



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL
-MESTRADO-**

**GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E A
CRISE HÍDRICA NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE – PB**

Por

MARCUS AURÉLIO COUTINHO BARRETO FILHO

*Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba
para obtenção do grau de Mestre*

**João Pessoa - Paraíba
Setembro – 2018**



Universidade Federal da Paraíba

Centro de Tecnologia

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL
-MESTRADO-**

**GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E A
CRISE HÍDRICA NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE – PB**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Marcus Aurélio Coutinho Barreto Filho

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudia Coutinho Nóbrega

**João Pessoa - Paraíba
Setembro - 2018**

F481g Marcus Aurélio Coutinho Barreto Filho.
Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares e a Crise
Hídrica no Município de Campina Grande- PB. / Marcus
Aurélio Coutinho Barreto Filho. - João Pessoa, 2018.
94 f.

Orientação: Cláudia Coutinho Nóbrega.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT- PPGECAM.

1. Resíduos Sólidos Domiciliares. 2. Geração. 3. Crise
hídrica. 4. Consumo de Água Residencial. I. Nóbrega,
Cláudia Coutinho. II. Título.

UFPB/BC

***"GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E A CRISE
HÍDRICA NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE- PB"***

MARCUS AURÉLIO COUTINHO BARRETO FILHO
Dissertação aprovada em 06 de setembro de 2018

Período Letivo: 2018.2

Claudia Coutinho Nóbrega
Prof. Dr^a. Claudia Coutinho Nóbrega – UFPB
Orientadora

Adriano Rolim da Paz
Prof. Dr. Adriano Rolim da Paz – UFPB
Examinador Interno

Régia Lúcia Lopes
Prof. Dr^a. Régia Lúcia Lopes – IFRN
Examinadora Externa

João Pessoa/PB
2018

Dedico esse trabalho a minha
mãe e avó (**Corina Coutinho
Barreto**), que através do seu
amor me enveredou para os
caminhos do saber.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que de formas distintas e inexplicáveis sempre proporcionou, em minha vida, momentos felizes de aprendizados, sendo esse um dos mais importantes até então.

A minha mãe e avó Corina, que mesmo sem estudos acadêmicos já ensinava a todos da família um pensar semelhante à ativista paquistanesa Malala Yousafzai que diz: “Um livro, uma caneta, uma criança e um professor podem mudar o mundo”.

Ao meu avô Apolônio (*in memoriam*) que através de sua paciência e quietude me ensinou valores indispensáveis para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais Marcus e Martinez (*in memoriam*) por ter me concedido a vida.

A minha esposa Grasielly, estando sempre presente e apoiando nos momentos que mais necessitei nesta conquista.

A minhas irmãs de coração Marcela e Daniela por sempre estarem presente em minha vida.

A Universidade Federal da Paraíba que desde a graduação até a presente data foi e sempre será minha referência de conhecimento científico.

A minha orientadora, professora Claudia, que desde aluno bolsista no PIBIC tem compartilhado de seus conhecimentos e experiências profissionais, de forma sempre serena eficaz, contribuindo consideravelmente para o meu aprendizado. Obrigado também por toda confiança depositada em mim.

A professora Carmem, por ter dado a oportunidade de eu ser seu aluno no PIBIC e assim abriu as portas para o mundo acadêmico em minha vida.

A todos que de forma direta ou indireta foram também responsáveis para realização deste sonho, em especial a todos os que foram meus professores.

E por fim agradeço a mim, por ser resiliente nas dificuldades e ser capaz de me surpreender alcançando esse grande sonho.

RESUMO

Os resíduos sólidos compõem um dos pilares do saneamento básico, cuja importância passou a ser definitiva no Brasil com a sanção da Lei Federal nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Para os efeitos desta legislação, os resíduos sólidos urbanos (RSU) englobam os resíduos sólidos domiciliares (RSD) e os resíduos de limpeza urbana. Os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal. Para a execução dos serviços de coleta dos resíduos domiciliares, as gestões municipais costumam cobrar da população uma taxa denominada Taxa de Coleta de Resíduos (TCR), geralmente proporcional à área do domicílio, gerando muitas vezes injustiças, pois nem sempre a área residencial está diretamente relacionada com a quantidade de RSD gerada por seus moradores. Há ainda, na literatura, trabalhos que mencionam outros parâmetros para verificar a relação, inclusive sugerindo modelos matemáticos, entre a geração de RSD e outros parâmetros indiretos, como por exemplo, o consumo de água residencial, porém ainda são poucos os estudos que comprovam esse fenômeno, principalmente quando considerado o município como um todo. Diante deste contexto, esta pesquisa teve como objetivo analisar o cenário da geração de RSD no contexto da crise hídrica no município de Campina Grande- PB, pois se há realmente relação de causa e efeito entre essas variáveis o momento atual foi considerado propício para avaliar esse comportamento. Esta pesquisa teve como metodologia a coleta de dados nos órgãos públicos: Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente (SESUMA) pertencente à Prefeitura Municipal de Campina Grande e Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) para obtenção da geração de resíduos sólidos domiciliares e do consumo de água residencial mensal, respectivamente, no município de Campina Grande-PB referente ao período de Janeiro de 2008 a Dezembro de 2017. Com base nos resultados foi possível observar que o racionamento hídrico gerou decréscimo no consumo de água residencial, principalmente quando avaliado os consumidores enquadrados na Tarifa Normal de Consumo (acima de 10m³), já na geração de resíduos sólidos domiciliares o efeito não foi semelhante. Foram observados indícios, mas nada que ratifique uma associação de causa e efeito neste contexto da crise hídrica. Também foi possível perceber, de modo geral, que questões político-administrativas podem influenciar nas gestões contratuais de resíduos sólidos domiciliares.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Domiciliares, Geração, Crise hídrica, Consumo de Água Residencial.

ABSTRACT

Solid waste is one of the pillars of waste management, and its importance has become definitive in Brazil since the implementation of Federal Law n° 12.305/2010, regulated by the Decree n° 7.404 of 2010, which instituted the Política Nacional de Resíduos Sólidos (National Policy of Solid Waste - PNRS). This legislation states that solid urban waste (RSU) must encompass both domestic solid waste (RSD) and the waste produced by urban cleaning. Therefore, the waste from commercial establishments and service providers, if characterized as not dangerous, may, according to its own nature, composition or volume, be considered equal to domestic waste by the city administration. Normally, these administrations will charge the population a Taxa de Coleta de Resíduos (Waste Collection Tax - TCR), generally proportional to the size of the real estate. This often leads to injustice, for not always the estate size is directly related to the amount of domestic solid waste produced by its inhabitants. There are works in literature that mention other parameters to verify this relationship, suggesting mathematic models and other indirect parameters, such as water consumption. In any way, there are few studies that prove this phenomenon, especially when considering the entire municipal area. In light of this, this research had the objective of analysing the generation of domestic solid waste in the context of the water crisis in the city of Campina Grande, Paraíba, for if there is indeed a relationship of cause and effect between these variables, the present moment is considered opportune for an evaluation. The methodology applied was data collection on the following government bodies: Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente (SESUMA), part of Campina Grande city hall, and Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). The data obtained is on the production of domestic solid waste and monthly domestic water consumption, comprising the period of january 2008 to december 2017. Based on the results, it was possible to observe that water rationing has generated a decrease in the domestic consumption, especially among the consumers paying the Ordinary Consumption Fee (above 10m³). Regarding the production of solid waste, the effect was not the same. Some evidence has been observed, but not enough to ratify an association of cause and effect in the context of the water crisis. It was also possible to observe, in a general way, that political and administrative questions may influence the contractual management of domestic solid waste.

KEYWORDS: Domestic Solid Waste, Generation, Water Crisis, Domestic Water Consumption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Crescimento Populacional com projeções até 2100.....	21
Figura 2: Destinação de resíduos sólidos domiciliares em relação à população urbana no Brasil	22
Figura 3: Balanço de Massa	23
Figura 4: Antigo Lixão no município de Campina Grande – PB	29
Figura 5: Aterro Sanitário no município de Puxinanã- PB	30
Figura 6: Distribuição da água no planeta.....	32
Figura 7: Consumo de água no planeta	33
Figura 8: Consumo médio <i>per capita</i> de água.....	34
Figura 9: Volume do Açude Epitácio Pessoa.....	38
Figura 10: Consumo de água x Quantidade de RSD gerado por faixas de consumo agrupadas.....	42
Figura 11: Semiárido brasileiro e bacia do rio Paraíba.....	50
Figura 12: Fluxograma com as etapas metodológicas da pesquisa	51
Figura 13: Entrada do Aterro Sanitário de Campina Grande-PB	53
Figura 14: Entrada do Aterro Sanitário de Campina Grande-PB	53
Figura 15: Localização do Atual Aterro Sanitário de Campina Grande- PB	54
Figura 16: Representação adaptada <i>BoxPlot</i>	57
Figura 17: Análise temporal do consumo de água na tarifa normal	61
Figura 18: Variação do consumo de água na tarifa normal.....	62
Figura 19: Tendência central do consumo de água na tarifa normal	62
Figura 20: Análise temporal do consumo de água na tarifa social	65
Figura 21: Variação do consumo de água na tarifa social	66
Figura 22: Tendência central do consumo de água na tarifa social	66

Figura 23: Análise temporal do consumo de água na tarifa social e normal	70
Figura 24: Análise temporal da população x consumo de água na tarifa social e normal	71
Figura 25: Variação do consumo de água na tarifa social e normal	72
Figura 26: Consumo <i>per capita</i> de água na tarifa social e normal	72
Figura 27: Tendência central do consumo de água na tarifa social e normal	74
Figura 28: Análise temporal RSD coletados	77
Figura 29: Análise temporal da população x resíduo sólido domiciliar coletado	78
Figura 30: Variação do número de habitantes, resíduo sólido domiciliar e <i>per capita</i>	79
Figura 31: Resíduo sólido domiciliar coletado mensal entre 2008 e 2017	80
Figura 32: Geração <i>per capita</i> de resíduo sólido domiciliar	80
Figura 33: Tendência Central dos resíduos sólidos domiciliares coletados	82
Figura 34: Geração de RSD x Consumo de água	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Valores <i>per capita</i> de produção de resíduos sólidos domiciliares em função da população urbana	22
Quadro 2: Classificação dos resíduos sólidos segundo a atividade que os produziu	25
Quadro 3: Classificação dos resíduos sólidos segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	26
Quadro 4: Classificação dos RS segundo a NBR 10.004/2004.....	27
Quadro 5: Taxas relativas ao manejo de resíduos sólidos domiciliares em Campina Grande-PB	28
Quadro 6: Resumo da caracterização gravimétrica no município de Campina Grande- PB ...	31
Quadro 7: Consumo de água nos Estados Unidos	33
Quadro 8: Tipos de consumo de água.....	35
Quadro 9: Distribuição dos recursos hídricos em porcentagem em relação ao total do país ...	39
Quadro 10: Índices relativos ao serviço de água em Campina Grande-PB	40
Quadro 11: Correlação entre consumo de água x RSD gerado por faixa de consumo	41
Quadro 12: Valores obtidos por faixa de consumo de água.....	41
Quadro 13: Seleção dos grupos e seu padrão socioeconômico	43
Quadro 14: Síntese dos dados levantados	43
Quadro 15: Modelos de cobranças dos resíduos sólidos.....	45
Quadro 16: Planilha de Medição da SESUMA	52
Quadro 17: Realinhamento tarifário de distribuição de água e tratamentos de esgoto na Paraíba no ano de 2017 – CAGEPA	55
Quadro 18: Interpretação dos valores do coeficiente de correlação linear	58
Quadro 19: Consumo de água na tarifa normal	60
Quadro 20: Consumo de água na tarifa social	64
Quadro 21: Consumo de água na tarifa social e normal	69

Quadro 22: Consumo *per capita* de água.....73

Quadro 23: Coleta mensal de resíduo sólido domiciliar76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: cota <i>per capita</i> do consumo de água	73
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
ANA	Agência Nacional de Águas
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
ECOSAM	Consultoria em Saneamento Ambiental
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
NBR	Norma Brasileira
PGIRS	Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
Ph	Potencial Hidrogeniônico
PMCG	Prefeitura Municipal de Campina Grande
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
ReCESA	Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SESUMA	Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TCR	Taxa de coleta de resíduos
TCU	Tribunal de Contas da União
UNIAGUA	Universidade da Água

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos.....	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 Resíduos sólidos.....	19
3.1.1 Classificação	24
3.1.2 Resíduos sólidos domiciliares no município de Campina Grande- PB.....	28
3.2 Recursos hídricos	31
3.2.1 Crise hídrica em Campina Grande-PB	36
3.3 Relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares com o consumo de água.....	40
4. MATERIAL E MÉTODOS	49
4.1 Classificação da pesquisa	49
4.2 Caracterização da área de estudo	49
4.3 Processo metodológico	50
4.4 Pesquisa documental	51
4.4.1 Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD)	51
4.4.2 Consumo de água	54
4.5 Apresentação e tratamento dos dados obtidos	56
4.5.1 Análise temporal dos dados	56
4.5.2 Gráficos <i>boxplot</i> e análise da tendência central.....	56
4.5.3 Coeficiente de correlação linear.....	57
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
5.1 Consumo de água na tarifa normal	59

5.2 Consumo de água na tarifa social	63
5.3 Consumo de água na tarifa social e normal	67
5.4 Resíduos Sólidos Domiciliares- RSD	75
5.5 Correlação linear	82
6. CONCLUSÕES	84
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	86
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXO- ABNT NBR 10004- 2004 (ANEXO G).....	93

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos compõem um dos pilares do saneamento básico, cuja importância passou a ser definitiva no Brasil com a sanção da Lei Federal nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Para os efeitos desta legislação, os resíduos sólidos urbanos (RSU) englobam os resíduos sólidos domiciliares (RSD) e os resíduos de limpeza urbana. Os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

De acordo com a PNRS os resíduos sólidos têm na sua classificação, quanto à origem, os RSD, que são caracterizados por serem os originários de atividades domésticas em residências urbanas (SANTAELLA *et al.*, 2014).

Os RSD se destacam por sua geração está associada, diretamente, às variáveis normalmente crescentes ao longo do tempo, como: população, urbanização, poder de compra, entre outras. Na União Europeia essa quantidade variou na maioria dos países em 2010, entre 60% a 90% dos RSU, evidenciando a representatividade deste tipo de resíduo (JUCÁ, 2014).

De acordo com a taxa de cobertura do serviço de coleta de RSD dos municípios participantes do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS, em relação à população total segundo região geográfica, a região Nordeste possui 84,7% de abrangência dos serviços de coleta (SNIS, 2016).

Quando considerado apenas a população urbana esse indicador é de 97,1%. Porém a disposição final desses resíduos nem sempre é realizada de forma adequada, ou seja, em aterros sanitários. Considerando o cenário nacional, 64,6% da massa total de resíduos sólidos coletados são dispostos de forma adequada, sendo o restante destinado em lixões e aterros controlados, vale salientar que aterro controlado é um lixão e a PNRS não reconhece esta forma de tratamento (SNIS, 2016).

Segundo Nóbrega (2003), a gestão de resíduos sólidos era simplesmente analisada como coleta e disposição final. Porém essa estratégia de abordagem vem mudando, obtendo ênfase ao tratamento, com o propósito de minimizar os rejeitos que serão encaminhados ao aterro sanitário, e desta forma reduzir tanto os custos de operação quanto a probabilidade de impacto ambiental produzido por sua disposição final.

A gestão dos RSD tem constituído expressivo desafio para a sociedade, principalmente para administração pública, sobretudo no que se refere à sua quantidade e diversidade que é influenciada por diversos fatores: crescimento populacional, poder de consumo, nível de educação da população, dentre outros (SILVA, 2014). Por este motivo a geração deste resíduo está diretamente ligada aos padrões de consumo da população, que também pode estar relacionada a alguns indicadores de utilização de serviços essenciais, como por exemplo, o consumo de água de uma localidade (ATHAYDE *et al.*, 2008).

Considerando esse contexto, o reservatório Epitácio Pessoa, responsável pelo abastecimento do município de Campina Grande- PB, chegou a pior marca de sua história com 2,9% da sua capacidade total e em dezembro de 2014 a Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) iniciou um processo de racionamento de água onde o abastecimento foi suspenso em determinados horários, dias e locais do município. Uma crise no consumo hídrico acarreta sérias consequências nos âmbitos social, econômico e ambiental, podendo-se destacar: a desaceleração do crescimento econômico e a redução na produção nas indústrias/agriculturas influenciando diretamente no poder de compra e nas mudanças dos hábitos alimentares e de higiene da população (GRANDE *et al.*, 2016).

Sendo assim, este estudo aborda a influência da atual crise hídrica, vivenciada pelo município de Campina Grande, na geração dos resíduos sólidos domiciliares, à luz da Lei Federal nº 12.305/2010.

Esta dissertação é composta de oito capítulos, sendo o primeiro esta introdução, o segundo os objetivos geral e específicos. Já, o terceiro trata do referencial teórico, onde aborda os seguintes itens: resíduos sólidos, classificação, resíduos sólidos domiciliares no município de Campina Grande – PB, recursos hídricos, crise hídrica em Campina Grande – PB e a relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares com o consumo de água. O quarto capítulo aborda sobre o material e métodos adotados para esta pesquisa. O quinto e o sexto fazem referência aos resultados/discussões e as conclusões respectivamente. O sétimo contempla as sugestões para trabalhos futuros e por fim, o oitavo e último capítulo trata-se das referências bibliográficas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o cenário da geração de resíduos sólidos domiciliares (RSD) no contexto da crise hídrica no município de Campina Grande- PB, no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2017.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Levantar informações nos órgãos públicos e sistemas de informações: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESÁ), Prefeitura Municipal de Campina Grande (PMCG), Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), entre outros, que possam proporcionar a composição e a análise da série histórica mensal dos dados de RSD e do consumo de água, gerado e consumido respectivamente, no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2017, considerando a crise hídrica vivenciada pelo município.
- ✓ Quantificar, em termos absolutos, *per capita* e variações, a geração de resíduos sólidos domiciliares (RSD) e do consumo de água residencial ao longo do período.
- ✓ Analisar a tendência de medida central da geração do resíduo e do consumo de água descritos, em função dos meses do ano correspondente ao período citado.
- ✓ Avaliar a existência de correlação linear entre as variáveis ao longo da série histórica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Resíduos sólidos

A quantidade de resíduos gerados em um país está correlacionada à evolução de sua população, ao nível de urbanização, ao poder de compra dos habitantes, entre vários outros fatores. O Brasil possui uma área territorial de 8.514.876,599 km² e é o 5º maior país em extensão territorial do mundo, com uma população total de 207.660.929 habitantes (IBGE, 2017), dos quais cerca de 85% correspondem à população urbana de acordo com os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD (IBGE, 2015).

Quando os centros urbanos crescem sem planejamento, o ambiente e o ser humano se tornam as grandes vítimas do progresso. No caso do Brasil, a lógica capitalista de desenvolvimento fez a população urbana crescer excessivamente, o que acarretou um acentuado êxodo rural e, consequentemente, mudanças no seu quantitativo populacional (COSTA, 2011).

A geração de RSD no país vem aumentando gradativamente em função do tempo, com alterações na qualidade dos resíduos, o que levanta discussões a respeito da gestão e da importância em destiná-los de forma adequada (NASCIMENTO *et al.*, 2015). A busca de soluções para a gestão de RSD tem constituído expressivo desafio, principalmente para os países em desenvolvimento, sobretudo no que se refere à prevenção a poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos.

A partir da aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305/2010, após 20 anos de tramitação no Congresso Nacional, passou a existir um marco regulatório para a problemática dos RSU, considerando o bem-estar social e a sustentabilidade do meio ambiente. Essa legislação tem como objetivo: a proteção à saúde pública, qualidade ambiental sustentável e, principalmente, a disposição final ambientalmente adequada, o que poderá alavancar uma mudança no atual cenário do País (JUCÁ, 2014). Para a área da gestão de resíduos sólidos, a PNRS em conjunto com a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) e a Política de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) formam a base das legislações necessárias para a conscientização ambiental de uma sociedade (SILVA, 2014).

Nesse contexto, a elaboração do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS) é condição necessária para os municípios terem acesso aos recursos da

União, destinada à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, porém, apenas a existência dele não é suficiente para que ocorram efetivas mudanças nos sistemas de gestão, pois a realidade desses locais é bastante diferenciada em relação à capacidade de investimento. Mas independente das várias particularidades - sociais, econômicas e ambientais - que cada município possui é de extrema importância o conhecimento das legislações referentes à preservação do meio, pois favorece um desenvolvimento ordenado e coerente com as políticas públicas de conscientização e de responsabilidade ambiental (SANTAELLA *et al.*, 2014).

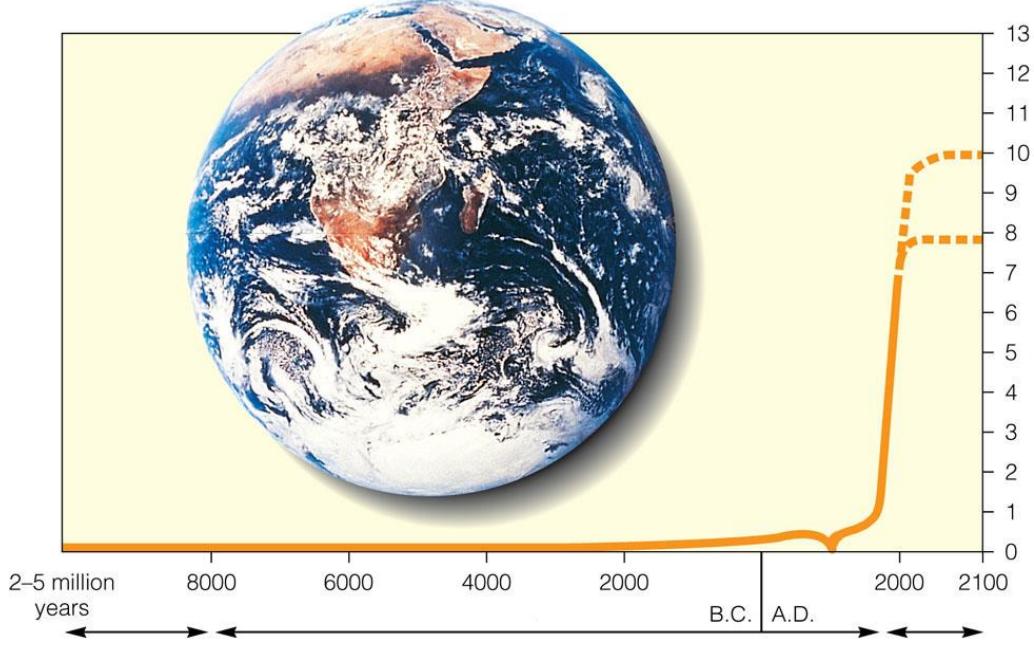
Tão importante quanto às legislações, está o entendimento sobre a geração dos RSD perante as interferências naturais e também sobre temas relacionados com a gestão pública. Como exemplo pode-se citar o problema da seca, principalmente na região nordeste do país, que compromete o abastecimento de água para o consumo humano, acarretando vários prejuízos para sociedade e influenciando diretamente em variáveis como: economia, política, administração pública e meio ambiente.

Segundo Davis (2016), a geração de resíduos e seu descarte no meio ambiente é um problema desde os primórdios da existência humana no planeta. Na pré-história os povos já tinham conhecimento da necessidade de obter locais apropriados para colocar os resíduos que eles geravam, como por exemplo: ossos de animais consumidos, ferramentas sem serventias, vestimentas sem utilidades etc.

