questão do racionamento, se não seria o caso de implantá-lo mais cedo, visando ter água em quantidade menor, porém por mais tempo.

Alguns município mostraram um pico de consumo no ano de 2012 mesmo no ano anterior não havendo grandes recargas no reservatório, diferente do que foi citado no item 5.1. Com isso é possível levantar uma discussão no que diz respeito a interesses político-administrativos, tendo em vista que 2012 foi um ano de eleição, e imposição de medidas como o racionamento de água nos municípios, que não são bem recebidas pela população, podem gerar prejuízos políticos aos governantes em anos eleitoreiros.

O que mostra uma relação mais evidente entre a variação do volume do reservatório e o consumo *per capita* dos municípios são os casos em que os mesmos são abastecidos por um mesmo reservatório. Como exemplo cita-se o caso dos municípios de Bom Sucesso-PB, Brejo dos Santos-PB, Jericó-PB, Lagoa-PB e Mato Grosso-PB, todos abastecidos pelo reservatório Carneiros; Os dois primeiros apresentam gráficos de variação de consumo *per capita* com forma praticamente idênticas; Os três últimos também apresentam bastante semelhança em suas linhas de consumo *per capita*, embora apresentem curvas diferentes das dos dois primeiros municípios citados.

A diferença de forma nas curvas de consumo da dupla de municípios Bom Sucesso/Brejo dos Santos, para a do trio Jericó/Lagoa/Mato Grosso, pode se dar devido a esses dois grupos possuírem uma captação distinta no mesmo manancial, ou transporte de água por adutoras diferentes, geridas de forma distinta pelos responsáveis pela distribuição. A mesma semelhança pode ser vista nos municípios de Cubati-PB e Pedra Lavrada-PB, ambos abastecidos pelo reservatório Eptácio Pessoa (Boqueirão), divergindo apenas o ano de pico de consumo nas duas cidades.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande parte dos municípios estudados mostrou variações significativas de consumo médio *per capita*, havendo casos como o do município de Imaculada-PB que teve uma queda no consumo do ano de 2012 para o de 2013 de 84,6%, o que mostra o tamanho do impacto na população que sofre com o problema da escassez de água.

Também é importante salientar que a maioria dos reservatórios vem, desde o ano de 2012, enfrentando um período de seca, com volume caindo progressivamente, ou sem recargas satisfatórias, o que faz com que estes cheguem ao fim do ano de 2014 em situação visivelmente crítica.

É necessário lembrar que existem as definições de prioridade por parte dos responsáveis pela gestão das águas dos reservatórios, desse modo, percebe-se que as cidades com maior população apresentam valores de consumo, em boa parte dos anos, que não tem grande variabilidade, o que deixa claro uma prioridade no fornecimento de água para esses municípios.

Com base no que foi visto nos resultados, é possível identificar que a relação entre a variação dos volumes dos reservatórios e o consumo médio *per capita* urbano apresenta-se de forma a gerar um impacto direto na população, que reduz de maneira significativa o consumo diante de anos com baixas recargas e baixa disponibilidade nos mananciais que abastecem sua cidade.

Essa redução pode ser, em boa parte, pela imposição do órgão gestor das águas, que visa gerenciar os recursos para que durem mais tempo, e até mesmo pela própria consciência da população, que sofre com períodos de escassez de água frequentemente ao longo dos anos.

Os órgãos de gestão de recursos hídricos, que são responsáveis pela distribuição de água dos municípios, tem pontos a serem melhorados, tendo em vista o consumo se manter num nível elevado mesmo o reservatório se encontrando com baixos volumes de reservação, como foi visto em alguns municípios. Poderia ser mais bem definida a questão de racionamentos, visando racionalizar o uso da água para mantê-lo por mais tempo para o atendimento da população.

Fica claro que a população das cidades da Bacia Piranhas-Açu, sendo representada pelos municípios até aqui analisados, sofre bastante com a limitação do seu consumo, visto por meio das grandes variações, diante da baixa disponibilidade, prejudicando bastante à todos, pois a água é um bem essencial para a vida.

Espera-se que a conclusão da transposição do Rio São Francisco, que beneficiará diretamente a bacia, venha a sanar essa necessidade da população, regularizando a vazão disponibilizada para os municípios, fazendo com que possa existir o uso pleno da água, mantendo o consumo dentro de faixas com pouca variabilidade ao longo dos anos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Monitoramento dos Volumes dos Açudes (Tabelas e Gráficos)**. Disponível em http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/jsp/monitoramento/volumes_acudes/indexVolumesAcudes.jsp Acesso em 22.05.2016.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu**. Brasília-DF, 2014. v. 1. 2. Disponível em <http://piranhasacu.ana.gov.br/produtos/sinteseDiagnostico.pdf> Download em 10.05.2016.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água: Panorama Nacional**. Brasília: Engecorps/Cobrape, 2010. v. 1. 2. Disponível em <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%201%20-%20Panorama%20Nacional.pdf> Acesso em 17.04.2016.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Disponibilidade e demanda de Recursos Hídricos no Brasil**. In: Caderno de Recursos Hídricos. 126 p, 2007. v. 2. Disponível em <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemand a.pdf> Acesso em 17.04.2016.

BARROS, F. G. N. & AMIN, M. M. **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo**. Disponível em <http://www.rbgdr.net/012008/artigo4.pdf> > Acesso em: 20.05.2016.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA PIANCÓ PIRANHAS-AÇU. **RP-03 – Relatório Parcial de Diagnóstico da Bacia do Rio Piranhas-Açu**. Fortaleza - CE: Ibi Engenharia Consultiva S/S, 2013. Disponível em http://cbhpiancopiranhasacu.org.br/Docs/Apre/2013/ctpi_13/RP03_Dagnostico_Bacia_Piranhas-Acu.pdf Download em 07.03.2016.

UFMS. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **AULA 1 – Conceitos Básicos de Bacias Hidrográficas (Trindade, P; Filho, P.)**. Santa Maria - RS, 2014. Disponível em http://w3.ufsm.br/labgeotec/pdf/hidrogeografia/aula1_baciahidrografica.pdf Acesso em 25.05.2016.

PEIXOTO FILHO, A. C. & BONDAROVSKY, S. H. **Água, Bem Econômico e de Domínio Público**. Revista C.E.J., Brasília, 12(3), 13-16p. 2000.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/documentos/legis/planonac_rh.pdf> Acesso em: 04.05.2016.

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Web SNIS - Série Histórica.** Brasília, MCIDADES. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/aplicacao-web-serie-historica>> Acesso em 14.04.2016.