Com o passar dos tempos a população mundial vem aumentando em níveis alarmantes (Figura 1), principalmente quando considerado o período da revolução industrial, século XVIII a XIX, onde ocorreram grandes avanços nos processos produtivos através das máquinas. Aliando a esse período histórico veio a crescente ocupação demográfica pelos humanos, principalmente nos centros urbanos, e a necessidade pela demanda por produtos e bens impulsionando a geração de resíduos sólidos.

Atualmente o impacto ambiental causado pela geração de resíduos e, principalmente, a sua destinação inadequada tem levado a sociedade civil e os governos a encontrarem soluções para minimizar a degradação do meio ambiente e garantir a qualidade de vida das gerações futuras.

Figura 1: Crescimento Populacional com projeções até 2100.



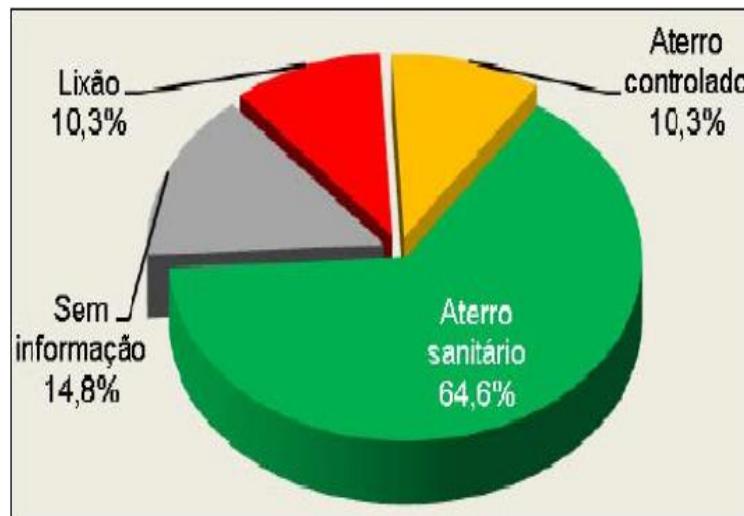
© 2006 Brooks/Cole - Thomson

Fonte: Miller (2008).

Considerando o cenário nacional, segundo Onofre (2011), os crescentes aumentos na geração de resíduos geram problemas para diversos municípios, pois na maioria deles não há alternativas que garantam a destinação adequada dos rejeitos. Isso pode ser atrelado a diversos fatores como: falta de incentivo financeiro do poder público para investimento na área, fiscalização da aplicação das leis ambientais e a própria falta de conscientização da sociedade a respeito do tema.

Na Figura 2 pode-se observar que grande parte dos municípios brasileiros, dos que participaram dos questionários adotados pelo sistema, dispõe seus resíduos de forma inadequada, gerando consequências irreparáveis ao meio, entre elas está à contaminação do solo e da água.

Figura 2: Destinação de resíduos sólidos domiciliares em relação à população urbana no Brasil



Fonte: SNIS (2016).

Além da destinação final adequada dos resíduos constituir um dos principais desafios a serem enfrentados pela gestão pública, a geração *per capita* é outro indicador preocupante que revela que é função do grau de urbanização de um município, ou seja, quanto maior for a sua população, maior será a geração *per capita* de seus habitantes.

Phillipi Jr. *et al.* (2004) relatam que esse tipo de geração depende de muitas variáveis, podendo-se citar as características locais, época e condições climáticas. O Quadro 1 mostra o cálculo feito pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), em pesagens realizadas em vários municípios do estado de São Paulo.

Quadro 1: Valores *per capita* de produção de resíduos sólidos domiciliares em função da população urbana.

População	Produção de RSD
(em milhares de habitantes)	(Kg/habitante/dia)
Até 100	0,4
100 a 200	0,5
200 a 500	0,6
Maior que 500	0,7

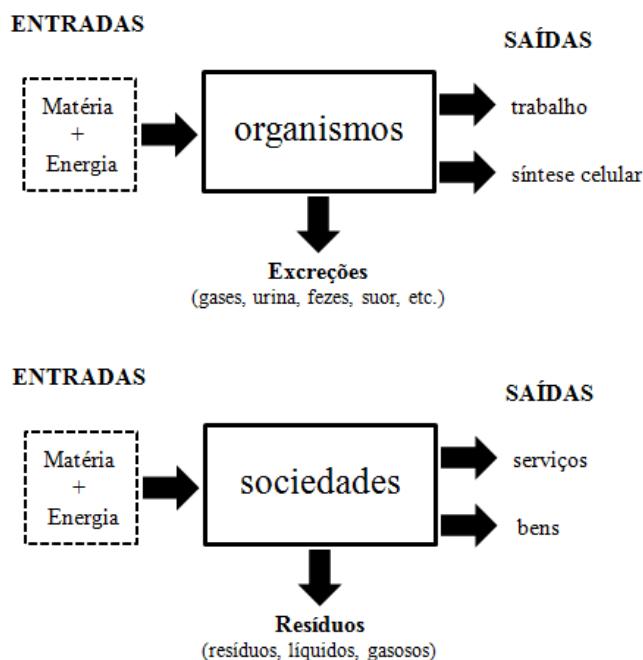
Fonte: Cetesb (2001) apud Phillipi Jr. *et al.* (2004).

Nesses valores são considerados apenas os resíduos de origem domiciliar, da população urbana, que são aqueles provenientes das residências e pequenos comércios, não considerando nos cálculos os resíduos gerados nas indústrias, limpeza de vias públicas, podas de árvores, limpezas de córregos e outros que frequentemente são enviados para os aterros sob classificação única de resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos constituem, de forma geral, subprodutos da atividade humana com características específicas, que são definidas geralmente pelo processo que os gerou. De acordo com a perspectiva da sociedade, materiais descartados que são aproveitados deixam de ser resíduos, constituindo assim matéria prima para a obtenção de outros produtos. Caso não haja viabilidade econômica por nenhum processo tecnológico disponível e acessível para seu aproveitamento, então são denominados de rejeitos.

De uma maneira semelhante às características que acontecem nos seres humanos, as sociedades de natureza antrópica também necessitam de matéria e energia para que se possa produzir, na etapa de saída, serviços e bens que são responsáveis pelo desenvolvimento de uma localidade (Figura 3). Porém a geração de resíduos fará parte desse processo, contribuindo para o aumento do potencial de risco ao meio ambiente e a toda uma população.

Figura 3: Balanço de Massa



Fonte: Phillipi Jr. *et al.* (2004).

3.1.1 Classificação

De acordo com Phillipi Jr *et al.* (2004) as palavras: resíduo e lixo, são semelhantes no que diz respeito aos seus conceitos:

Resíduo: 1 Remanescente. 2. Aquilo que resta de qualquer substância; resto. 3. O resíduo que sofreu alteração de qualquer agente exterior, por processos químicos, físicos etc.

Lixo: 1. Aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; entulho. 2. Tudo que não presta e se joga fora. 3. Sujidade, sujeira, imundície. 4. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor.

Considerando o significado técnico e legal das duas palavras juntas, resíduos sólidos, segundo a Lei nº 12305/2010, tem-se a seguinte definição:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Segundo Barros (2012) há diversas formas de classificação para os resíduos sólidos, dentre as quais podemos citar: a atividade que os produziu, grau de biodegradabilidade e a forma de operacionalização dos serviços de coleta (Quadro 2). Para os efeitos da Lei nº 12.305/2010, os resíduos sólidos possuem a classificação conforme o Quadro 3 e considerando a NBR 10.004/2004, Resíduos sólidos - Classificação, pode-se obter a subdivisão de classes mostrada no Quadro 4.

Quadro 2: Classificação dos resíduos sólidos segundo a atividade que os produziu

Tipos de RS	Definição
Residencial (ou domiciliar)	RS produzidos nos domicílios, basicamente provenientes da cozinha e da limpeza e manutenção de casas, compostos também de outros materiais descartados pelos usuários (a própria população), como papéis, embalagens (de plástico, de papelão etc), restos de alimentos, podas etc. Outros estabelecimentos (industriais ou comerciais) têm parte de seus resíduos de tipo doméstico, variando os percentuais da composição gravimétrica.
Comercial	Resíduos provenientes de estabelecimentos comerciais em geral, como escritórios, lojas, empresas, restaurante, bares. São constituídos sobretudo por embalagens (papéis etc) e podem conter alguma matéria orgânica.
Serviços de saúde	RS provenientes de diversas áreas das instituições hospitalares (refeitórios, centros cirúrgicos, ambulatórios etc). Fazem parte ainda desta classificação os resíduos de clínicas médicas, odontológicas e veterinárias, farmácias e estabelecimentos similares.
Industrial	Segundo a NBR 10.0004 (2004), são aqueles resíduos em "estado sólido e semissólido que resultam das atividades industriais (...)".
Varrição e feiras	Resíduos provenientes de varrição regular de logradouros públicos, conservação e limpeza de zonas residenciais e comerciais, limpeza de feiras livres etc. Constituídos de embalagens (papéis, plásticos etc), cigarros, restos de capina e de alimentos, areia e terra, materiais de poda etc.
Outros	Resíduos não classificados nos itens anteriores.

Fonte: Adaptado de Barros (2012).

Quadro 3: Classificação dos resíduos sólidos segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos

Quanto à:	Tipos de RS	Definição
I- Origem	a) Resíduos domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas
	b) Resíduos de limpeza urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
	c) Resíduos sólidos urbanos	englobados nas alíneas “a” e “b”
	d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
	e) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
	f) Resíduos industriais	Os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
	g) Resíduos de serviços de saúde	Os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
	h) Resíduos da construção civil	Os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
	i) Resíduos agrossilvopastoris	Os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
	j) Resíduos de serviços de transportes	Os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
	k) Resíduos de mineração	Os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;
II- Periculosidade	a) Resíduos perigosos	Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
	b) Resíduos não perigosos	Aqueles não enquadrados na alínea “a”.
Observação: Em conformidade com a lei 12305/2010, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.		

Fonte: Lei nº 12305/2010.

Quadro 4: Classificação dos Resíduos Sólidos segundo a NBR 10.004/2004

CLASSIFICAÇÃO- NBR 10.004/2004	
a) Resíduos classe I - Perigosos;	Aqueles que apresentam periculosidade, com as características de: inflamabilidade, corrosividade, reatividade toxicidade ou patogenicidade
b) Resíduos classe II – Não perigosos;	<p>Resíduos classe II A – Não inertes:</p> <p>Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.</p> <p>Resíduos classe II B – Inertes:</p> <p>Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.</p>

Fonte: NBR 10.004/2004.

Quando a NBR 10.004/2004 não for suficiente para a classificação de um determinado tipo de resíduo, seja por motivos econômicos ou técnicos, sua classificação ficará sob a responsabilidade dos órgãos estaduais e federais competentes (BARBOSA, 2014).

3.1.2 Resíduos sólidos domiciliares no município de Campina Grande - PB

De acordo com Monteiro *et al.* (2001) há esforços crescentes de vários municípios brasileiros na implementação de ações que fomentem a melhoria da gestão e gerenciamento dos sistemas de limpeza urbana, e apesar de várias iniciativas realizadas pelas comunidades, principalmente na área de reciclagem e coleta seletiva, é sabido que o quadro geral é preocupante, pois além de recursos são necessários o treinamento e a capacitação das administrações municipais para solução deste desafio.

Com relação à abrangência do manejo de resíduos sólidos domiciliares no município de Campina Grande (Quadro 5) é possível observar, ao longo do período, uma cobertura considerável e expressiva com relação à população total quanto urbana. No que diz respeito aos valores de recuperação de recicláveis observa-se que esse serviço, no município, deixa a desejar quando comparado com os indicadores anteriores.

Quadro 5: Taxas relativas ao manejo de resíduos sólidos domiciliares em Campina Grande-PB

Taxa Ano	Cobertura da coleta de RSD em relação à população total (%)	Cobertura da coleta de RSD em relação à população urbana (%)	Recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU (%)
2016	98,00	99,00	0,44
2015	98,00	99,66	0,43
2014	98,00	98,00	-
2013	98,00	98,00	-
2012	98,00	100,00	0,00
2011	99,40	99,04	-
2010	100,00	100,00	-
2009	99,20	100,00	-
2008	-	-	-

Legenda: (-) Sem informação.

Fonte: SNIS (2016).

Com relação ao encaminhamento dado aos resíduos sólidos domiciliares no município foi utilizada, por vários anos, uma área de depósito a céu aberto configurando-se como um espaço de lixão (Figura 4). De acordo com Leite *et al.* (2003) esse espaço foi utilizado desde 1996 sendo desativado por completo no ano de 2012, sendo assim os resíduos foram encaminhados para o aterro sanitário no município de Puxinanã-PB, estando a aproximadamente 20 km de Campina Grande.

Em Julho de 2015 a gestão municipal de Puxinanã interditou o aterro sanitário (Figura 5), alegando diversos motivos de ordem técnica e financeira e ,em virtude deste fato, os resíduos passaram a ser depositados em um novo aterro sanitário no quilômetro 10 da PB-138, na zona rural de Campina Grande-PB, local este que funciona até a presente data.

Figura 4: Antigo Lixão no município de Campina Grande - PB



Fonte: UFCG (2010).

Figura 5: Aterro Sanitário no município de Puxinanã- PB



Fonte: Morais (2014).

Neste contexto, estudos sobre aspectos quali-quantitativos dos resíduos sólidos domiciliares gerados são importantes para orientar decisões na sua própria gestão ou para direcionar trabalhos de aproveitamento, reciclagem e compostagem nesta área. Conforme Santos (2008):

“do ponto de vista qualitativo, os resíduos sólidos podem ser analisados por meio da determinação de variáveis físicas, químicas e biológicas. Entre as variáveis físicas destacam-se a geração per capita, a composição gravimétrica, o peso específico, o teor de umidade e a compressividade. Entre as químicas destacam-se o potencial hidrogeniônico (pH), a composição química e a relação carbono/nitrogênio, e entre as biológicas a determinação da população microbiana e dos agentes patogênicos”.

O método analítico quantitativo, denominado de gravimetria, possui como característica principal o processo que envolve a separação e pesagem dos resíduos sólidos determinando a porcentagem de cada um dos seus componentes quando coletados, como papel, papelão, vidro, etc. Para o desenvolvimento desta caracterização é utilizada a metodologia do quarteamento que consiste, segundo a NBR 10.007- 2004, no processo de

divisão em quatro partes iguais de uma amostra de resíduo pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado.

Considerando a caracterização dos resíduos (Quadro 6), realizada pela empresa ECOSAM (2013) para subsidiar informações para elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS- do município de Campina Grande-PB é possível observar a média da composição dos resíduos de acordo com a classe social.

Quadro 6: Resumo da caracterização gravimétrica no município de Campina Grande- PB

TIPO DE MATERIAL	CLASSE SOCIAL									
	BAIXA		MÉDIA		DISTRITO		ALTA		GERAL	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
COURO E BORRACHAS	0,99	1,90%	1,26	2,62%	7,70	14,86 %	4,22	8,06%	3,54	6,93%
FRALDAS	3,09	5,94%	4,26	8,83%	7,20	13,90 %	3,22	6,15%	4,44	8,69%
INERTES	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
MADEIRA	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,72	1,38%	0,18	0,35%
MATÉRIA ORGÂNICA	22,1 9	42,67 %	22,7 6	47,13 %	25,0 0	48,26 %	17,5 2	33,44 %	21,8 7	42,77 %
METAIS FERROSOS	0,79	1,51%	1,76	3,65%	0,20	0,39%	2,42	4,62%	1,29	2,53%
METAIS NÃO-FERROSOS	0,19	0,36%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,52	1,00%	0,18	0,35%
PAPEL/ PAPELÃO	7,34	14,11 %	5,26	10,90 %	2,20	4,25%	9,52	18,17 %	6,08	11,89 %
PLÁSTICOS	14,3 5	27,60 %	10,2 5	21,23 %	8,60	16,60 %	12,2 9	23,46 %	11,3 7	22,25 %
VIDRO	0,19	0,36%	1,76	3,65%	0,90	1,74%	1,72	3,29%	1,14	2,24%
OUTROS	2,89	5,55%	0,96	2,00%	0,00	0,00%	0,22	0,43%	1,02	1,99%
TOTAL	52,0 0	100%	48,3 0	100%	51,8 0	100%	52,4 0	100%	51,1 3	100%

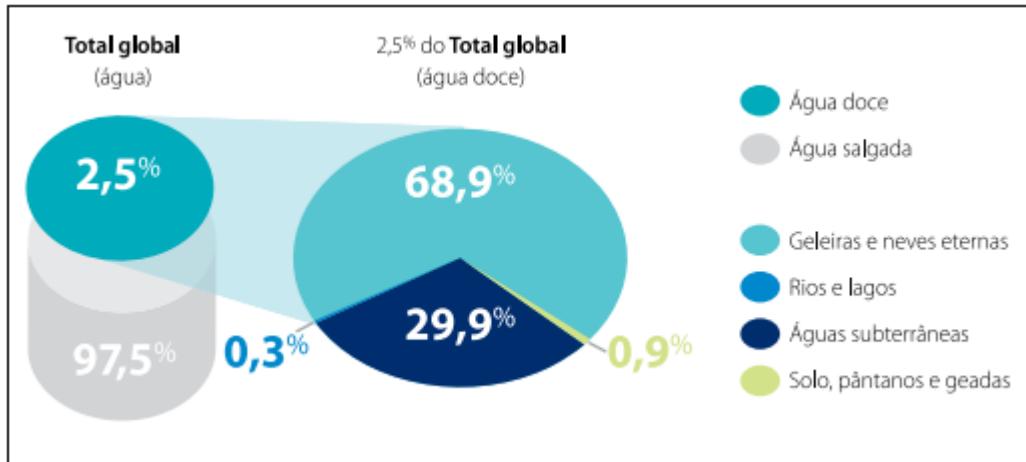
Fonte: ECOSAM (2013).

3.2 Recursos hídricos

Os recursos hídricos são de extrema importância para a sobrevivência e desenvolvimento de uma sociedade. Porém sabe-se que sua disponibilidade no meio ambiente tem sido insuficiente para atender à demanda, cada vez mais crescente, em várias regiões do Planeta. Ao longo da história da humanidade os usos desses recursos vêm se tornando consideravelmente mais diversificados e exigentes em termos de qualidade e quantidade, principalmente quando se considera o aporte para abastecimento humano.

Conforme mostrado na Figura 6, a água ocupa aproximadamente 70% da superfície do planeta, porém 97,5% da água do planeta está localizada nos mares. Da parcela de água doce, 68,9% encontra-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos.

Figura 6: Distribuição da água no planeta



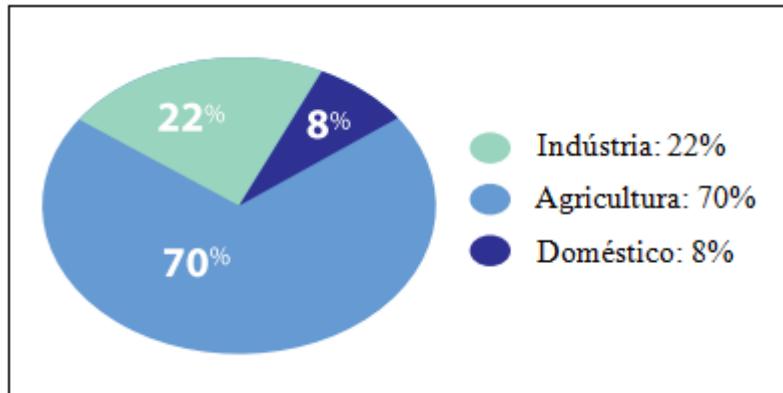
Fonte: Plano Nacional de Recursos Hídricos (2016).

De acordo Heller e Pádua (2006) a demanda por água para consumo doméstico vem aumentando constantemente, ao longo dos tempos no Brasil, pelos motivos seguintes:

- Aumento acelerado da população nas últimas décadas, sobretudo nas áreas urbanas e em especial nas regiões metropolitanas e cidades de médio porte;
- Incremento da industrialização, aumentando a demanda por água em núcleos urbanos;
- Aumento do volume de perdas de água em muitos sistemas de abastecimento, fruto da obsolescência de redes e de baixos investimentos.

O consumo diário de água é muito variável no planeta. Além da disponibilidade do local, o seu consumo médio está fortemente relacionado com o nível de desenvolvimento do país, o nível de renda das pessoas e sua disponibilidade. É possível observar na Figura 7, o consumo de água no planeta que é predominantemente utilizado na agricultura, seguido da indústria e por último para uso doméstico.

Figura 7: Consumo de água no planeta



Fonte: Plano Nacional de Recursos Hídricos (2016).

Conforme demonstrado por Azevedo Netto (1998) nos Estados Unidos, prevalecem, em média, os consumos mostrados no Quadro 7 abaixo:

Quadro 7: Consumo de água nos Estados Unidos

Natureza do consumo	Porcentagem
Doméstico	35%
Comercial e industrial	30%
Público	10%
Perdas	25%
Total	100%

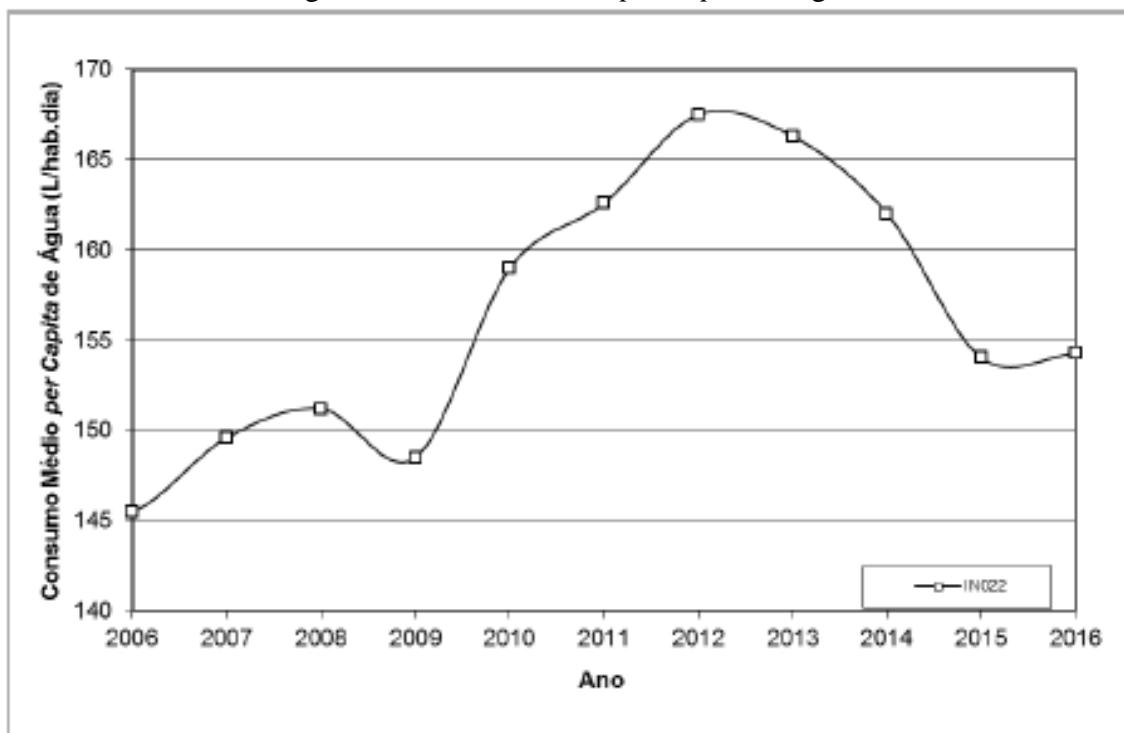
Fonte: Adaptado Azevedo Netto (1998).

Considerando o consumo de água de uso doméstico, há de se perceber que nos últimos anos, no Brasil, houve uma diminuição no consumo médio *per capita* de água para os prestadores de serviços participantes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) - período 2006 e 2016 (Figura 8). Isso ocorre provavelmente devido ao uso insustentável dos recursos hídricos, as mudanças climáticas modificando o ciclo hidrológico das regiões elevando o índice de escassez e a dificuldade dos gestores públicos de implementar um planejamento que assegure a garantia e disponibilidade de água para essa e as demais gerações.

É possível observar a evolução do consumo médio *per capita* de água para os prestadores de serviços participantes do SNIS entre os anos de 2006 e 2016. Como pode ser observado na Figura 8, o gráfico mostra um crescimento quase contínuo do indicador entre 2006 e 2012, totalizando 15,1% no período, embora se observe uma queda de 1,8% de 2008 para 2009. Entre 2009 e 2012 há significativo crescimento de 12,8% no consumo (SNIS, 2016).

A partir daí foram três quedas seguidas (0,7%, 2,6%, 4,9% em 2013, 2014 e 2015, respectivamente) no consumo médio *per capita* de água. Essa situação pode se explicar, dentre outros fatores, pela crise hídrica à qual atravessa o país, acarretando a necessidade de diminuição no consumo de água. Já em 2016, observa-se uma tendência contrária às quedas registradas nos últimos anos. Com aumento de 0,2%, o índice nacional manteve-se similar ao ano de 2015 (SNIS, 2016).

Figura 8: Consumo médio *per capita* de água



Fonte: SNIS (2016).

Para os abastecimentos de uma região devem ser consideradas vários tipos de consumo de água que podem ser discriminadas de acordo com o Quadro 8:

Quadro 8: Tipos de consumo de água

Uso doméstico
a) descarga de bacias sanitárias;
b) asseio corporal;
c) cozinha;
d) bebida;
e) lavagem de roupas;
f) rega de jardins e quintais;
g) limpeza geral;
h) lavagem de automóveis;
Uso comercial
a) lojas (sanitários e ar condicionado);
b) bares e restaurantes (matéria-prima, sanitários e limpeza);
c) postos e entrepostos (processos, veículos, sanitários e limpeza).
Uso industrial
a) água como matéria-prima;
b) água consumida em processo industrial;
c) água utilizada para resfriamento;
d) água necessária para as instalações sanitárias, refeitórios, etc.
Uso público
a) limpeza de logradouros públicos;
b) irrigação de jardins públicos;
c) fontes e bebedouros;
d) limpeza de redes de esgotamento sanitário e de galeria de águas pluviais
f) piscinas públicas e recreação.
Usos especiais
a) combate a incêndios;
b) instalações desportivas;
c) ferrovias e metrôs
d) portos e aeroportos;
e) estações rodoviárias.
Perdas e desperdícios
a) perdas na adução;
b) perdas no tratamento;
c) perdas na rede distribuidora;
d) perdas domiciliares;
e) desperdícios.

Fonte: Azevedo Netto *et. al* (2004).

A percepção errônea da abundância hídrica no planeta aliado a degradação ambiental mais o comportamento consumista crescente da população foram gerando um ambiente de desinformação, negligência a respeito dos temas que envolvem a conservação e a gestão desse recurso e, consequentemente, a uma cultura de desperdício e de descaso que veio se refletindo no consumo, na conservação, na gestão e com a falta de investimentos para seu uso e proteção mais eficientes.

O Brasil, embora seja um dos países mais ricos em reservas hídricas do planeta, apresenta, em seu território, uma distribuição bastante desigual de água. O Estado de São Paulo, onde residem 22% de toda a população do país, dispõe de apenas 1,6% da água superficial disponível (CONSULTORIA TÉCNICA, 2011).

Somado ao problema de distribuição hídrica, tem-se também como agravante a estiagem, que se iniciou em 2013 e que se estendeu até início de 2015, sendo a mesma considerada a mais grave dos últimos anos e deixou a região Sudeste do Brasil à beira de um colapso no fornecimento de água. Há estudos que indicam que a seca já havia atingido 70 cidades do estado de São Paulo, entre as quais os municípios de: São Paulo, Campinas e Americana, bem como e de modo bem mais severo, o município de Itu, onde as consequências do racionamento hídrico chegou a deixar alguns bairros por até 55 dias consecutivos sem água (CAPRIGLIONE, 2014).

Desta forma, embora essencial à vida e à alimentação, a água limpa e potável é um bem cada vez mais raro, precioso, que precisa ser protegido e preservado.

3.2.1 Crise hídrica em Campina Grande-PB

O Açude Velho e Açude Bodocongó eram os responsáveis, inicialmente, pelo abastecimento hídrico no município de Campina Grande, porém com crescimento da sua demanda e com seus níveis alarmantes de poluição, foi construído em 1957 o Açude Epitácio Pessoa também chamado de Boqueirão, no Rio Paraíba, para suprir a demanda de abastecimento do município de Campina Grande (RÊGO *et al.*, 2001).

A Agência Nacional das Águas (ANA) passou a ser o Órgão Gestor das águas do Açude Epitácio Pessoa, outorgando o uso para abastecimento à Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). Com o aumento na demanda de água, através do consumo humano e a atividade de irrigação, e considerando o início do ciclo de escassez hídrica, no ano de 2012 no Nordeste brasileiro, ocorreu o comprometimento da segurança hídrica da

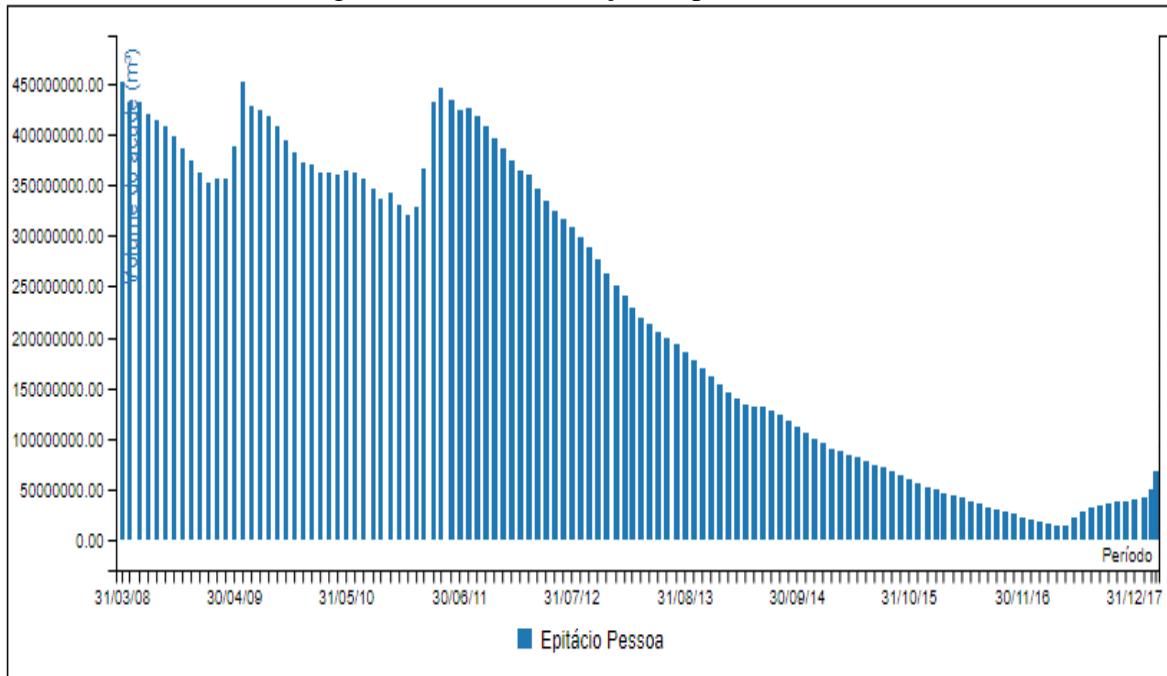
população abastecida pelo o Açude, situação essa agravada pela gestão ineficiente dos órgãos responsáveis pelo setor (SILVA *et al.*, 2014).

Na Figura 9 estão representados os dados obtidos da Agência Estadual de Saneamento (AESÁ) a respeito do volume de água em metros cúbicos do açude Epitácio Pessoa, no período entre 31 de março de 2008 e 14 de março de 2018, e assim pôde ser constatado um dos piores níveis de água de sua história, chegando a 2,9% no final de março de 2017.

Quando o racionamento de água iniciou no município, em 6 de Dezembro de 2014, o reservatório estava com 24% de sua capacidade total, e a partir daí a CAGEPA passou a retirar água de acordo com o plano de contingência elaborado pela própria concessionária, a pedido do Ministério Público Estadual e através de resoluções conjuntas entre a Agência Nacional das Águas (ANA) e a AESA-PB. Um breve histórico do racionamento no município de Campina Grande é descrito a seguir:

- ✓ Em 6 de dezembro de 2014 a população ficou sem água durante 36 horas por semana;
- ✓ Na segunda fase do racionamento, que começou em 6 de junho de 2015, a população ficou 60 horas por semana sem água;
- ✓ A Resolução Conjunta ANA/AESA PB nº 960 determinou que em 1º de Novembro de 2015, a vazão média mensal de captação que era de 881 l/s, passou a ser de 650 l/s e a partir deste momento a população começou ficar sem água durante 84 horas por semana;
- ✓ O quarto e último modelo de racionamento adotado, a partir de 18 de julho de 2016, continuou com a mesma vazão de retirada de 650 l/s e o regime de racionamento de 45 horas por semana, dividindo o município em duas zonas de forma alternada;
- ✓ Em 25/08/2017 foi decretado o término do racionamento de água no município de Campina Grande e nos demais que dependiam deste manancial.

Figura 9: Volume do Açude Epitácio Pessoa



Fonte: AESA (2017).

Devido à recarga de aquífero, desde o dia 18/04/2017, advindo da inauguração do Eixo Leste da Transposição do rio São Francisco foi percebido um aumento, ainda que discreto, na elevação do nível do reservatório analisado.

A carência de instalações suficientes de abastecimento de água para a humanidade constitui uma das maiores dívidas sociais persistentes no mundo. Há um contingente considerável de habitantes no planeta ainda afastados ou com restrição de acesso a esse bem, que deveria ser assumido como um direito indiscutível das pessoas. Segundo Phillipi Jr. (2004) a escassez hídrica tem consequências sociais, econômicas e ambientais, uma vez que:

- Comprometem o equilíbrio dos ecossistemas, dificultando a conservação da flora e da fauna e da diluição de efluentes;
- Provocam doenças por causa da má qualidade ou pela falta de água em quantidade suficiente para as necessidades mínimas;
- Impedem o desenvolvimento socioeconômico, ao prejudicar as atividades de recreação e pesca e as propostas paisagísticas; o desenvolvimento industrial, ao dificultar a

geração de energia elétrica, refrigeração de máquinas, produção de alimentos, navegação e turismo; e o desenvolvimento da agricultura, ao dificultar a produção de cereais, frutas e hortaliças.

De acordo com a Quadro 9, a Região Nordeste é a que possui a menor proporção dos recursos hídricos no país. Nela está localizada a região semiárida do Brasil que padece de falta de água nos períodos de estiagem.

Quadro 9: Distribuição dos recursos hídricos em porcentagem em relação ao total do país

Região	Recursos Hídricos (%)
Norte	68,50
Centro-Oeste	15,70
Sul	6,50
Sudeste	6,00
Nordeste	3,30
Total	100,00

Fonte: Adaptado UNIAGUA (2002).

Apesar da situação alarmante, em relação à distribuição dos recursos hídricos no Nordeste brasileiro, a CAGEPA atua com serviços de abastecimento de água no município de Campina Grande- PB, ou seja, consegue disponibilizar esse recurso até a residência do consumidor em quase totalidade da população, seja urbana ou rural (Quadro 10).

Quadro 10: Índices relativos ao serviço de água em Campina Grande-PB

Índice Ano	Abastecimento de água em relação à população total (%)	Abastecimento de água em relação à população urbana (%)	hidrometração (%)
2016	99,98	100,00	99,19
2015	100,00	100,00	99,07
2014	100,00	100,00	98,98
2013	100,00	100,00	98,95
2012	95,33	100,00	98,93
2011	95,30	100,00	99,00
2010	99,50	100,00	99,00
2009	100,00	100,00	99,17
2008	100,00	100,00	99,40

Fonte: SNIS (2016).

3.3 Relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares com o consumo de água

Sabe-se que há estudos que indicam a relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e o consumo de água residencial. Como exemplo tem-se o trabalho de Leite (2006) que possui como tema a análise crítica da taxa de coleta de resíduos domiciliares e busca avaliar as formas de cobrança praticadas pelas gestões municipais, particularmente em municípios de médio e pequeno porte, para a realização dos serviços de coleta e destinação final de resíduos sólidos domiciliares urbanos, além de fazer uma análise sobre as possíveis falhas de cobrança em alguns casos. Ademais, realiza levantamento de dados no município de Taiaçu-SP.

O estudo do autor supracitado apresentou, em sua metodologia, entrevistas através de formulários específicos em uma amostra de 210 domicílios urbanos, representando 14% dos domicílios do município e coeficiente de confiabilidade de 95%, porém 10 entrevistas foram descartadas por apresentarem dados duvidosos sendo utilizados efetivamente 200 formulários. As variáveis utilizadas neste trabalho fazem referência à média da quantidade de resíduos geradas mensalmente, do consumo de água e energia elétrica mensais, do número de pessoas que residem no local e da área construída. O autor procurou a correlação existente entre: RSD e consumo de água, RSD e consumo de energia elétrica, RSD e área construída do imóvel.

Considerando a relação entre a média dos resíduos gerados mensalmente e a média da quantidade de água consumida mensalmente, o coeficiente de determinação obtido foi considerado pequeno ($r^2=0,0632$). Pelo motivo da baixa correlação, estudou-se os dados por faixa de consumo dividindo o total de dados em cinco grupos, analisando-se cada grupo separadamente, ou seja, residências com consumo de água entre 0 a 10m³, 10 a 20m³, 20 a 30m³, 30 a 40m³ e 40 a 50m³. Sendo assim, as correlações encontradas são as mostradas no Quadro 11.

Quadro 11: Correlação entre consumo de água x RSD gerado por faixa de consumo

Faixas de Consumo de água domiciliar	r^2 entre o consumo de água x quantidade de RSD gerada
0 a 10 m ³	$r^2= 0,2182$
10 a 20 m ³	$r^2= 0,0114$
20 a 30m ³	$r^2= 0,0538$
30 a 40 m ³	$r^2= 0,1576$
40 a 50 m ³	$r^2= 0,1170$

Fonte: Leite (2006).

Como mais uma vez a correlação não foi satisfatória, foi feito o somatório dos dados por faixa de consumo, ou seja, se na faixa de consumo de 0 a 10m³ havia 40 das 200 residências estudadas, era feito o somatório total do RSD e do consumo de água dessas 40 residências, obtendo-se assim um ponto no gráfico. Os valores obtidos pelo somatório dos dados por faixa encontram-se no Quadro 12.

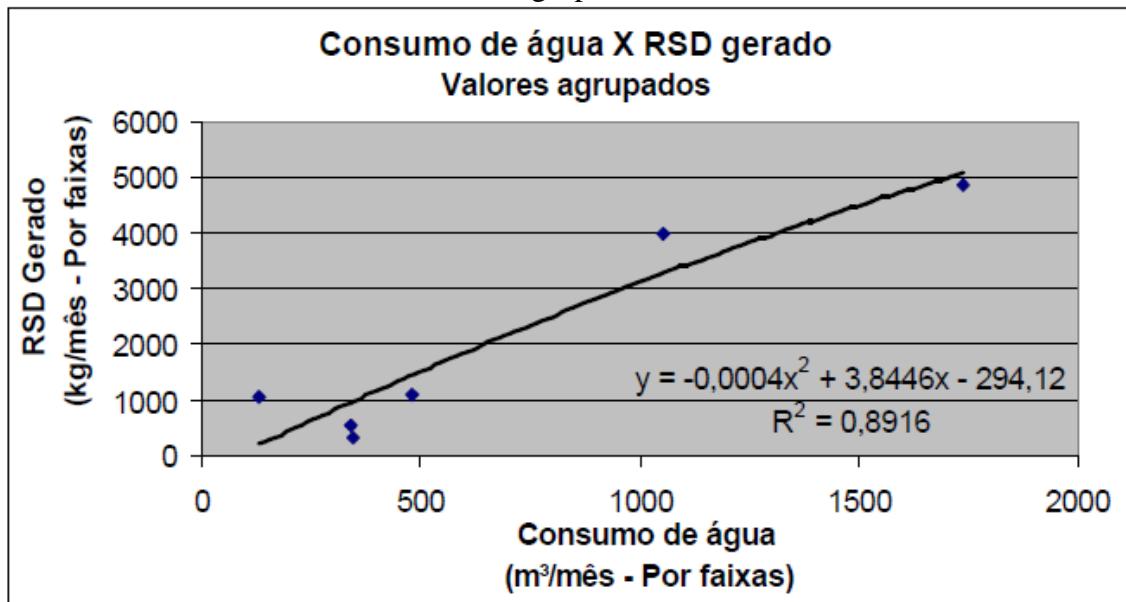
Quadro 12: Valores obtidos por faixa de consumo de água

Faixas de Consumo (m ³ /mês)	Somatório por faixa	
	Água (m ³)	RSD (Kg)
0 a 10	131,25	1072,50
10 a 20	1052,67	4001,25
20 a 30	1736,85	4863,75
30 a 40	479,50	1102,50
40 a 50	341,25	562,00
50 a 60	343,75	333,75

Fonte: Leite (2006).

Como pode ser observado na Figura 10, obteve-se seis pontos no gráfico, gerando um elevado coeficiente de determinação ($r^2=0,8916$).

Figura 10: Consumo de água x Quantidade de RSD gerado por faixas de consumo agrupadas



Fonte: Leite (2006).

Ainda segundo Leite (2006), há que se observar que por mais que se procure atingir todos os fatores responsáveis pela geração de resíduos domiciliares, existem situações particulares que ocorre devido às divergências existentes junto a população estudada, como nível de renda, grau de instrução, atividade profissional, hábitos de consumo, etc.

Com o mesmo raciocínio, D'Ella (2000) fez um trabalho em campo para buscar a comprovação da relação existente entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e a utilização da água. A pesquisa foi realizada no município de Mairinque-SP, com população aproximada de 50.000 habitantes, tendo os dados sido obtidos com uma maior facilidade devido ao fato da empresa responsável pelo gerenciamento e execução dos serviços de limpeza pertencer ao mesmo grupo responsável pelos serviços de água e esgoto do município. Neste estudo, a área de Mairinque-SP foi dividida em dez grupos com o objetivo de melhor gerenciar os dados obtidos. Destes, escolheu-se três grupos para que ficassem entre os selecionados grupos dos diversos padrões socioeconômicos, ou seja, um grupo de alto, um de médio e um de baixo padrão, conforme Quadro 13.

Quadro 13: Seleção dos grupos e seu padrão sócio-econômico

Grupos	Padrão Sócio-econômico
5	alto
6	médio
8	baixo

Fonte: D’Ella (2000).

Através da empresa responsável pela gestão água e esgoto do município, foi obtida a utilização média de água nos meses de julho, agosto e setembro do ano de 1998, bem como o número de economias de cada grupo. Realizou-se também a pesagem dos RSD de cada grupo separadamente. Os dados obtidos encontram-se no Quadro 14.

Quadro 14: Síntese dos dados levantados

Grupos	Geração mensal de resíduos (kg)	Utilização mensal de água (m ³)	Nº de economias	Resíduos gerados por economia (kg)	Água consumida por economia (m ³)	Índice Relacional (kg/m ³)
5	61468	28182	1087	56,55	25,93	2,18
6	50245	25567	1380	36,41	18,53	1,96
8	28708	15277	915	30,19	16,06	1,88

Fonte: D’Ella (2000)

Através do referido quadro, D’Ella (2000) conclui que os índices relacionais obtidos na última coluna comprova a relação existente entre os resíduos gerados e a água consumida. Outra conclusão importante, e já esperada, a que se chega é que o grupo 05, o qual possui padrão socioeconômico alto, é quem gera mais resíduos, seguido dos grupos 6 e 8 de padrões médio e baixo, respectivamente. Com este trabalho, D’Ella sugere a mudança da forma de cobrança, que poderia passar a ser feita da seguinte forma: quantifica-se o custo da coleta mensal e divide-se pela quantidade de água consumida mensalmente. Desta forma, poderia obter quantos reais se pagaria pela taxa de resíduos a cada m³ de água consumida.

Corroborando com a mesma ideia, o trabalho realizado por Onofre (2011) teve como um dos objetivos propor um modelo que viabilizasse a cobrança da Taxa de Coleta de Resíduos (TCR) levando em consideração a quantidade de resíduos domiciliares gerada por dia, em três residências possuindo o mesmo padrão sócio econômico, no município de João Pessoa-PB. Os resultados mostraram ser possível estimar a quantidade de RSD

gerados a partir do consumo de água do domicílio sugerindo um modelo matemático para estimativa da geração de RSD possuindo como variável independente o consumo de água.

Há uma tendência, no país, de as prefeituras remunerarem os serviços de limpeza urbana através de uma taxa, geralmente cobrada na mesma guia do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), tendo essa como base de cálculo à área da propriedade imobiliária consistindo de uma prática inconstitucional, segundo juristas e advogados, que vem sendo substituída por diversas outras formas de cobrança, sendo que, ainda não existe um consenso quanto à maneira mais adequada de fazê-la (MONTEIRO, *et. al.*, 2001).

Segundo Onofre (2011) a forma mais justa de cobrança seria os resíduos serem pesados sempre que coletados em cada residência e ao final do mês o valor cobrado seria exatamente o que cada domicílio tenha gerado. Porém a logística desse sistema inviabilizaria todo processo tornando-o lento e oneroso.

É importante avaliar esses parâmetros de correlação com o objetivo de propiciar um novo entendimento de cálculo para arrecadação municipal com os serviços de: coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares que garantam vantagens tanto para as gestões municipais como para a população.

Na pesquisa realizada por Athayde Jr, *et.al.* (2008) foi possível estimar a geração de RSD a partir do consumo de água e de energia elétrica em quatro edificações residenciais, localizados em quatro bairros distintos de classe média alta, no município de João Pessoa-PB. Foi analisada a correlação entre a massa de RSD gerada em termos absolutos e o consumo de água domiciliar diário e considerando o conjunto de dados, dos quatro edifícios, foi possível concluir a possibilidade de estimar a quantidade de RSD gerada principalmente quando considerado o indicador do consumo de água, pois esse apresentou coeficiente de determinação elevado. O trabalho ainda propõe um modelo matemático que poderá servir como cálculo da massa de RSD gerada por uma edificação e assim permitir que os órgãos públicos municipais possam aplicar taxas de cobranças de serviços de coleta de resíduos sólidos mais justas, que na atualidade, nos municípios brasileiros, se baseia na área do imóvel.

No Quadro 15, proposto por Souza (2012), são apresentados alguns modelos de cobrança, mostrando como é realizado o cálculo da taxa ou tarifa em alguns municípios brasileiros.

Quadro 15: Modelos de cobranças dos resíduos sólidos

Londrina- PR	As taxas relacionadas aos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos eram regulamentadas pelas seguintes leis: Lei Nº 2.857, de 1977, que previa a taxa de limpeza Urbana, cobrada de acordo com a metragem da testada do imóvel, e a Lei Nº 7.303, de 1997 que previa a Taxa de Coleta de Lixo, cobrada pela metragem quadrada edificada e pela frequência do serviço prestado, diferenciando-se, ainda, pelo tipo de utilização do mesmo (residencial, hospitalar, comercial, industrial e especial) e como fato gerador a coleta e a remoção dos resíduos. Com a alteração das leis extingue-se a cobrança da Taxa de Limpeza Pública, aumentando-se, entretanto, “a alíquota da Taxa de Coleta de lixo, mantendo-se os mesmos critérios de cobrança, porém, acrescenta-se no fato gerador a destinação final, inclusive, a incineração, para a qual se cria um valor específico (CAMPANI & NETO, 2009).
Cascavel- PR	A cobrança da Taxa de Lixo é realizada juntamente com a fatura da água. O município que optar por esta forma de cobrança, recebe desconto de 2%, sendo que para que a mesma não seja realizada, o município deve se manifestar junto à Prefeitura, “apresentando ainda a vantagem de custos quanto à emissão de boleto de cobrança”. O valor da tarifa é fixado conforme estimativa de geração de resíduos do imóvel, utilizando para tal, como parâmetro, a média de geração de resíduos sólidos de cada bairro, agrupados em 3 grupos (forma estabelecida para 42 o ano de 2008): os que geram menos de 250 quilos ao ano, somando-se 14 bairros e distritos administrativos; os que geram de 250 a 500 quilos por ano, somando-se 17 bairros, e os que geram mais de 500 quilos por ano, em número de 5 bairros (CAMPANI & NETO, 2009).
Campinas- SP	A taxa de coleta de lixo é fixada pela Lei Nº 6.355, de 1990, que tem como fato gerador as operações após a coleta até a destinação final, sem explicitar a questão do tratamento. Além disso, a lei fixa que a base de cálculo da taxa é o valor estimado da prestação do serviço, considerando: a frequência de prestação do serviço, a dimensão da edificação ou a testada do terreno, para os lotes não edificados, e a localização do imóvel (CAMPANI & NETO, 2009).
Porto Alegre- RS	Possui um Código Municipal Tributário, consolidado na Lei Nº 07, de 1973, que cria a Taxa de Coleta de Lixo, e a Lei Nº 113, de 1984, dando como fato gerador a coleta, remoção, transporte e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares. Para casos de coleta de resíduos sólidos não domiciliares, que necessitam de coletas diferenciadas, tem-se a cobrança de tarifa específica, conforme contrato, que é lançada em boleto de cobrança bancária. A base de cálculo para a Taxa de Lixo, segundo o artigo 4º é em função da destinação do imóvel (não edificado, edificado residencial, ou edificado não residencial), localização e da área do imóvel, para tal nos anexos da lei constam tabelas que fixam as alíquotas respectivas. Acrescenta-se que a última alteração da lei incluiu os itens transporte e tratamento, visto que a cidade passou a dispor de operações de transbordo e unidades de tratamento para o material seletivo e uma unidade de triagem e compostagem (CAMPANI & NETO, 2009).
Fortaleza- CE	O valor da tarifa é calculado considerando os seguintes fatores: o volume de resíduos domiciliares gerados em cada uma das 25 zonas (divisão da cidade), as faixas de consumo de energia e a área edificada do imóvel. O valor médio da tarifa residencial é de R\$ 15,24/mês (AZEVEDO, 2004).

Santo André- SP	A cobrança pelos serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares estabelecida em Lei Municipal, é feita através da taxa de coleta de resíduos, lançada anualmente junto ao com carnê de IPTU. “O valor de lançamento é função do tipo de imóvel e da metragem quadrada da área construída da unidade imobiliária de referência e é definido considerando os custos efetivos dos serviços prestados no ano anterior ao lançamento.” (GRIPP, et.al., 2001).
Rio de Janeiro- RJ	No ano de 2000 a Prefeitura do Rio de Janeiro criou a taxa de coleta de lixo, tendo como base de cálculo a produção de lixo per capita em cada bairro da cidade, e também o uso e a localização 43 do imóvel. Conseguiu-se, com a aplicação desses fatores, um diferencial de sete vezes entre a taxa mais baixa e a mais alta cobrada no Município (MONTEIRO <i>et al.</i> , 2011).
Florianópolis- SC	O sistema de cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos é regulamentado pelas Leis Complementares Nº 132, de 23 de dezembro de 2003 e Nº 136, de 26 de março de 2004, as quais preveem a forma de cobrança através da Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos, além dos Decretos Nº 2215 de 2004, que dispõe também sobre a referida Taxa. (COMCAP, 2011). “A Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos, incluída no carnê do IPTU, tem como fato gerador a utilização efetiva ou potencial do serviço público de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos, prestados ao contribuinte ou postos à sua disposição.” A taxa é calculada de acordo com a frequência da prestação dos serviços, a natureza da ocupação e utilização dos imóveis, e o número de economias autônomas existentes (FLORIANÓPOLIS, 2003).
União da Vitória- PR	O sistema de cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos passou a ser realizado juntamente com a conta de água, após parceria firmada com a Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, como forma de diminuir a inadimplência, que era em torno de 50%, do pagamento da taxa de lixo que era cobrada juntamente com o IPTU. A base de cálculo para a cobrança passou a ser o consumo de água em m ³ , com a premissa de que quanto maior a população de uma residência, maior o consumo de água e também maior a geração de resíduos sólidos, e que estas duas variáveis sofrem interferências de uma série de outros fatores como poder aquisitivo, aspectos culturais, hábitos pessoais, etc. Para construção do modelo de cobrança, dividiu-se o consumo de água das economias por 23 faixas de consumo mensais, que variavam de 0 a 150m ³ /mês, sendo que, quanto maior a faixa de consumo, maior o valor pago pela geração de resíduos sólidos (SLOMP,1999; BRUSADIN, 2003).

Fonte: Sousa (2012).

Independente das discussões legais a respeito da modalidade de cobranças de taxas ou tarifas, para os serviços de limpeza urbana associados aos resíduos sólidos domiciliares a Constituição (1988) em seu artigo 145, inciso II, define a taxa como tributo a ser pago, em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição. Desse modo é reservado ao poder público o poder e atribuição de organizar e assegurar a prestação eficiente e eficaz do serviço de saneamento para toda a comunidade.

Considerando as formas e modelos de cobrança adotados em outros países, Faria (2012) ressalta a diversidade de experiências e suas tendências de base de cálculos são

mais usualmente realizadas pelo volume ou peso do resíduo gerado o que contribui consideravelmente para a redução de sua geração e para o incentivo à reciclagem. São destacados os seguintes exemplos:

- Nos EUA, a cobrança pode ser realizada de três formas, denominadas proporcional, variável e mínima. A cobrança proporcional ocorre por meio de sacos de lixo padronizados e específicos ou de etiquetas relativas a diversos volumes vendidos pelos prestadores do serviço aos usuários para a disposição de seus resíduos. Os custos do serviço são proporcionais ao volume do saco padronizado e embutidos no preço de venda ou, então, no preço da etiqueta que será afixada nos sacos comuns. No caso da cobrança ser feita pelo volume do contêiner, a cobrança é denominada variável, de acordo com a frequência de coleta. Contudo, se for gerado um volume excedente ao contratado, o usuário pagará um valor maior que o volume inicialmente contratado. A cobrança mínima é realizada em conjunto com os impostos ou taxas diversas, como é realizado no Brasil, em que o usuário paga um valor fixo pelo custo dos serviços e comuns a todos. Nestes casos, há um volume preestabelecido que, caso seja ultrapassado, implica em uma cobrança separada (BRUSADIN, 2003).
- Em Roma, Itália, a taxa de resíduos para habitações privadas é calculada com base na área da residência, incluindo áreas de garagens, terraços, jardins ou porões e no número de residentes. O número de habitantes é calculado por residência pela prefeitura e atualizado duas vezes por ano, antes da cobrança. Essa taxa serve para cobrir os custos fixos de limpeza urbana e lavagem de estradas, saúde ambiental e atividades de gestão de resíduos de qualquer natureza ou origem e o custo variável ligado à quantidade de resíduos gerados, coletados e tratados até a destinação final (AMA ROMA CAPITALE, 2006).
- Em Paris, França, para financiar a coleta e o tratamento dos resíduos domésticos, foi publicado, em 10 de maio de 1983, o decreto que define as regras da taxa de coleta (TEOM), mediante regulamento do Departamento Sanitário. A TEOM é calculada com base na área do terreno. Além disso, para os grandes geradores (>330 litros/dia), criou-se uma taxa especial, proporcional ao volume de resíduos

recolhidos. Grande parte dos gastos do serviço é suprida pela arrecadação da TEOM (SELUR e ABLP, 2010 e SYCTOM, 2007).

- Na Alemanha, a forma de cobrança difere das formas aplicadas no Brasil. Sem nenhum ônus para a população, os papéis e a matéria orgânica são coletados e acondicionados em sacos de duas cores, azul e marrom, respectivamente, doados pela prefeitura. Caso a quantidade desses resíduos exceda a cota estabelecida para a residência, o município poderá solicitar a compra de um recipiente adicional, com volume de 70 litros. Os demais materiais (plástico, vidro, metal, madeira) são acondicionados em recipientes fornecidos por uma empresa privada que cobra da prefeitura, anualmente, pelo volume coletado. Algumas embalagens têm um valor agregado de valor simbólico, destinado a programas de reciclagem (ReCESA, 2008).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Classificação da pesquisa

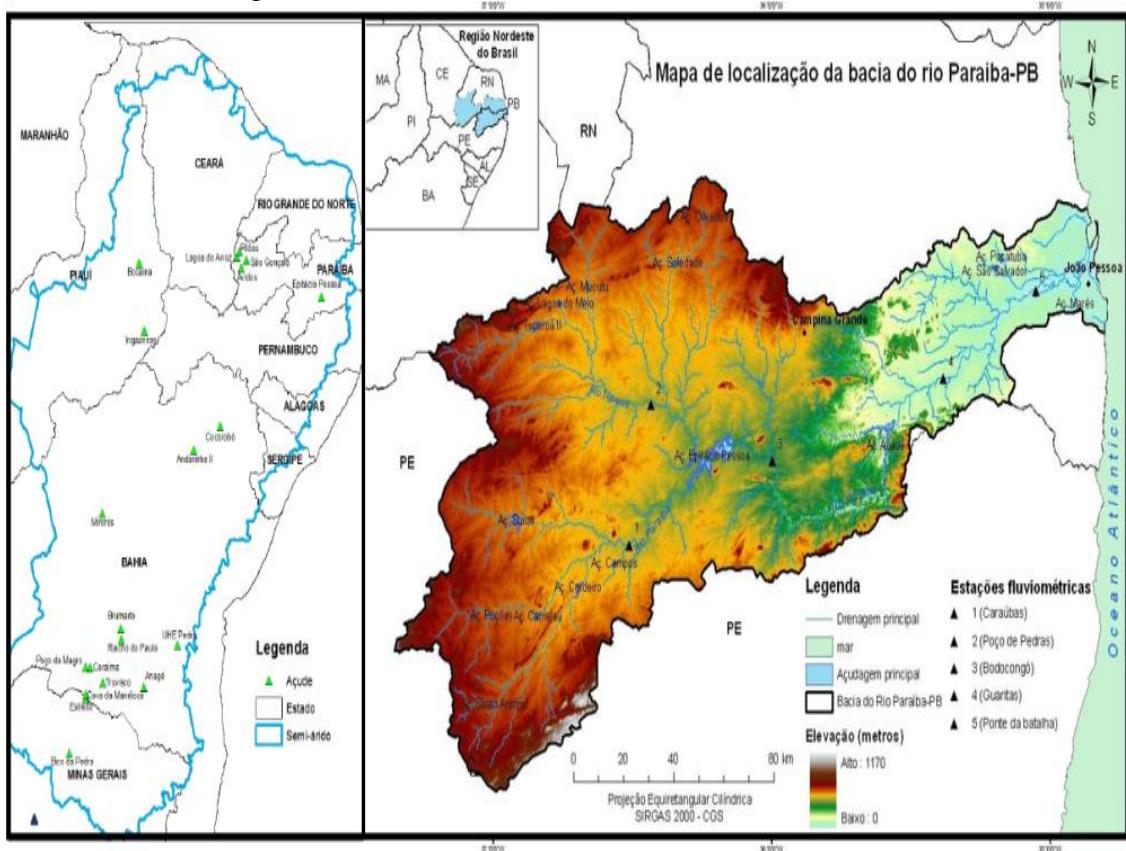
De acordo com Gil (2010) a classificação de uma pesquisa é importante, pois tem o objetivo de proporcionar uma melhor organização dos fatos e por fim o seu entendimento. Com relação aos objetivos mais gerais, esse trabalho é caracterizado por ser uma pesquisa descritiva, pois têm como finalidade a descrição das características de determinada população ou fenômeno, como também identificar possíveis relações entre as variáveis estudadas.

Do ponto de vista da abordagem trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, pois há o propósito do entendimento tanto dos fatos que podem ser quantificáveis como também a interpretação dos fenômenos que não requer atribuição numérica para sua análise (LAKATOS, 2003).

4.2 Caracterização da área de estudo

O trabalho tem como foco o município de Campina Grande (Figura 11), localizado nas coordenadas geográficas $7^{\circ}13'50''$ S e $35^{\circ}52'51''$ W, onde se concentra a segunda maior população do Estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil, possuindo 410.332 habitantes e área territorial de 593,03 km². Situado na Mesorregião do Agreste Paraibano e microrregião de Campina Grande está distante cerca de 130 km da capital João Pessoa e possui altitude média de 550 metros acima do nível do mar, localizada no Semiárido brasileiro, na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, é uma região de clima seco e quente com elevada evapotranspiração e temperaturas médias anuais (máxima e mínima) que variam de 28,6°C a 20,1°C respectivamente (IBGE, 2017).

Figura 11 : Semiárido brasileiro e bacia do rio Paraíba

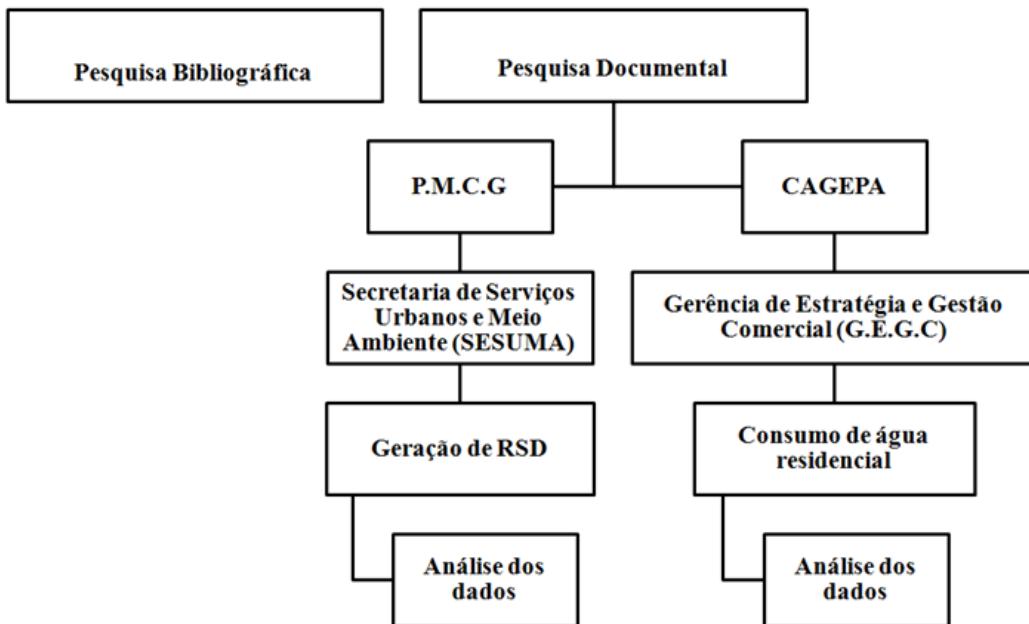


Fonte: Adaptado de ANA e Artigo caracterização do regime da bacia hidrográfica do Rio Paraíba (2014).

4.3 Processo metodológico

Torna-se oportuno demonstrar através da Figura 12 o processo metodológico do presente estudo.

Figura 12: Fluxograma com as etapas metodológicas da pesquisa



Fonte: Autor (2017).

4.4 Pesquisa documental

4.4.1 Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD)

Essa pesquisa foi realizada através de coleta de dados nos órgãos públicos: Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente (SESUMA) pertencente à Prefeitura Municipal de Campina Grande e na Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) para obtenção da geração de resíduos sólidos domiciliares e do consumo de água residencial mensal, respectivamente, no município de Campina Grande-PB referente ao período de janeiro de 2008 a dezembro de 2017.

Os dados da geração de RSD tiveram origem das planilhas de medição que nelas constam os quantitativos dos serviços efetivamente prestados pela contratada, no caso as empresas de coleta de resíduos sólidos urbanos do município. De acordo com o Tribunal de Contas da União (TCU, 2014): “O contratante efetuará os pagamentos das faturas emitidas pelo contratado com base nas medições de serviços aprovadas pela fiscalização, obedecidas às condições estabelecidas no contrato”. Sendo assim, o Quadro 16 mostra os itens que compõem a planilha de medição do órgão público para o serviço citado.

Quadro 16: Planilha de Medição da SESUMA

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE SECRETARIA DE OBRAS E SERVIÇOS URBANOS DIRETORIA DE LIMPEZA URBANA	CONTRATRADA SERVIÇO LOCAL	LIDER LIMPEZA URBANA LTDA SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE CAMPINA GRANDE - PB
---	---------------------------------	---

Nº MEDAÇÃO DO CONTRATO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO Nº XX/ANO - PMCG

DATA: MÊS/ANO

ITEM	DISCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANTIDADES CONTRATO				PREÇO UNIT. REAJUSTADO	QUANTIDADES REALIZADAS							
		UND	QUANT	P.UNIT.	S-TOTAL		Acum. Anter.	Medido no Periodo	Acum. periodo	Saldo	Valor do Periodo	Acum. Periodo	Saldo	
1.0	SERVIÇOS	0												
1.01	Coleta Manual e Transporte de Residuos Sólidos Domiciliares	Ton												
1.02	Coleta e Transporte de Residuos em Caixas Estacionaria de 5m3 (Poliquindaster)	Ton												
1.03	Varição Manual de Vias e Logradouros Públicos	Km												
1.04	Varição Mecanizada de vias Públlicas	Km												
1.05	Coleta e Transporte de Entulhos	Ton												
1.06	Coleta e Transporte de Podação	Ton												
1.07	Coleta e Transporte de RSS (Residuos de Serviço de Saúde)	Ton												
1.08	Tratamento e Destinação Final de RSS (Residuos de Serviço de Saúde)	Ton												
1.09	Operação de Aterro Controlado	Ton												
1.10	Roçada Manual	M2												
1.11	Roçada Mecanizada	M2												
1.12	Limpeza de Canais e Boca de Lobo	Eq												
1.13	Equipe de Serviço Correlatados	H/h												
1.14	Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares	Eq												
1.15	Serviço de Espalhamento e Acomodação de Resíduos Sólidos	Ton												
TOTAL GERAL R\$					-									

Fonte: SESUMA (2016).

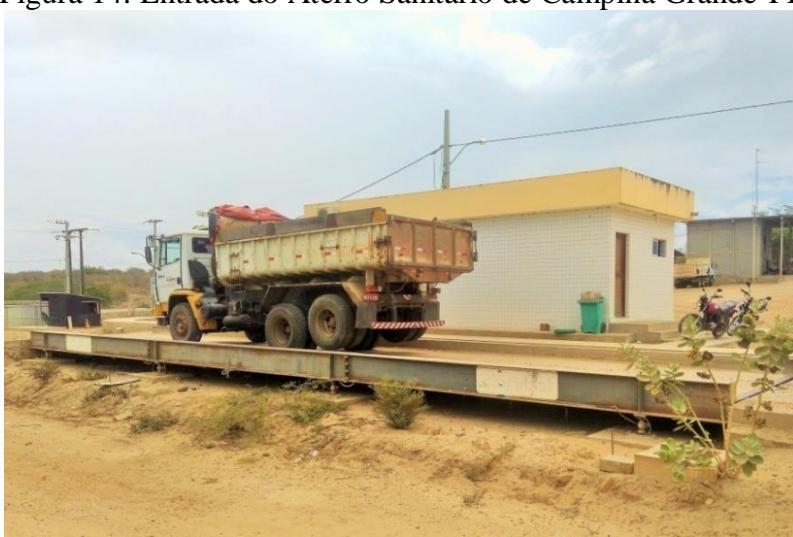
Para o devido levantamento dos quantitativos da coleta de RSD, faz-se necessário o uso de plataforma de pesagem de caminhões, no local para disposição final dos rejeitos, com o objetivo de ter com precisão todos os valores que irão compor os quantitativos finais da planilha de medição. De acordo com a Figura 13 e a Figura 14 é possível observar a entrada do atual aterro sanitário do município localizado na Fazenda Logradouro II, quilômetro 10 da PB-138, na zona rural de Campina Grande-PB (Figura 15). Em operação desde Julho de 2015, este aterro recebe resíduos dos municípios de Boa Vista, Puxinanã, Barra de Santana, Lagoa Seca e Montadas recebendo aproximadamente 500 toneladas por dia de resíduos (ARAUJO, 2017).

Figura 13: Entrada do Aterro Sanitário de Campina Grande-PB



Fonte: Autor (2017).

Figura 14: Entrada do Aterro Sanitário de Campina Grande-PB



Fonte: Autor (2017).

Figura 15: Localização do Atual Aterro Sanitário de Campina Grande- PB



Fonte: Google Earth (2018).

4.4.2 Consumo de água

A Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) é uma sociedade de economia mista, criada por lei Estadual, com personalidade jurídica de direito privado com a finalidade de operacionalizar serviços de saneamento básico, mais especificamente de água e esgoto, no Estado da Paraíba (CAGEPA, 2016).

De acordo com a estrutura tarifária que anualmente é aprovada pela Agência de Regulação do Estado da Paraíba (ARPB), como é observado no Quadro 17, é possível entender a divisão, feita pela CAGEPA, das quatro categorias de consumo: residencial, comercial, industrial e público.

Quadro 17: Realinhamento tarifário de distribuição de água e tratamentos de esgoto na Paraíba no ano de 2017 - CAGEPA

RESOLUÇÃO DE DIRETORIA DA ARPB n° 001/2017- DP ESTRUTURA TARIFÁRIA								
ARPB Agência de Regulação do Estado da Paraíba	Reajuste: 12,39%							
CATEGORIA RESIDENCIAL								
TARIFA SOCIAL								
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A+E	% ESGOTO				
Consumo até 10m ³	10,56	1,06	11,62	10%				
TARIFA NORMAL								
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A+E	% ESGOTO				
Tarifa Mínima- Consumo até 10 m ³	36,84	29,47	66,31	80%				
11 a 20 m ³ (p/m ³)	4,75	3,80		80%				
21 a 30 m ³ (p/m ³)	6,27	5,65		90%				
acima de 30 m ³ (p/m ³)	8,51	8,51		100%				
CATEGORIA COMERCIAL								
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A+E	% ESGOTO				
Tarifa Mínima- Consumo até 10 m ³	65,74	59,16	124,90	90%				
acima de 10 m ³ (p/m ³)	11,38	11,38		100%				
CATEGORIA INDUSTRIAL								
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A+E	% ESGOTO				
Tarifa Mínima- Consumo até 10 m ³	79,63	71,66	151,29	100%				
acima de 10 m ³ (p/m ³)	12,68	12,69		100%				
CATEGORIA PÚBLICO								
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A+E	% ESGOTO				
Tarifa Mínima- Consumo até 10 m ³	74,66	74,66	122,32	100%				
acima de 10 m ³ (p/m ³)	12,53	12,53		100%				

Fonte: CAGEPA (2017).

Para esta pesquisa foi considerada a categoria residencial, que é dividida em dois tipos de tarifas: social e normal. A primeira trata de um programa da concessionária para beneficiar consumidores com baixo poder aquisitivo. Para pertencer a esse grupo prioritário, com tarifa diferenciada, o cliente tem que atender uma série de requisitos, entre os quais, consumir mensalmente até 10 m³ de água por mês.

Foi utilizado, para efeito de coleta de dados, o volume mensal de água consumido pelas residências que corresponde aos volumes medidos pelos hidrômetros instalados nas

ligações ativas de água somada aos cálculos estimados para as ligações ativas não medidas por motivo de ausência ou quebra dos hidrômetros.

Nesse contexto foi levantada a série histórica do consumo mensal das residências da população atendida por ambas às tarifas, no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2017.

4.5 Apresentação e tratamento dos dados obtidos

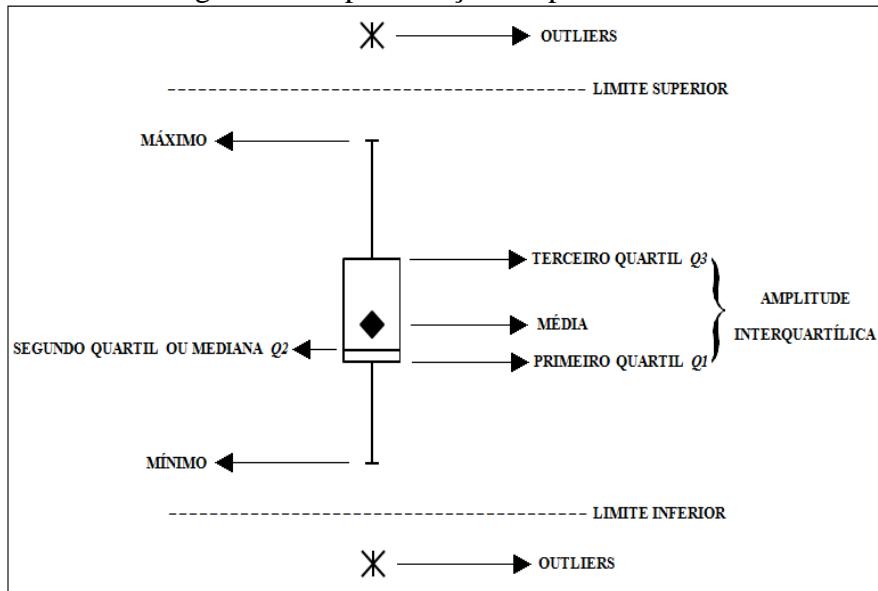
4.5.1 Análise temporal dos dados

Nesta seção será analisado, através de gráficos de barras, o comportamento das variáveis de geração de RSD em toneladas por mês e consumo de água em metro cúbico por mês, em termos absolutos *e per capita* no período da série histórica em estudo, possibilitando assim uma melhor compreensão das principais características da amostra.

4.5.2 Gráficos *boxplot* e análise da tendência central

A representação gráfica conhecida como *boxplot* (Figura 16), ou diagrama de caixa, é caracterizada por representar os dados através de um retângulo onde estão representados os seguintes valores: Mínimo, Primeiro Quartil (Q1), Mediana, Média, Terceiro Quartil (Q3) e Máximo.

Figura 16: Representação adaptada BoxPlot



Fonte: Adaptada: Estatística Básica - Morettin e Bussab (2004).

O primeiro e o terceiro quartil representam 25% e 75%, respectivamente, do conjunto de dados observados. A amplitude interquartílica é calculada pela diferença entre (Q_3-Q_1) representando 50% dos dados e a Mediana, linha posicionada na parte interior da caixa, divide a amostra em duas metades, ou seja, 50% dos valores estão acima e os outros 50% abaixo.

A partir da caixa, delimitada entre Q_1 e Q_3 , segue uma linha até o ponto mais remoto que não excede $LS = Q_3 + 1,5(Q_3 - Q_1)$, chamada de *limite superior*. De modo análogo, da parte inferior da caixa, para baixo, segue uma linha até o ponto mais remoto que não seja menor que $LI = Q_1 - 1,5(Q_3 - Q_1)$, chamado de *limite inferior*. Os valores compreendidos entre os dois limites são chamados de *valores adjacentes*. As observações que estiverem acima do limite superior ou abaixo do limite inferior estabelecidos serão chamados *pontos exteriores* e representados por asteriscos. Essas são observações destoantes das demais e podem ou não ser o que chamamos de *outliers* ou *valores atípicos* (BUSSAB & MORETTIN, 2004).

4.5.3 Coeficiente de correlação linear

Quando observada uma associação entre as variáveis quantitativas, é muito útil quantificar essa associabilidade. Existem diversos tipos de associação possíveis e o caso mais simples é o linear ou de Pearson, quando a nuvem de pontos do gráfico de dispersão

aproxima-se de uma reta e o valor da correlação varia de -1 a +1. Quanto mais perto destes extremos, maior é a correlação linear entre as variáveis. Deve-se frisar, entretanto, que um alto valor do coeficiente de correlação, embora estatisticamente significativo, pode não implicar em qualquer relação causa e efeito, mas simplesmente a tendência que aquelas variáveis apresentam quanto a sua variação conjunta (BUSSAB & MORETTIN, 2004).

Segundo Soares *et al.* (1991), a observação de que duas grandezas tendem simultaneamente a variar no mesmo sentido não implica a presença de um relacionamento casual entre elas. Ao se analisar a correlação entre duas variáveis, a flutuação de uma terceira variável, a variável intercorrente pode estar ocasionando o resultado positivo entre as duas primeiras, originando a correlação espúria. Por isso, ao se utilizar um coeficiente de correlação como medida de relacionamento, deve-se verificar a possibilidade de uma variável intercorrente estar afetando qualquer das variáveis em estudo.

Para o estudo coeficiente de correlação linear, foi usada a classificação do Quadro 18, proposto por Shimakura (2006).

Quadro 18: Interpretação dos valores do coeficiente de correlação linear

Valor de r (+ ou -)	Correlação
0,00 a 0,19	Muito fraca
0,20 a 0,39	Fraca
0,40 a 0,69	Moderada
0,70 a 0,89	Forte
0,90 a 1,00	Muito forte

Fonte: Shimakura (2006).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Consumo de água na tarifa normal

O Quadro 19 mostra as quantidades mensais, em metros cúbicos, do consumo de água na tarifa normal, como também os valores totais anuais, médias e medianas.

Considerando todo o período da série histórica, foi constatado o valor mínimo de 808.262,00 m³ que ocorreu no mês de setembro de 2016 e máximo 1.136.674,00 m³ em dezembro de 2013. O ano que teve o maior consumo, média e mediana foi o ano de 2014.

Quadro 19: Consumo de água na tarifa normal

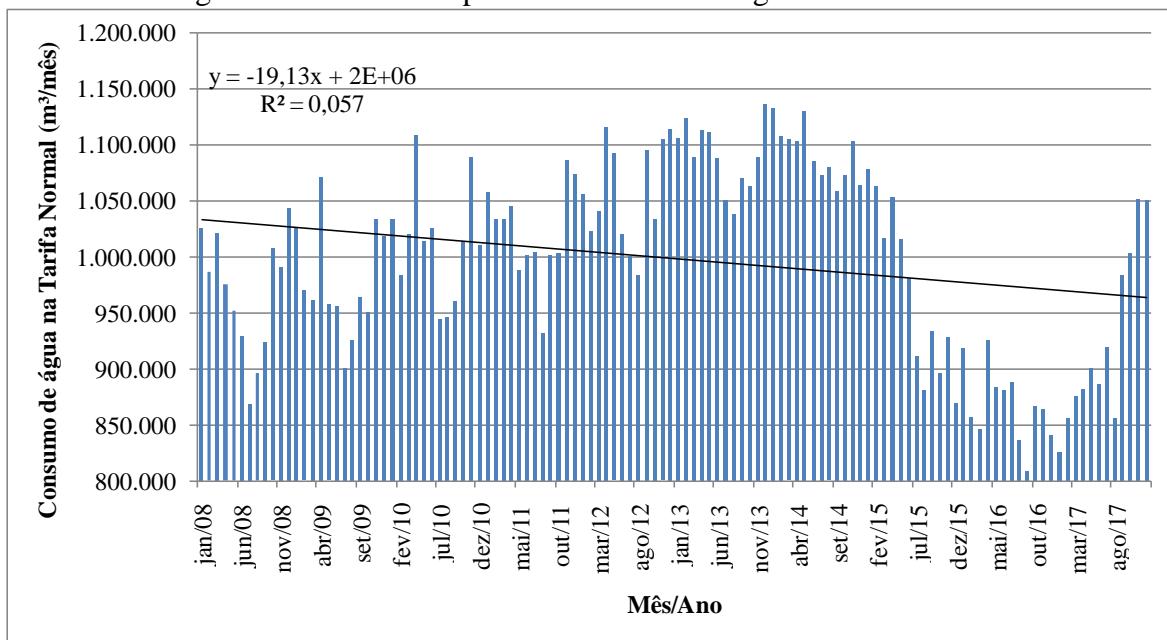
MÊS	CONSUMO DE ÁGUA NA TARIFA NORMAL (m ³ /mês)									
	ANO									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANEIRO	1.025.528,00	1.025.717,00	1.034.213,00	1.056.987,00	1.056.187,00	1.105.712,00	1.132.172,00	1.077.861,00	917.843,00	824.445,00
FEVEREIRO	986.895,00	969.760,00	983.011,00	1.033.231,00	1.022.270,00	1.123.536,00	1.107.485,00	1.062.573,00	857.357,00	855.978,00
MARÇO	1.021.243,00	961.451,00	1.019.767,00	1.033.514,00	1.041.045,00	1.088.917,00	1.104.057,00	1.016.740,00	845.509,00	875.635,00
ABRIL	975.826,00	1.071.423,00	1.109.239,00	1.045.294,00	1.115.409,00	1.113.091,00	1.103.489,00	1.052.559,00	925.089,00	882.195,00
MAIO	951.486,00	957.029,00	1.014.407,00	987.359,00	1.091.359,00	1.111.541,00	1.130.050,00	1.015.165,00	883.405,00	900.065,00
JUNHO	929.187,00	956.163,00	1.025.903,00	1.001.583,00	1.020.194,00	1.088.381,00	1.085.451,00	980.441,00	880.575,00	886.284,00
JULHO	868.637,00	900.065,00	944.408,00	1.004.116,00	1.000.936,00	1.050.452,00	1.072.516,00	911.608,00	887.026,00	918.969,00
AGOSTO	895.378,00	925.555,00	946.269,00	932.152,00	983.897,00	1.037.611,00	1.080.116,00	880.120,00	835.870,00	855.824,00
SETEMBRO	924.322,00	964.434,00	959.909,00	1.002.156,00	1.095.374,00	1.069.329,00	1.058.213,00	933.883,00	808.262,00	983.449,00
OUTUBRO	1.006.518,00	949.786,00	1.014.456,00	1.003.224,00	1.034.314,00	1.063.364,00	1.072.715,00	895.724,00	866.413,00	1.003.438,00
NOVEMBRO	991.051,00	1.033.266,00	1.089.186,00	1.086.444,00	1.105.153,00	1.089.482,00	1.102.571,00	928.063,00	864.316,00	1.051.679,00
DEZEMBRO	1.043.318,00	1.018.652,00	1.009.782,00	1.073.732,00	1.114.843,00	1.136.674,00	1.064.084,00	869.704,00	840.116,00	1.050.516,00
TOTAL ANUAL	11.619.389,00	11.733.301,00	12.150.550,00	12.259.792,00	12.680.981,00	13.078.090,00	13.112.919,00	11.624.441,00	10.411.781,00	11.088.477,00
MÉDIA	968.282,42	977.775,08	1.012.545,83	1.021.649,33	1.056.748,42	1.089.840,83	1.092.743,25	968.703,42	867.648,42	924.039,75
MEDIANA	981.360,50	962.942,50	1.014.431,50	1.018.673,50	1.048.616,00	1.089.199,50	1.094.011,00	957.162,00	865.364,50	893.174,50

Fonte: CAGEPA (2018).

Na Figura 17 pode-se observar que é perceptível a diminuição no consumo de água no período do racionamento, quando considerado a tarifa normal na categoria residencial.

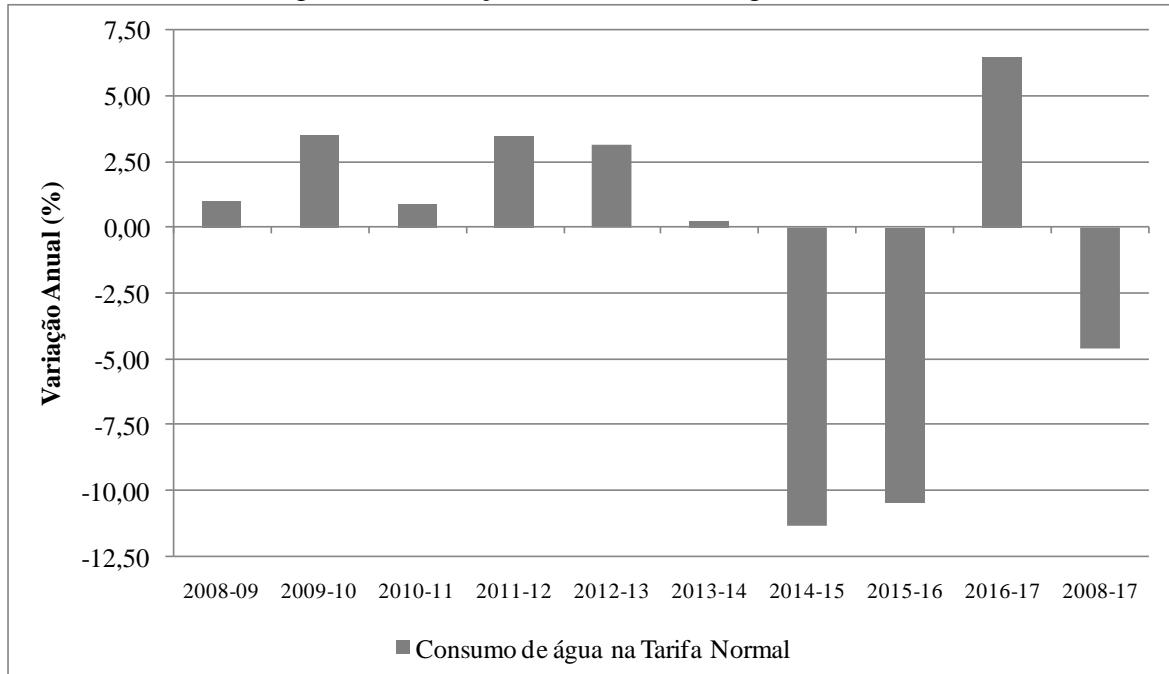
De acordo com a Figura 18, no período de transição de 2014 para 2015 e 2015 para 2016, ocorreram os únicos decréscimos do período, havendo o retorno do crescimento apenas em 2017, resultado esse esperado, pois foi nele que o racionamento de água foi finalizado. Entre o período de 2014 e 2016 a variação foi de -20,60 %, ou seja, mais de um quinto do consumo hídrico residencial na tarifa normal, nesse intervalo de tempo, foi comprometido com o racionamento.

Figura 17: Análise temporal do consumo de água na tarifa normal



Fonte: CAGEPA (2018).

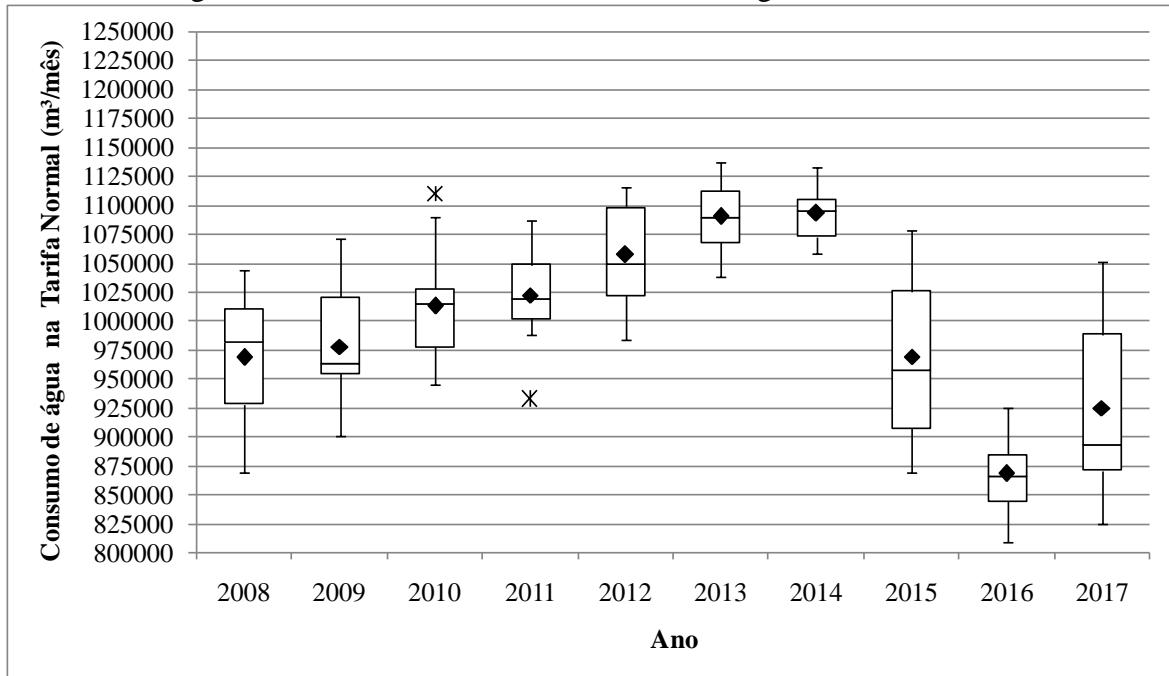
Figura 18: Variação do consumo de água na tarifa normal



Fonte: CAGEPA (2018).

Na Figura 19, pode ser analisado o gráfico *boxplot* dos dados do consumo de água na tarifa normal para os meses dos anos da série histórica.

Figura 19: Tendência central do consumo de água na tarifa normal



Fonte: CAGEPA (2018).

Observa-se que nos valores das medianas e médias, ao longo do período, houve tendências crescentes entre os anos de 2008 a 2014. O ano de 2015 foi caracterizado pelo início do decréscimo da série e pela maior dispersão, ou seja, maior variabilidade dos dados foi verificada neste ano. Isso pode ser explicado pelo fato de ter sido o primeiro ano efetivo a passar pelo racionamento, consequentemente o período de adaptação dos consumidores neste sistema gerou maior espalhamento dos dados. O ano de 2017 além de apresentar dispersão elevada também marcou o início do crescimento da série, motivo esse justificado por esse ano apresentar valores relativos ao período final do racionamento hídrico no município.

5.2 Consumo de água na tarifa social

O Quadro 20 mostra as quantidades mensais, em metros cúbicos, do consumo de água na tarifa social, como também os valores totais anuais, médias e medianas.

Considerando todo o período da série histórica, foi constatado o valor mínimo de 54.727,00 m³ que ocorreu no mês de março de 2016 e máximo 104.014,00 m³ em maio de 2008. O ano que teve o maior total de consumo, média e mediana foi o de 2008.

Quadro 20: Consumo de água na tarifa social

MÊS	CONSUMO DE ÁGUA NA TARIFA SOCIAL (m ³ /mês)									
	ANO									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANEIRO	96.214,00	73.251,00	74.217,00	74.464,00	74.360,00	72.742,00	61.875,00	68.672,00	60.267,00	66.133,00
FEVEREIRO	99.876,00	82.527,00	66.397,00	73.184,00	73.952,00	71.880,00	69.137,00	66.084,00	56.191,00	62.844,00
MARÇO	101.806,00	86.396,00	71.723,00	72.536,00	75.405,00	70.911,00	69.094,00	63.563,00	54.727,00	63.926,00
ABRIL	102.741,00	87.454,00	73.075,00	73.640,00	74.217,00	69.750,00	70.414,00	64.753,00	60.038,00	61.011,00
MAIO	104.014,00	88.304,00	74.636,00	72.171,00	75.276,00	68.664,00	71.130,00	63.898,00	58.597,00	62.409,00
JUNHO	95.486,00	88.955,00	74.937,00	72.515,00	76.409,00	68.698,00	71.435,00	63.233,00	58.710,00	61.313,00
JULHO	95.287,00	87.161,00	71.426,00	73.510,00	67.590,00	67.328,00	72.634,00	61.394,00	58.572,00	61.791,00
AGOSTO	86.137,00	86.401,00	71.803,00	74.911,00	71.785,00	63.578,00	64.776,00	60.428,00	58.764,00	58.002,00
SETEMBRO	93.420,00	83.376,00	72.539,00	75.248,00	71.934,00	64.768,00	66.193,00	57.118,00	59.154,00	67.930,00
OUTUBRO	98.178,00	80.759,00	74.225,00	75.138,00	72.083,00	64.468,00	68.085,00	56.355,00	62.660,00	69.456,00
NOVEMBRO	85.826,00	80.515,00	75.012,00	72.809,00	74.260,00	64.101,00	67.558,00	60.502,00	65.415,00	71.819,00
DEZEMBRO	90.849,00	76.479,00	75.548,00	73.956,00	73.475,00	66.877,00	67.210,00	56.312,00	64.459,00	73.248,00
TOTAL ANUAL	1.149.834,00	1.001.578,00	875.538,00	884.082,00	880.746,00	813.765,00	819.541,00	742.312,00	717.554,00	779.882,00
MÉDIA	95.819,50	83.464,83	72.961,50	73.673,50	73.395,50	67.813,75	68.295,08	61.859,33	59.796,17	64.990,17
MEDIANA	95.850,00	84.886,00	73.646,00	73.575,00	74.084,50	67.996,00	68.589,50	62.313,50	58.959,00	63.385,00

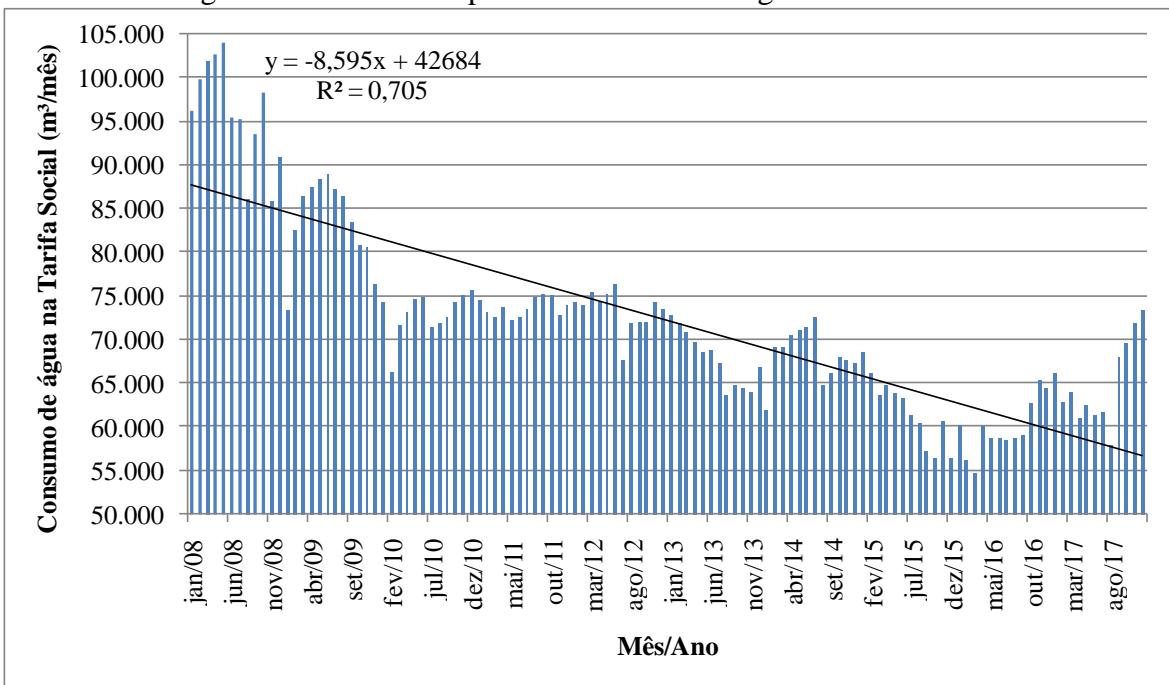
Fonte: CAGEPA (2018).

Na Figura 20 é verificada a diminuição, no consumo de água na tarifa social em todo período, principalmente quando considerado o período do racionamento.

Como o programa de tarifa social depende de aprovação de cadastro para consumidores de baixa renda e periodicamente existe a ampliação e novas diretrizes de alistamento das famílias, há possibilidade dessas variáveis influenciarem nos consumos mensais dessa demanda.

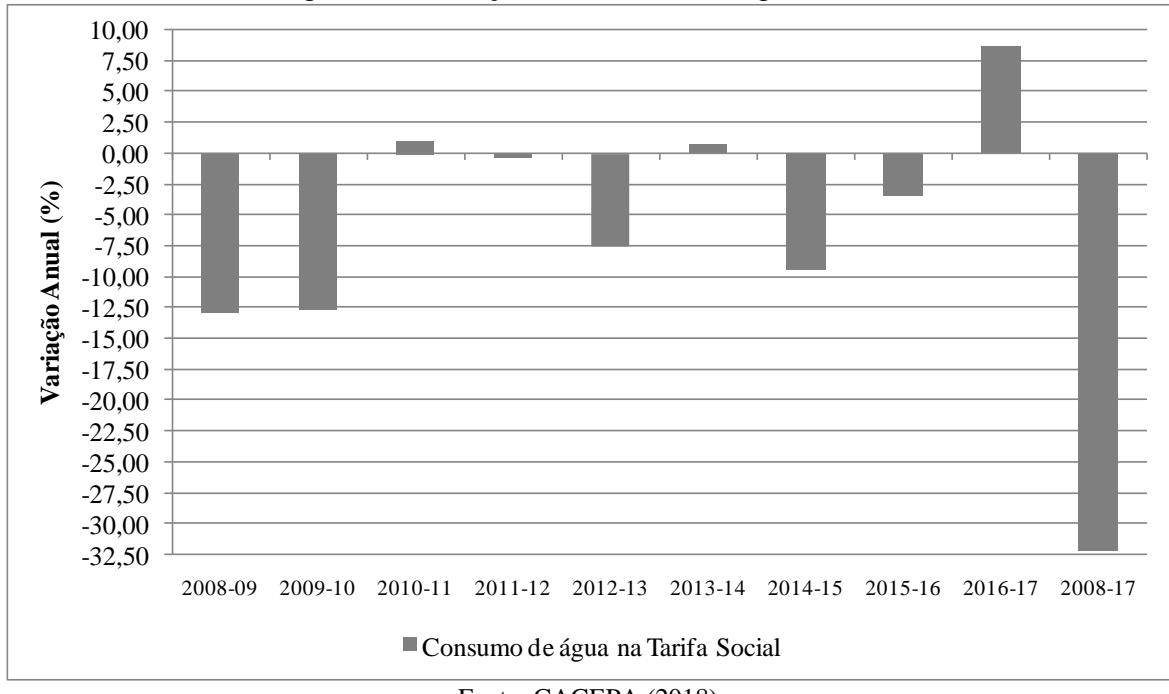
De acordo com a Figura 21 houve cinco períodos de decréscimos onde o maior ocorreu de 2008 para 2009 com valor de -12,89%. Considerando todo o período, de 2008 a 2017, o resultado foi de -32,17%.

Figura 20: Análise temporal do consumo de água na tarifa social



Fonte: CAGEPA (2018).

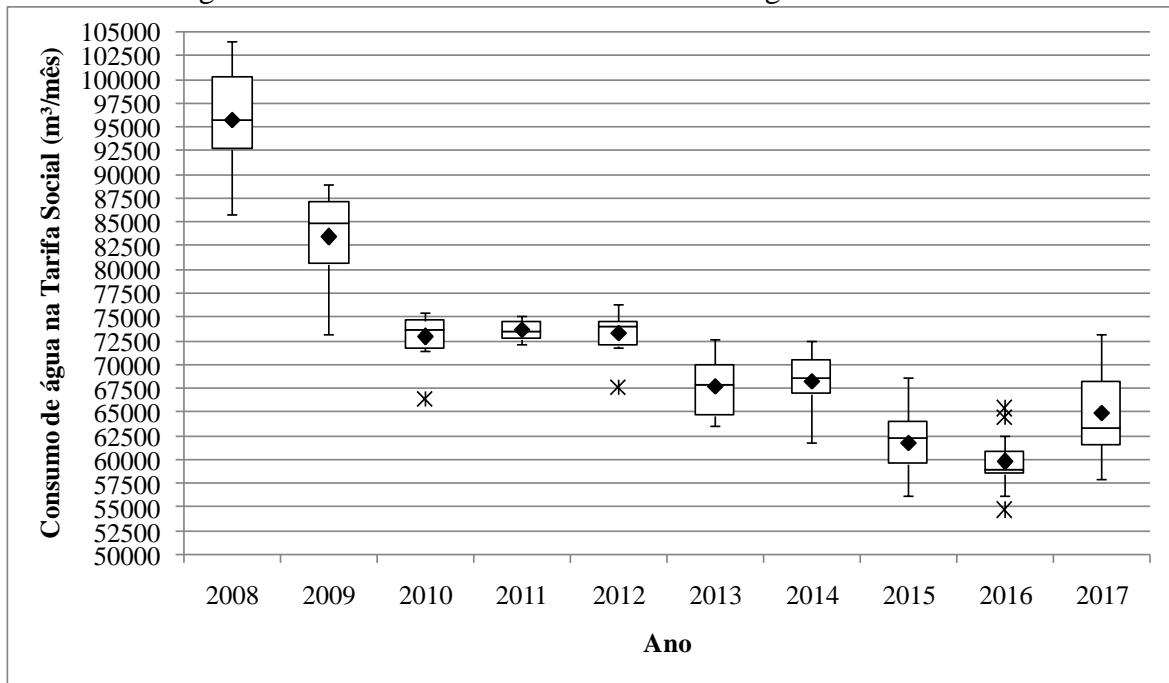
Figura 21: Variação do consumo de água na tarifa social



Fonte: CAGEPA (2018).

Na Figura 22, pode ser observado o gráfico *boxplot* dos dados do consumo de água na tarifa social para os anos da série histórica do estudo.

Figura 22: Tendência central do consumo de água na tarifa social



Fonte: CAGEPA (2018).

Observa-se que nos valores das medianas e médias, ao longo do período, houve tendências decrescentes entre os anos de 2008 a 2010, e até 2012 apresentando-se praticamente constante. O ano de 2015 foi caracterizado pelo início do decréscimo da série pelo motivo semelhante ao consumo da tarifa normal. O ano de 2017 também foi caracterizado pelo crescimento, considerando as médias e medianas, da série histórica, motivo esse justificado por esse ano apresentar valores relativos ao período final do racionamento hídrico no município.

As dispersões da tarifa social e os decréscimos são menores quando comparados com o da tarifa normal. Como os consumidores da primeira tarifa são, normalmente, os que possuem condições financeiras mais precárias esses tendem a sentir menos os impactos motivados pelo efeito do racionamento (GRANDE *et al.*, 2016).

No trabalho apresentado por Grande *et al.* (2016), as formas de acesso à água no município de Campina Grande foram monitoradas, através do acompanhamento das condições de abastecimento de água em amostra de domicílios divididas através da renda domiciliar e condição hidráulica, para observar a percepção que os usuários constroem sobre os impactos do racionamento de água em suas rotinas domiciliares.

A conclusão mais importante do estudo supracitado é a de que as camadas mais pobres da população, quer pelos problemas de abastecimento recorrentes nas áreas em que residem, quer pelos fatores constrangedores relativos à renda domiciliar, ou ainda pelos aspectos históricos e culturais, os quais têm forte influência no comportamento da população do semiárido brasileiro, moldado pela convivência com a escassez hídrica, tendem a naturalizar os impactos restritivos do racionamento, por possuírem níveis de consumo e rotinas de uso de água caracterizados pela restrição e viverem em estado permanente de economia do recurso. Esse dado explica a percepção declarada, de que, com o racionamento, “nada mudou”, encontrada recorrentemente nas falas dos usuários de rendas média e baixa.

5.3 Consumo de água na tarifa social e normal

Para que se possa compreender o comportamento no consumo de água, em todas as residências, se faz necessário analisar o somatório das tarifas, social e normal, como pode ser observado no Quadro 21. O quadro citado mostra as quantidades mensais, em metros

cúbicos, do consumo de água na tarifa social e normal, como também os valores de consumo anuais, médias e medianas.

Considerando todo o período da série histórica, foi constatado o valor mínimo de 867.416,00 m³ que ocorreu no mês de setembro de 2016 e máximo 1.203.551,00 m³ em dezembro de 2013. O ano que teve o maior total de consumo, média e mediana foi o de 2014.

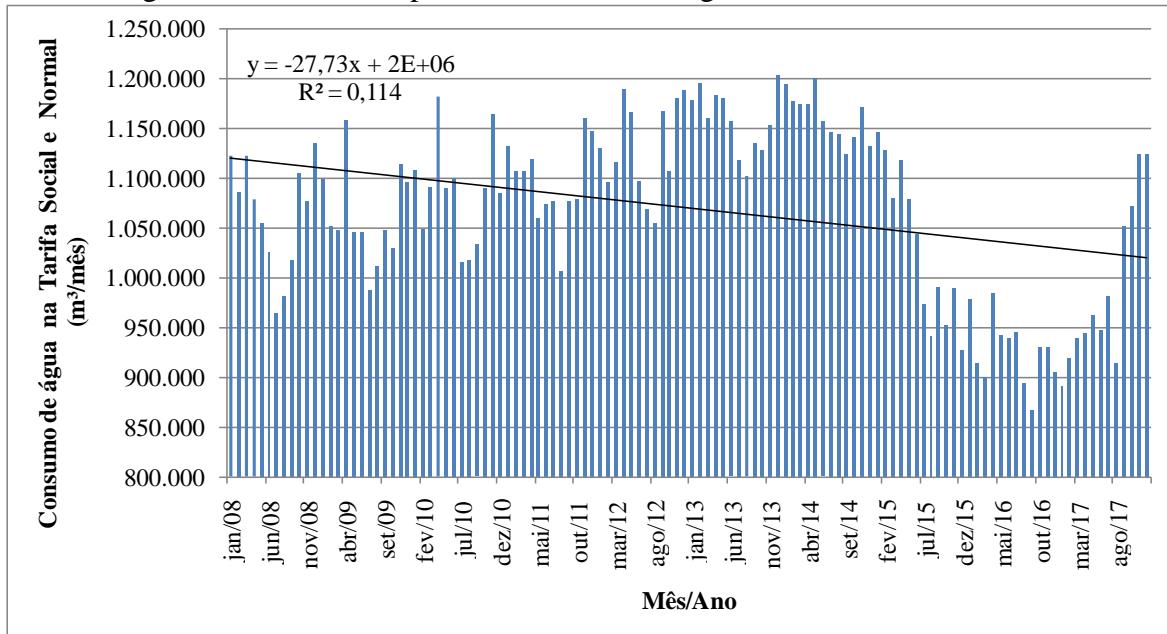
Quadro 21: Consumo de água na tarifa social e normal

MÊS	CONSUMO DE ÁGUA NA TARIFA NORMAL E SOCIAL (m ³ /mês)									
	ANO									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANEIRO	1.121.742,00	1.098.968,00	1.108.430,00	1.131.451,00	1.130.547,00	1.178.454,00	1.194.047,00	1.146.533,00	978.110,00	890.578,00
FEVEREIRO	1.086.771,00	1.052.287,00	1.049.408,00	1.106.415,00	1.096.222,00	1.195.416,00	1.176.622,00	1.128.657,00	913.548,00	918.822,00
MARÇO	1.123.049,00	1.047.847,00	1.091.490,00	1.106.050,00	1.116.450,00	1.159.828,00	1.173.151,00	1.080.303,00	900.236,00	939.561,00
ABRIL	1.078.567,00	1.158.877,00	1.182.314,00	1.118.934,00	1.189.626,00	1.182.841,00	1.173.903,00	1.117.312,00	985.127,00	943.206,00
MAIO	1.055.500,00	1.045.333,00	1.089.043,00	1.059.530,00	1.166.635,00	1.180.205,00	1.201.180,00	1.079.063,00	942.002,00	962.474,00
JUNHO	1.024.673,00	1.045.118,00	1.100.840,00	1.074.098,00	1.096.603,00	1.157.079,00	1.156.886,00	1.043.674,00	939.285,00	947.597,00
JULHO	963.924,00	987.226,00	1.015.834,00	1.077.626,00	1.068.526,00	1.117.780,00	1.145.150,00	973.002,00	945.598,00	980.760,00
AGOSTO	981.515,00	1.011.956,00	1.018.072,00	1.007.063,00	1.055.682,00	1.101.189,00	1.144.892,00	940.548,00	894.634,00	913.826,00
SETEMBRO	1.017.742,00	1.047.810,00	1.032.448,00	1.077.404,00	1.167.308,00	1.134.097,00	1.124.406,00	991.001,00	867.416,00	1.051.379,00
OUTUBRO	1.104.696,00	1.030.545,00	1.088.681,00	1.078.362,00	1.106.397,00	1.127.832,00	1.140.800,00	952.079,00	929.073,00	1.072.894,00
NOVEMBRO	1.076.877,00	1.113.781,00	1.164.198,00	1.159.253,00	1.179.413,00	1.153.583,00	1.170.129,00	988.565,00	929.731,00	1.123.498,00
DEZEMBRO	1.134.167,00	1.095.131,00	1.085.330,00	1.147.688,00	1.188.318,00	1.203.551,00	1.131.294,00	926.016,00	904.575,00	1.123.764,00
TOTAL ANUAL	12.769.223,00	12.734.879,00	13.026.088,00	13.143.874,00	13.561.727,00	13.891.855,00	13.932.460,00	12.366.753,00	11.129.335,00	11.868.359,00
MÉDIA	1.064.101,92	1.061.239,92	1.085.507,33	1.095.322,83	1.130.143,92	1.157.654,58	1.161.038,33	1.030.562,75	927.444,58	989.029,92
MEDIANA	1.077.722,00	1.047.828,50	1.088.862,00	1.092.206,00	1.123.498,50	1.158.453,50	1.163.507,50	1.017.337,50	929.402,00	955.035,50

Fonte: CAGEPA (2018).

Na Figura 23 é verificado o comportamento no consumo de água na tarifa social e normal em todo período e é perceptível a diminuição deste indicador principalmente quando considerado o período do racionamento.

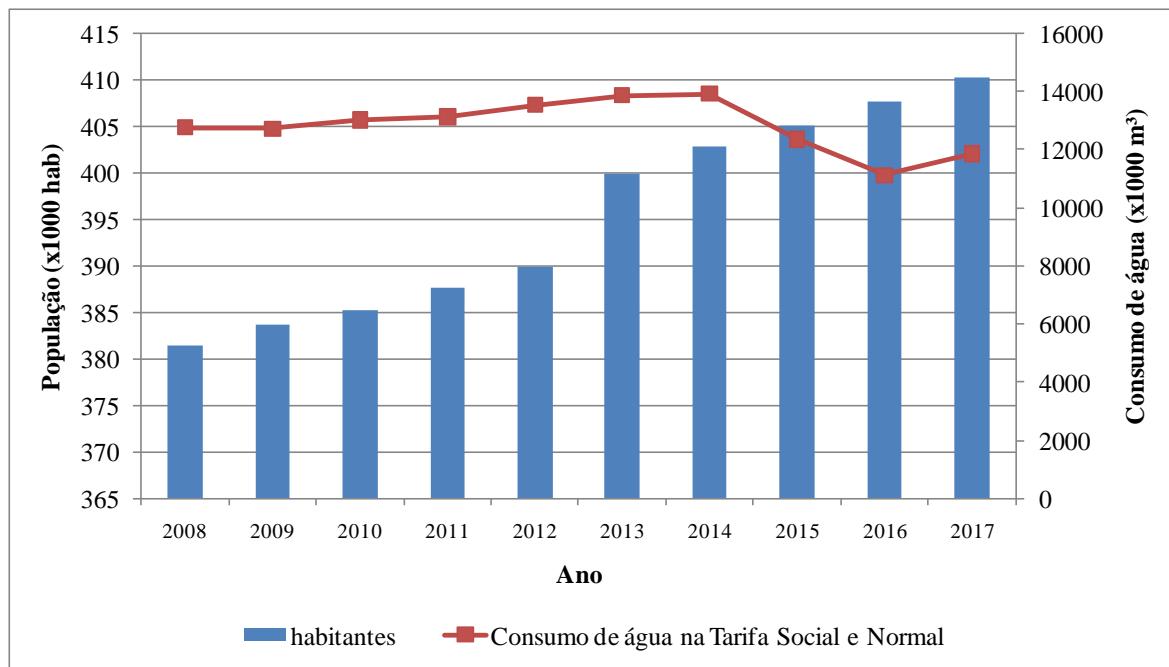
Figura 23: Análise temporal do consumo de água na tarifa social e normal



Fonte: CAGEPA (2018).

A Figura 24 mostra o crescimento progressivo anual do número de habitantes com relação ao consumo de água na tarifa social e normal. É possível verificar que o número da população foi sempre crescente, divergindo do consumo de água nos anos de 2014 a 2016 que sofreram decréscimos nesse período.

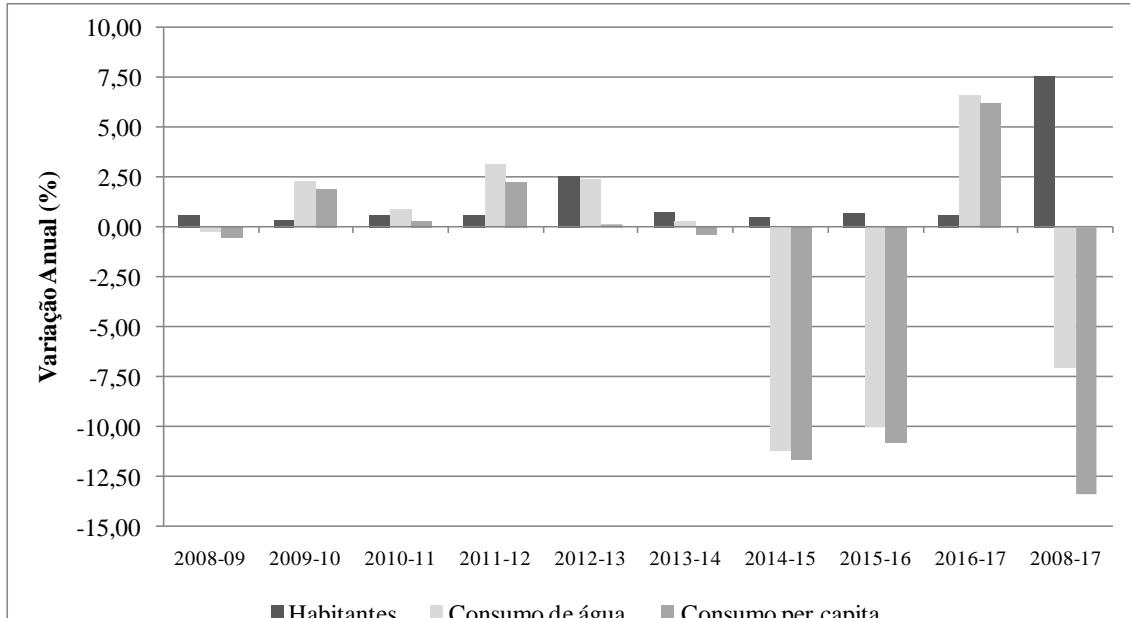
Figura 24: Análise temporal da população x consumo de água na tarifa social e normal



Fonte: CAGEPA (2018) e IBGE (2017).

De acordo com a Figura 25, no período de transição de 2014 para 2015 e 2015 para 2016, ocorreram os decréscimos mais consideráveis do período tanto para o consumo de água como para o *per capita*, havendo o retorno do crescimento para ambos apenas em 2017, resultado esse esperado, pois foi quando o racionamento de água foi finalizado. Entre o período de 2014 e 2016 a variação foi de -20,12 %, ou seja, mais de um quinto do consumo hídrico residencial na tarifa social e normal, nesse intervalo de tempo, foi comprometido com o racionamento. Esse comportamento é semelhante ao da tarifa normal, resultado esse que já era esperado, pois essa tarifa é responsável quantitativamente pelo maior volume do consumo hídrico sendo assim suas variações são proporcionalmente mais consideráveis quando comparadas com as da tarifa social.

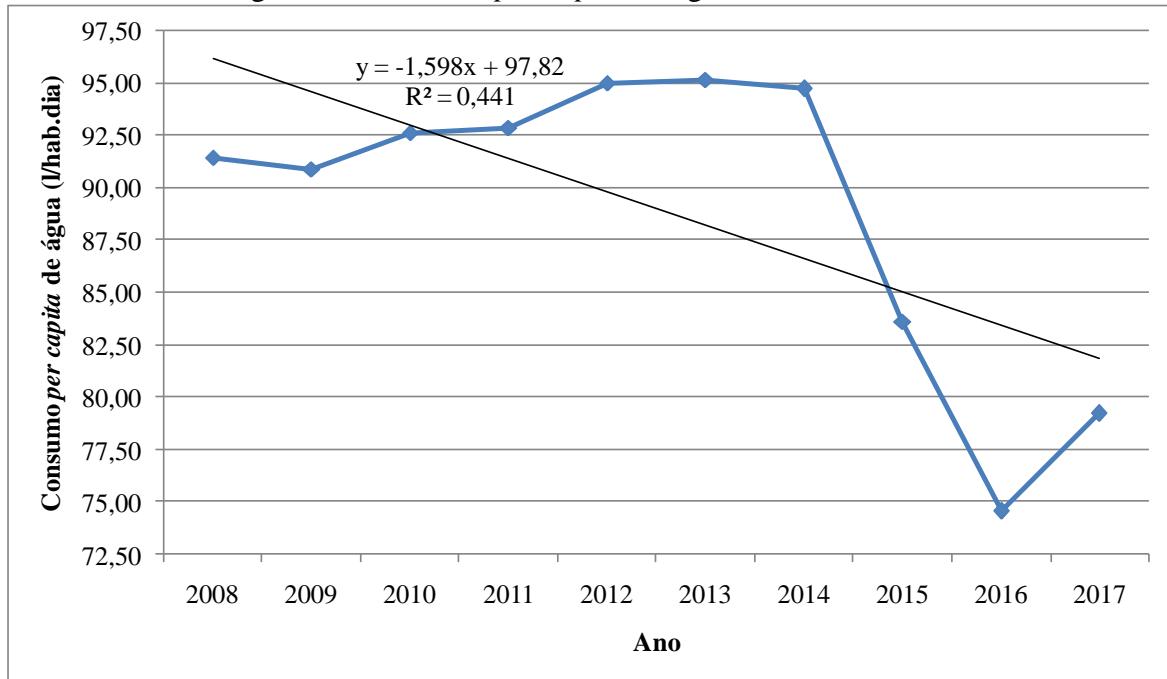
Figura 25: Variação do consumo de água na tarifa social e normal



Fonte: CAGEPA (2018).

O consumo *per capita* de água anual é mostrado na Figura 26.

Figura 26: Consumo *per capita* de água na tarifa social e normal



Fonte: CAGEPA (2018).

Acompanhando o mesmo raciocínio do consumo de água em termos absolutos houve, nos mesmos períodos, decréscimos no consumo hídrico *per capita*.

Através do Quadro 22 é possível observar os valores típicos da quota *per capita* de água para populações dotadas de ligações domiciliares apresentados por Von Sperling (1996):

Quadro 22: Consumo *per capita* de água

Porte da Comunidade	Faixa da população (hab)	Consumo <i>per capita</i> (l/hab.d)
Povoado Rural	< 5.000	90 - 140
Vila	5.000 - 10.000	100 - 160
Pequena localidade	10.000 - 50.000	110 - 180
Cidade média	50.000 - 250.000	120 - 220
Cidade grande	> 250.000	150 - 300

Fonte: Von Sperling- Adaptado (2005).

Considerando a população atual do município de Campina Grande, o consumo *per capita* seria de 150 a 300 l/hab.d, valores esses maiores quando comprados com o consumo *per capita* da série.

Como pode ser observada na Tabela 1, a influência do porte do município na determinação da cota *per capita* de água também comumente apresenta-se uma tendência crescente.

Tabela 1: cota *per capita* do consumo de água

População (habitantes)	Consumo médio <i>per capita</i> (l/pessoa/dia)
Até 5.000	100 a 150
5.000 a 25.000	150 a 200
25.000 a 100.000	200 a 250
Acima de 100.000	250 a 300

Fonte: Barros *et al.* (1995).

Segundo Fernandes Neto (2003) a administração do sistema de abastecimento influencia, sobremaneira, o consumo de água em todas as demandas mencionadas. A implementação de práticas de gerenciamento pautadas, principalmente, no controle do processo de produção e distribuição da água tratada representa fator que condiciona a intermitência ou regularidade no abastecimento, a qualidade da água ofertada e sua

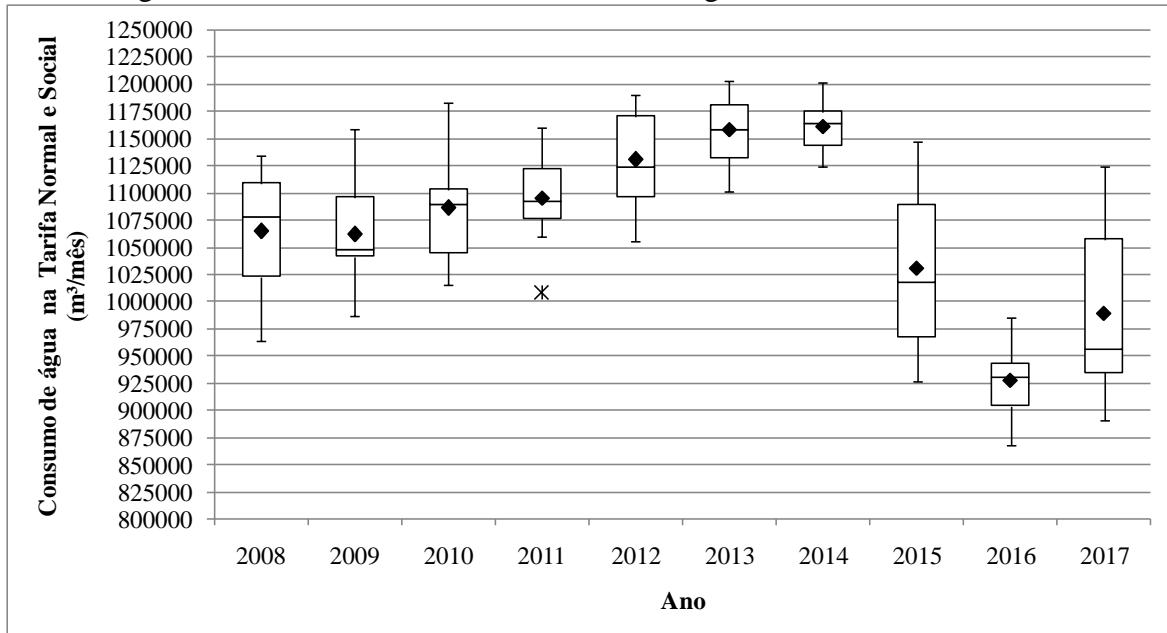
aceitação por parte do consumidor e as perdas que ocorrem no sistema da rede de distribuição.

A qualidade da água fornecida à população tem uma grande influência no consumo residencial. Água com aspecto inadequado, com presença de cor, turbidez ou sabor, pode inibir o consumo levando os usuários a procurarem por outras fontes de água, aumentando assim os riscos de adquirir doenças de veiculação e origem hídrica (HOWARD E BARTRAM, 2003).

Características do abastecimento como a pressão na rede de água pode impactar o consumo. As redes de distribuição devem trabalhar com pressões tão reduzidas quanto possível. Pressões elevadas induzem a maiores cotas *per capita* porque favorecem vazamentos e perdas de água. Por sua vez, as perdas implicam na necessidade de uma maior produção para atender à mesma demanda (VON SPERLING, 1996; TSUTIYA, 2006).

Na Figura 27, pode ser visto o gráfico *boxplot* dos dados do consumo de água na tarifa social e normal para os anos da série histórica do estudo.

Figura 27: Tendência central do consumo de água na tarifa social e normal



Fonte: CAGEPA (2018).

Observa-se que nos valores das medianas e médias, ao longo do período, houve tendências crescentes entre os anos de 2008 a 2014. O ano de 2015 foi caracterizado pelo início do decréscimo da série e pela segunda maior dispersão sendo a primeira ocorrida no

ano de 2017. Semelhante ao acontecido na tarifa normal o fato desses anos, respectivamente, serem marcados pelo início e o final do racionamento hídrico tem como consequências maior espalhamento ou dispersão dos dados em sua distribuição.

5.4 Resíduos Sólidos Domiciliares – RSD

O Quadro 23 mostra as quantidades mensais, em toneladas, dos resíduos sólidos domiciliares coletados no município, como também os valores totais anuais, médias e medianas.

Considerando todo o período da série histórica, foi constatado o valor mínimo de 5581,84 t que ocorreu no mês de agosto de 2008 e máximo 9242,69 t em dezembro de 2017. O ano que teve a maior geração de RSD, média e mediana foi o de 2014.

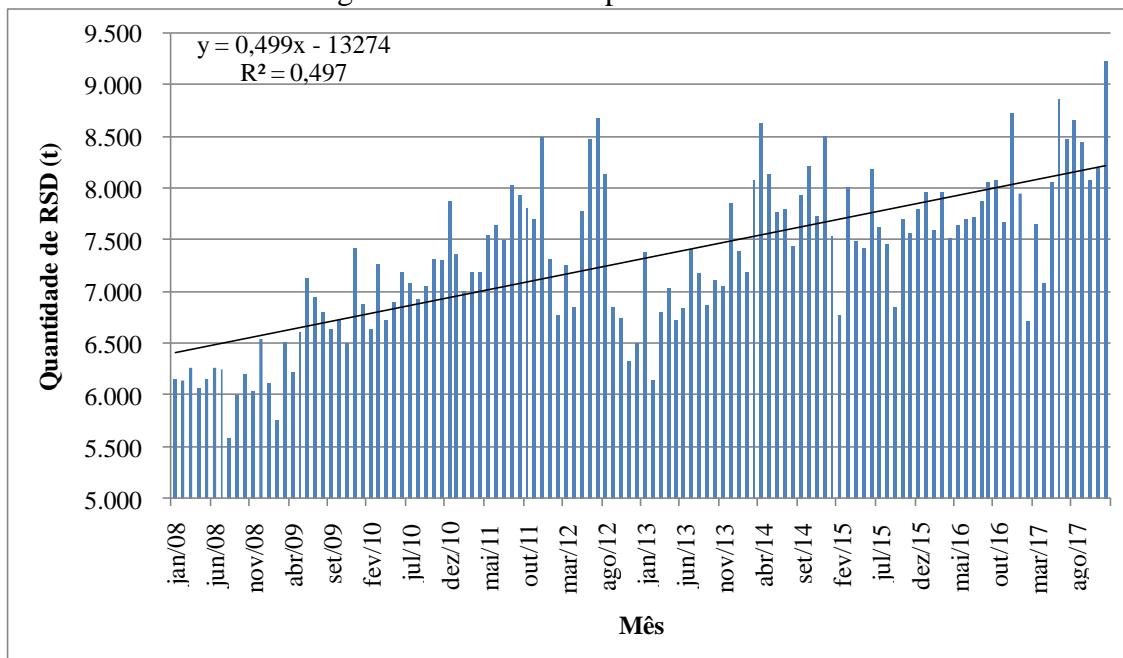
Quadro 23: Coleta mensal de resíduo sólido domiciliar

MÊS	RSD (t/mês)									
	ANO									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANEIRO	6.157,36	6.108,04	6.878,45	7.368,69	7.322,82	7.379,75	7.397,40	7.541,92	7.969,67	7.955,15
FEVEREIRO	6.147,46	5.761,14	6.643,55	7.014,78	6.777,55	6.139,88	7.190,72	6.785,14	7.600,54	6.712,81
MARÇO	6.268,16	6.508,19	7.270,82	7.198,00	7.250,41	6.813,09	8.082,17	8.010,04	7.967,58	7.651,27
ABRIL	6.072,19	6.221,89	6.729,85	7.198,00	6.860,14	7.034,25	8.639,83	7.493,56	7.518,41	7.080,42
MAIO	6.160,27	6.613,83	6.894,00	7.556,53	7.781,22	6.729,08	8.137,44	7.430,28	7.644,02	8.067,98
JUNHO	6.273,21	7.129,03	7.187,57	7.649,73	8.478,20	6.832,22	7.771,16	8.184,14	7.709,85	8.866,91
JULHO	6.256,13	6.945,66	7.080,05	7.509,82	8.680,76	7.405,19	7.797,13	7.620,06	7.723,44	8.480,34
AGOSTO	5.581,84	6.806,03	6.930,55	8.034,43	8.140,62	7.183,12	7.449,78	7.451,24	7.869,99	8.661,14
SETEMBRO	6.006,67	6.634,99	7.054,58	7.930,80	6.849,37	6.866,81	7.929,31	6.851,99	8.053,12	8.450,13
OUTUBRO	6.199,43	6.736,22	7.314,27	7.816,96	6.739,23	7.119,52	8.210,08	7.705,04	8.078,94	8.074,64
NOVEMBRO	6.033,73	6.494,43	7.309,52	7.701,80	6.322,86	7.049,43	7.741,46	7.560,32	7.679,05	8.192,21
DEZEMBRO	6.538,41	7.432,58	7.872,45	8.495,72	6.495,13	7.859,00	8.515,62	7.798,15	8.729,39	9.242,69
TOTAL ANUAL	73.694,86	79.392,03	85.165,66	91.475,26	87.698,31	84.411,34	94.862,10	90.431,88	94.544,00	97.435,69
MÉDIA	6.141,24	6.616,00	7.097,14	7.622,94	7.308,19	7.034,28	7.905,18	7.535,99	7.878,67	8.119,64
MEDIANA	6.158,82	6.624,41	7.067,32	7.603,13	7.055,28	7.041,84	7.863,22	7.551,12	7.796,72	8.133,43

Fonte: SESUMA (2018).

A Figura 28 mostra graficamente, para melhor análise, os dados citados no Quadro 23.

Figura 28: Análise temporal RSD coletados



Fonte: SESUMA (2018).

Nos últimos meses do ano de 2012 e o primeiro semestre de 2013 houve intercorrência contratual, entre a empresa responsável pela coleta e a prefeitura do município, gerando um decréscimo no quantitativo de RSD coletado mensalmente nesse período, justificando assim a possível razão para os valores totais anuais coletados dos anos de 2012 e 2013 serem inferiores quando comparados ao ano de 2011.

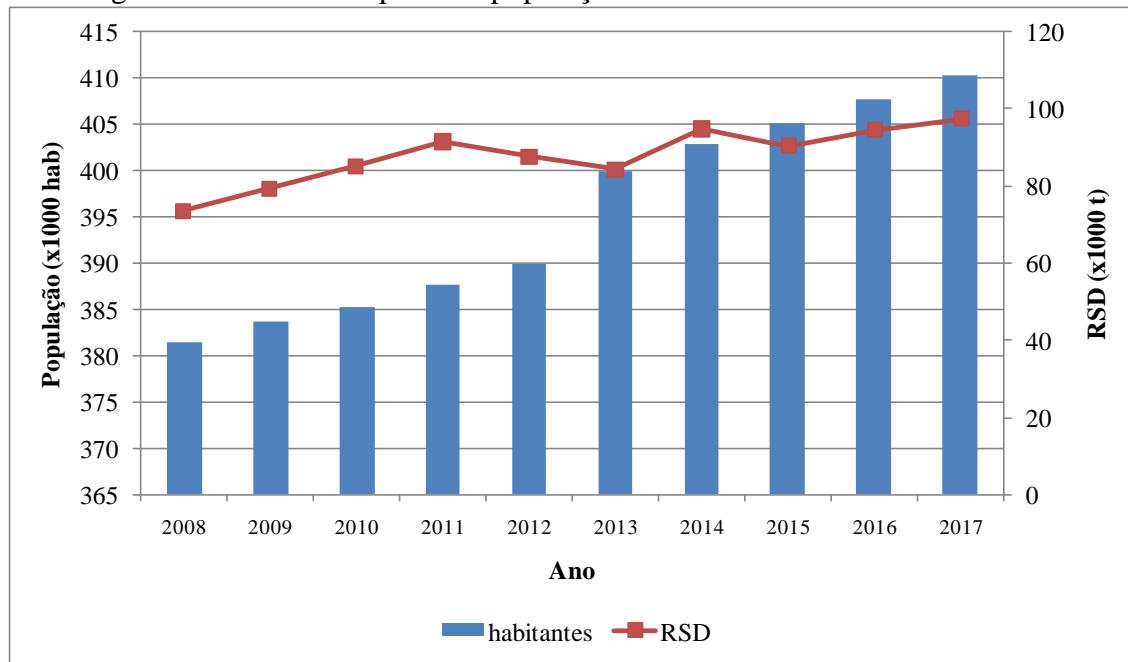
A Figura 29 mostra o crescimento progressivo anual do número de habitantes com relação à quantidade coletada de RSD.

Com relação ao número de habitantes pode ser observado na Figura 30, que entre os anos de 2012 e 2013 houve a maior variação com 2,57% e com relação ao período total da série, de 2008 a 2017, houve um aumento de 7,58%.

Na figura supracitada também é mostrada a quantidade de massa de RSD coletada anualmente onde foram observados três decréscimos nos períodos de: 2011 a 2012, 2012 a 2013 e 2014 a 2015 com as seguintes variações: -4,13%, -3,75% e -4,67% respectivamente. De forma análoga a geração *per capita* de RSD, nos períodos citados, foi de: -4,97%, -5,90% e -5,18%. Esses resultados contrastam com os crescimentos ocorridos nos mesmos períodos quando comparados com as variações do número de habitantes que

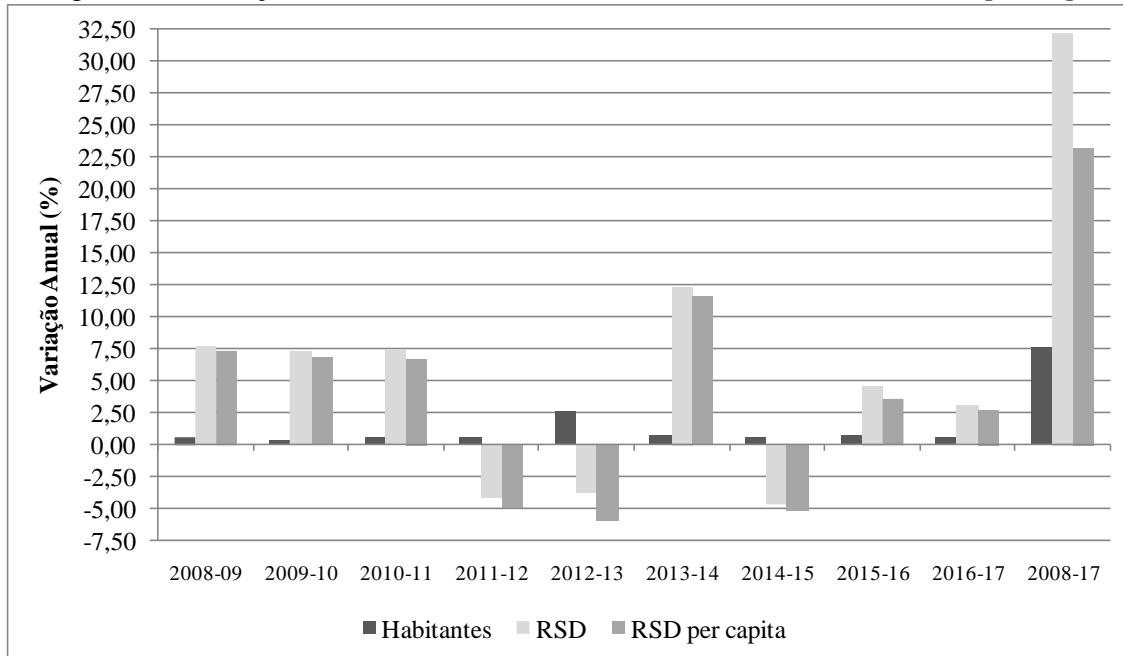
foram de: 0,61%, 2,57% e 0,54%. É provável que as duas primeiras variações negativas, para massa coletada e *per capita* de RSD, tenham ocorrido justamente pela diminuição da coleta no final do ano de 2012 e nos primeiros seis meses de 2013 ocasionado pela intercorrência contratual entre a administração direta e a empresa de coleta. É relevante salientar que para os dois primeiros valores negativos da variação de RSD, o fato da transição entre o encerramento das atividades na área do “lixão” de Campina Grande- PB, que funcionou de 1996 a janeiro de 2012 (SESUMA, 2012), e a destinação final no aterro sanitário do município de Puxinanã– PB, firmados através de convênio de cooperação entre as duas prefeituras, possa ter influenciado na redução dessas variações. Considerando o último valor negativo a influência do período de transição do local de destinação final no aterro sanitário de Puxinanã – PB para o atual aterro localizado na zona rural de Campina Grande - PB, fato esse ocorrido em julho de 2015, possa também ter influenciado nessa redução. Quando há mudança na destinação final de resíduos pode ocorrer destinação mútua entre o antigo e o novo local, perdas, acréscimos de outros tipos de resíduos gerando a princípio uma distorção nos valores (MEDEIROS, 2015).

Figura 29: Análise temporal da população x resíduo sólido domiciliar coletado



Fonte: SESUMA (2018).

Figura 30: Variação do número de habitantes, resíduo sólido domiciliar e *per capita*



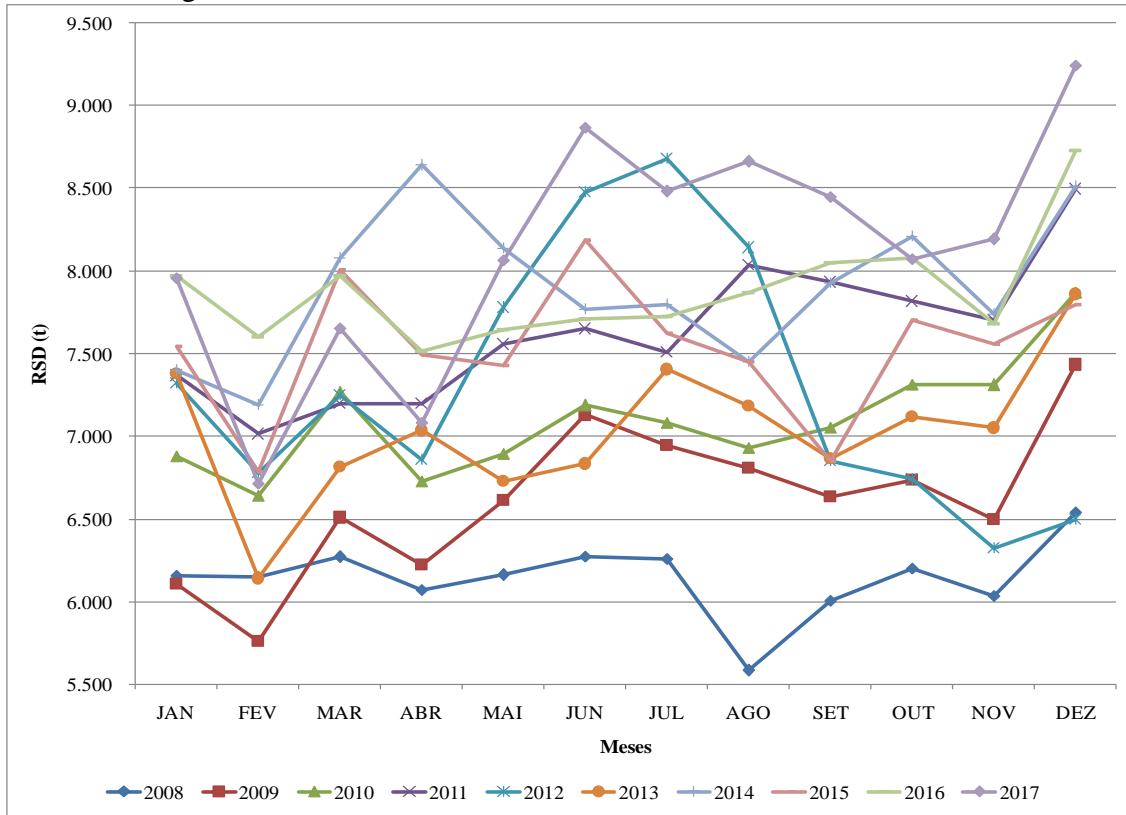
Fonte: SESUMA (2018).

A Figura 31 mostra a quantidade de resíduos sólidos domiciliares coletados por mês, em toneladas, em comparação com todos os anos da série. Como se pode observar, os meses com maiores valores são os de dezembro, ocorrendo esse fato nos anos de 2008 a 2011 e nos anos de 2013, 2016 e 2017. Já, o mês de menor valor ocorreu no mês de fevereiro, constatado nos anos de 2009 a 2011, 2013 a 2015 e no ano de 2017.

Os altos padrões de consumo em um meio urbano, acrescidos da elevação do poder de compra proporcionada pelo aumento da renda em virtude dos décimos terceiros salários dos trabalhadores, pode ser a principal causa para o aumento na geração dos resíduos domiciliares no último mês da maioria dos anos. Com relação aos meses de fevereiro, além de possuir a menor quantidade de dias, quando comparado com os demais, é característico que a população do município viaje para o litoral da capital do estado João Pessoa, ocorrendo uma sazonalidade da população nesse período.

O São João de Campina Grande, conhecido com o nome de “Maior São João do Mundo”, acontece durante todo o mês de junho e atrai uma demanda cada vez maior de turistas para o município, fomentando sua economia. Segundo Costa (2016) o público médio de pessoas circulando no Parque do Povo, local onde ocorre a festa, variou entre 60 a 80 mil pessoas por dia, sendo a maior parte de turistas, ou seja, quantitativo esse que favorece o mês de junho nos anos de 2008, 2009, 2012 e 2017 a ser o segundo maior mês em montante de resíduos coletados da série.

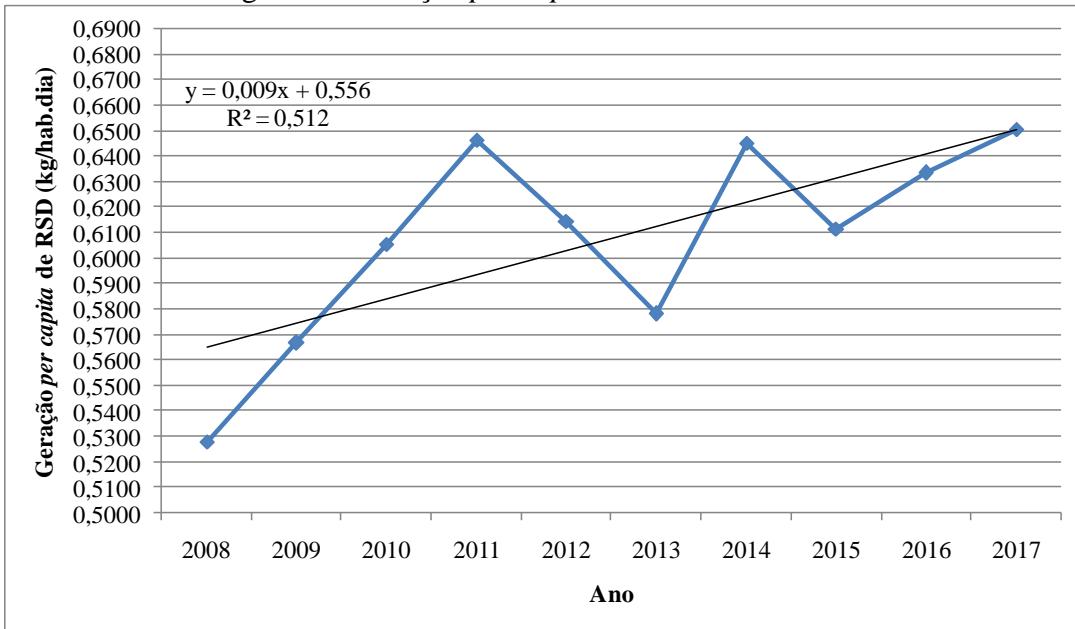
Figura 31: Resíduo sólido domiciliar coletado mensal entre 2008 e 2017



Fonte: SESUMA (2018).

A geração *per capita* de RSD anual é mostrada na Figura 32

Figura 32: Geração *per capita* de resíduo sólido domiciliar



Fonte: SESUMA (2018).

Acompanhando o mesmo raciocínio da geração absoluta, nos mesmos períodos, houve decréscimos na geração *per capita* de RSD.

A média de toda a série foi de 0,608 kg/hab/dia que é menor que a média nacional que foi de 0,714 kg/hab/dia (SNIS, 2016), porém o resultado da mediana que foi de 0,613 kg/hab/dia foi compatível com a nacional que foi de 0,620 kg/hab/dia (SNIS, 2016). De acordo com Monteiro *et al.* (2001), citado no manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos realizado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) do Rio de Janeiro, a geração *per capita* de RSD, no Brasil, é de 0,600 kg/hab/dia, valor esse que corrobora e não apresenta discrepância quando comparado com a média e a mediana do município de Campina Grande-PB.

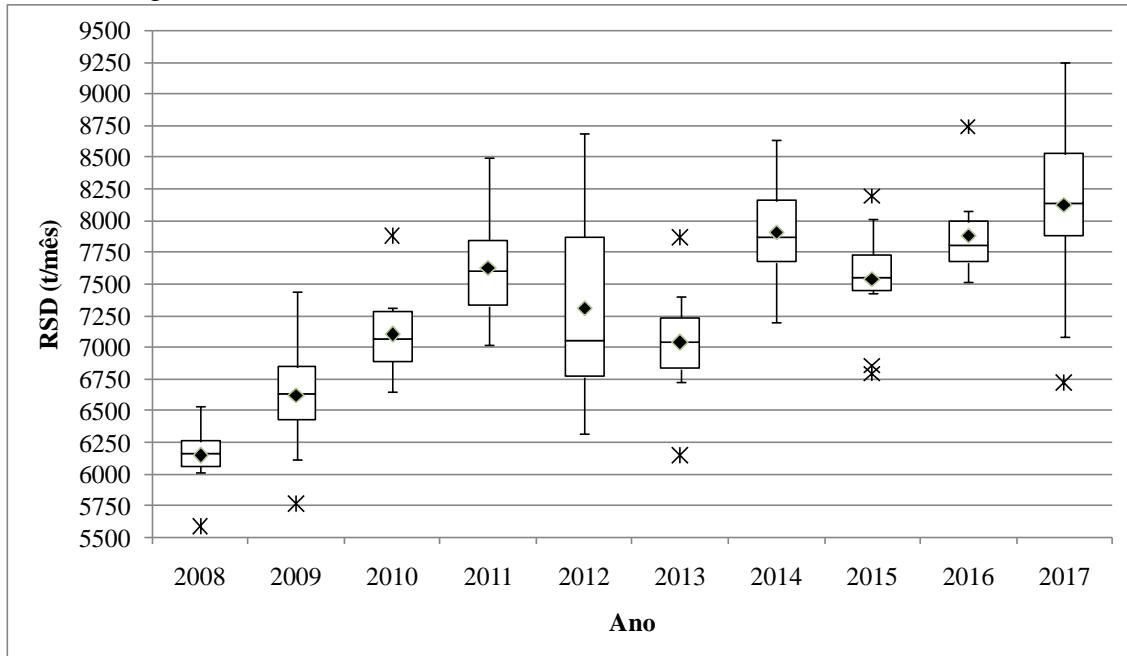
Pode ser observando na Figura 16 o gráfico *boxplot* com os dados da geração de RSD e seus pontos de *outliers* (valores discrepantes), possibilitando avaliar a distribuição dos dados agrupados e a necessidade de análise de correlação entre as variáveis estudadas.

Analisando os dez anos da série, podem-se perceber valores crescentes para as medianas e médias entre os anos de 2008 e 2011. Pelos mesmos motivos da geração absoluta e *per capita* houve um decréscimo em 2012 e 2013, já no ano de 2014 houve um aumento na geração.

Além do fato do atual aterro sanitário do município ter entrando em operação em janeiro de 2015, o racionamento de água ter iniciado em dezembro 2014 pode também ter influenciado na geração de RSD, podendo ser verificado com a tendência central da mediana e média apresentando um decréscimo no ano de 2015 e uma tendência de crescimento em 2016 (Figura 33). O ano de 2017 foi marcado pelo maior valor da mediana, com 8133,43 t/mês e também pelo fim do racionamento no município, que aconteceu em agosto do mesmo ano.

O maior valor de dispersão, representada pelo intervalo interquartílico, ocorreu no ano de 2012.

Figura 33: Tendência Central dos resíduos sólidos domiciliares coletados



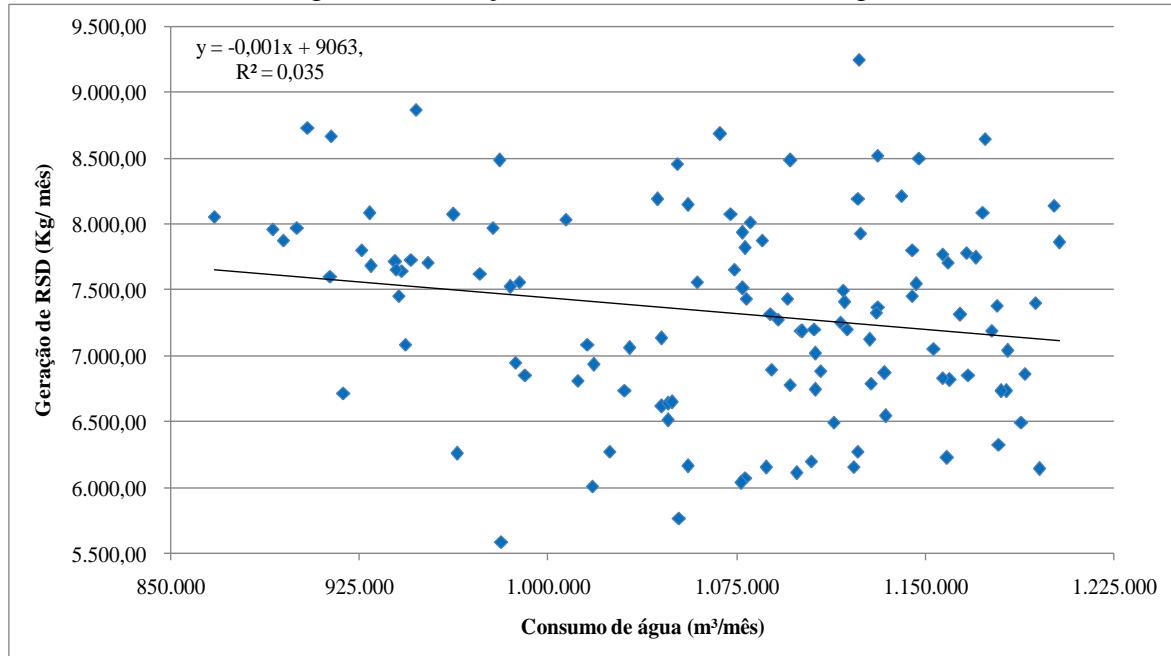
Fonte: SESUMA (2018).

5.5 Correlação linear

A relação que foi analisada é a que busca verificar o vínculo existente entre o consumo de água nas residências e a quantidade de resíduos sólidos domiciliares gerados no município. Um dispositivo bastante útil para verificar se há algum tipo de associação entre duas variáveis quantitativas, ou entre dois conjuntos de dados, é o gráfico de dispersão (BUSSAB & MORETTIN, 2004).

Considerando a geração de resíduos sólidos como a variável dependente e o consumo de água como variável independente foi calculado o coeficiente de correlação (r), através do uso do editor de planilhas Excel, com o objetivo de avaliar o grau de relação linear entre as variáveis. Na Figura 34 é mostrada a análise de regressão, considerando as variáveis citadas, no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2017.

Figura 34: Geração de RSD x Consumo de água



Fonte: Autor (2018).

Analisando o gráfico de dispersão, percebe-se que para o conjunto de dados, pois segundo Shimakura (2006), o coeficiente de correlação encontrado entre a geração de RSD e o consumo de água ($r= 0,187$) apresentou uma correlação muita fraca.

Em comparação com Onofre (2011), os resultados desta pesquisa não apresentaram semelhança, pois o primeiro obteve coeficiente de correlação forte. Um dos fatores que pode ter influenciado nesta distinção é a natureza do delineamento da área do trabalho, ou seja, a análise de correlação entre residências de forma pontual e o conjunto de residências de um município mais os métodos de pesagem e aferição das variáveis pode implicar em resultados divergentes. É necessário considerar também que quanto maior o universo de referência para o estudo maior será as influências de fatores externos, como por exemplo: a gestão política da localidade.

6. CONCLUSÕES

- ✓ Através da análise temporal do consumo de água na tarifa normal, social e no somatório das duas percebeu-se a variabilidade dos dados mensalmente durante toda série, porém com tendência decrescente de consumo, principalmente quando o racionamento hídrico foi iniciado. Na tarifa Social esse comportamento foi menos acentuado, muito provavelmente, pois é nessa classe, menos favorecida economicamente, que há tendência de neutralizar os impactos restritivos do racionamento hídricos por diversos fatores, entre os quais, a convivência constante no estado permanente de economia deste recurso. Considerando a geração de resíduos sólidos domiciliares, também foi percebido variabilidade dos dados mensais, porém de forma generalizada com comportamento crescente. Questões políticas administrativas podem influenciar nos dados, fato esse observado no período de transição entre os anos de 2012 e 2013 onde houve redução nos valores coletados de RSD.
- ✓ Variações em termos absolutos e *per capita* anuais foram consideravelmente negativas no período do racionamento para o consumo de água considerando o somatório da Tarifas social e normal nos intervalos de 2014 a 2015 e 2015 a 2016. Considerando a geração de RSD esse fato foi observado apenas na transição anual de 2014 a 2015.
- ✓ Através da tendência de medida central, pela mediana e média, da geração dos resíduos e do consumo de água descritos, através dos gráficos *Box plot*, foi possível identificar o decréscimo na geração de RSD no período do racionamento, porém de forma mais discreta quando comparado com os valores no consumo de água na Tarifa social e normal. Essa constatação pode levar a interpretação de um princípio de existência de algum grau de relacionamento entre as duas variáveis, porém há possibilidade que outros fatores tenham interferido, como por exemplo, a inauguração do novo aterro sanitário no município.
- ✓ Apesar da literatura relativa ao tema apontar para existência de correlação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e o consumo de água residencial, inclusive sugerindo e gerando modelos matemáticos para cobranças de taxas de coleta de resíduos, é prudente e necessário que as gestões públicas façam os estudos e análises

necessárias para esse tipo de cobrança com o propósito de não serem injustas com a população ou demasiadamente errôneas com as políticas econômicas da própria administração direta, comprometendo a saúde financeira dos cofres públicos.

- ✓ No período do racionamento, foram observados indícios de relação entre as variáveis da pesquisa, mas nada que constate e ratifique que de fato exista uma associação de causa e efeito no contexto da crise hídrica vivenciada pelo município de Campina Grande-PB.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- ✓ Realizar análise da correlação em um período maior de acompanhamento, pós-racionamento e realizar tratamento estatístico dos dados de forma mais aprofundada.
- ✓ Levando em consideração a importância da adequação, em termos das legislações, referente à cobrança da taxa de coleta de resíduos nos municípios, pesquisas que tenham o propósito de ajustá-las, no que se refere a esse tributo, certamente encontrarão uma área vasta a ser explorada.
- ✓ É importante destacar que caracterização física dos resíduos sólidos como, por exemplo, o teor de umidade e a composição gravimétrica podem influenciar no seu peso final quando coletados, sendo assim, estudos de correlação devem ser feitos concomitantemente a esses parâmetros com objetivo de entender a influência dessas variáveis em períodos de estiagens ou baixo fluxo turístico no município.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Geo portal - AESA.** Disponível em:< http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume_acude/?id_acude=531>. Acesso em: 04 ago. 2017.

AMA ROMA CAPITALE. Rapportp Ambientale. 2006. Tariffa Rifiuti. Calcola La tariffa della tua abitazione. In: <http://www.amaroma.it/moduli/calcola-tariffa>. Acesso em: 03 fev. 2018.

ARAUJO, P. S. Análise do desempenho de um solo compactado utilizado na camada de cobertura de um aterro sanitário. 2017. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro. 71 p. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro. 21 p. 2004.

ATHAYDE, G.B.; BESERRA, L.B.S.; FAGUNDES, G.S. Estimando a geração de resíduos sólidos domiciliares a partir do consumo de água em edifícios multifamiliares. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 29, n. 2, p.125-133, dez. 2008.

AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDES, M. F.; ARAÚJO, R.; ITO, A. E. Manual de hidráulica. 8.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 669p.

BARROS, R.T.V. Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte: Tessitura, 1 ed. 2012, 424 p.

BARROS, R. T. V.; CHERNICHARO, C. A. L.; HELLER, L.; VON SPERLING, M. Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios. v. 2: Saneamento. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 221 p. 1995.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Lei Federal nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Institui a Política de Saneamento Básico.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação.** Rio de Janeiro, 2015. Rio de Janeiro, IBGE, 2015.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Obras públicas: **Recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras públicas.** 4. Ed. Brasília: TCU, SECOB, 2014.100p.

BRUSADIN, M.B. **Análise de Instrumentos Econômicos relativos aos serviços de resíduos sólidos urbanos.** Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, Área de Concentração em Engenharia Urbana. São Carlos, 2003.

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. **Estatística básica.** 5. ed. São Paulo. 2004.

CAMPANI, D.B.; SCHEIDEMANDEL Neto, B. Remuneração da prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos. Prestação dos serviços públicos de saneamento básico. In: **GONÇALVES, S.A. et. al. (Orgs)** **Lei Nacional de Saneamento Básico: Perspectivas para as Políticas e a gestão dos serviços públicos.** Livro III. Brasília, 2009.

CAPRIGLIONE, L. Não beba água, beba cerveja. **Conta D'Água**, São Paulo, 9 nov. 2014, Cobertura coletiva da crise hídrica em São Paulo e no Brasil. Disponível em: <<https://medium.com/a-conta-da-agua/nao-beba-agua-beba-cerveja-815dfe9eb5eb>>. Acesso: 5 junho. 2016.

Companhia de melhoramentos da Capital - COMCAP. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Florianópolis, 2011.

CONSULTORIA TÉCNICA DE ECONOMIA E ORÇAMENTO DA CAMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. A água como um bem e o saneamento básico na RMSP. São Paulo, Camara Municipal de São Paulo, 2011, 24p. Disponível em: <<http://www2.camara.sp.gov.br/CTEO/Boletins/Estudo-Agua.pdf>>. (Acesso em: 03/04/2017)

COSTA, S. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos: aspectos jurídicos.** Aracaju: EVOCATI, 2011.

COSTA, S. P. V. A. **O maior São João do Mundo de Campina Grande- PB e as concepções de desenvolvimento.** 112 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

DAVIS, M. L.; MASTEN S. J. **Princípios de Engenharia Ambiental..** 3a ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

D'ELLA, D,M,C. Relação entre utilização de água e geração de resíduos sólidos domiciliares. Revista Saneamento Ambiental, São Paulo, n°65, p. 38-41, mai. 2000.

ECOSAM – Consultoria em Saneamento Ambiental LTDA - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Campina Grande – PB. Consultoria em Saneamento Ambiental LTDA – João Pessoa: O Autor, 2013.

FARIA, A. P. M. Geração de resíduos sólidos urbanos e consumo de água: proposição de fórmulas para cálculo da taxa de coleta no município de Viçosa. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

FERNANDES NETO, M. L. Avaliação de parâmetros intervenientes no consumo per capita de água: estudo para 96 municípios do estado de Minas Gerais. 146 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2003.

FLORIANÓPOLIS. Lei Complementar 132 de 23 de dezembro de 2003. Altera dispositivos da lei complementar nº 007/97, relativamente à taxa de coleta de resíduos sólidos, e dá outras providências. Florianópolis, 2003.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. - São Paulo: ATLAS S.A., 2002.

GRANDE, M.H.D.; GALVÃO C.O; MIRANDA, L.I.B; SOBRINHO, L.D.G.S. A percepção de usuários sobre os impactos do racionamento de água em suas rotinas domiciliares. Ambiente & Sociedade, n.1, p. 165-184, 2016.

GRIPP, W.G.; MARCON, H.; PASSARELLI, S.H. Modelo de Cobrança Setorizada para os Serviços de Coleta e Disposição de Resíduos Sólidos Domiciliares – Simulação para o Município de Santo André – SP. In: 21º CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Anais...João Pessoa:ABES, 2001.

HOWARD, G.; BARTRAM, J. “**Domestic water quantity: service level and health**”. 2003. Geneva: WHO - World Health Organization. 33p.

HELLER, L.; PÁDUA, V.L. Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

Instituo Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação. Rio de Janeiro, IBGE, 2017.

JUCÁ, J.F.T. Análise das Diversas Tecnológicas de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Jaboatão dos Guararapes: UFPE, 2014.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 5 ed., São Paulo: ATLAS S.A., 2003.

LEITE, M. F. A taxa de coleta de resíduos sólidos domiciliares uma análise crítica. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

LEITE, V. D.; PRASAD, S. & LOPES, W. S. **Estudo Sócio-Ambiental do Lixão da Cidade de Campina Grande, PB.** In: Anais do XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. Joinville, 14 a 19 de Setembro, 2003.

MEDEIROS, J. E. S.; PAZ, A. R.; JÚNIOR, J. A. M. **Análise da evolução e estimativa futura da massa coletada de resíduos sólidos domiciliares no município de João Pessoa e relação com outros indicadores de consumo.** Eng. Sanit. Ambient., vol.20, n.1, p.119-130, jan/mar 2015.

MILLER JR., G. Tyler. **Ciência Ambiental.** São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, IBAM, 200 p. 2001.

MORAIS, N. R. **Recuperação da instalação do aterro sanitário sobre a qualidade da água do açude Evaldo Gonçalves, Puxinanã- PB.** UEPB, 2014. Monografia (Licenciatura em Geografia). Universidade Estadual da Paraíba, 2014, 34p.

NASCIMENTO, V.F. et al.; **Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. Ambiente & Água,** v.10, n.4, p. 889-992, 2015.

NÓBREGA, C.C. **Viabilidade Econômica, com Valoração Ambiental e Social, de Sistemas de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares – Estudo de Caso: João Pessoa/PB.** 176f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

ONOFRE, F. L. **Estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares.** 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental)- Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

PHILLIPI JR, Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade e BRUNA, Gilda Collet. **Curso de Gestão Ambiental.** Barueri, SP: Manole, 2004.

Plano Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf (Acesso: em 21/08/2016).

ReCESA. Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). **Resíduos Sólidos:** Plano de gestão integrada de resíduos sólidos: guia do profissional em treinamento. n.2. Salvador, 76 p. 2008.

RÊGO, J.C.; RIBEIRO, M.M.R.; ALBUQUERQUE, J.P.T.; GALVÃO, C.O. (2001). **Participação da Sociedade na crise 1998-2000 no abastecimento d'água de Campina Grande-PB.** In: Proceedings of the Fourth Inter-American Dialogue on Water Management. Foz do Iguaçu, 2001.

SANTAELLA, S. T. et al. **Resíduos sólidos e a atual política ambiental brasileira.** Fortaleza: UFC / LABOMAR / NAVF, 2014.

SANTOS, G. O. **Resíduos sólidos domiciliares, ambiente e saúde: (inter) relações a partir da visão dos trabalhadores do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos de**

Fortaleza-CE. 2008. 184 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SELUR/ABLP. Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo/Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. **Gestão da Limpeza Urbana - Um investimento para o futuro das cidades.** São Paulo, 2010. Disponível em: . Acesso em: 20 jun. 2016.

SHIMAKURA, Silva. Interpretação dos valores de correlação por faixa. Departamento de Estatística- UFPR; CE003 – Estatística II. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/.2006>>. (Acessado em 19/09/2017).

SILVA, A. C. **Análise da gestão de resíduos sólidos urbanos em capitais do nordeste brasileiro: o caso de Aracaju-Se e João Pessoa- PB.** 2014. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SILVA, P. H. P. da. A Gestão de Recursos Hídricos na Visão Midiática - O Caso do Açude Epitácio Pessoa/Boqueirão - PB. In: **Anais do XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.** Natal, 2014.

.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2016.** Brasília: M. Cidades/SNSA, 2016.

UNIAGUA. Universidade da água. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br> (Acesso em: 04/04/2018).

SLOMP, M. N. Taxa de lixo junto à tarifa de água/esgoto - uma forma alternativa de cobrança. **Revista Limpeza Pública**, v. 50, p 11-16. 1999.

SOARES, J. F.; FARIAS, A. A.; CESAR, C. C. **Introdução à estatística.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.a., 1991.

SOUZA, K. S. **Estudo da Relação entre a Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares e o Consumo de Água e Energia Elétrica: Alternativas de Tarifação da Coleta de Resíduos Sólidos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2012.

SYCTOM. **Activity Report 2007.** Rapport annuel sur La qualité et Le prix Du service public d'élimination des déchets à Paris. L'agence métropolitaine des déchets ménagers. Mairie de Paris, 2007. Disponível em <http://www.syctomparis.fr>. Acesso em: 15/05/2016.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água.** Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da universidade de São Paulo. 3 ª Edição. São Paulo, 2006.

UFCG. **Antigo lixão de Campina Grande-PB.** Disponível em:http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/jornal/abril2010/materias/meio_ambiente.html. (Acesso em: 04/07/2016).

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.**
Belo Horizonte: DESA/UFMG. V. 1, 2. ed. 243 p. 1996.

APENDICE A- ABNT NBR 10004- 2004 (ANEXO G)

Anexo G (normativo)

Padrões para o ensaio de solubilização

Parâmetro	Limite máximo no extrato mg/L
Aldrin e dieldrin	$3,0 \times 10^{-5}$
Alumínio	0,2
Arsênio	0,01
Bário	0,7
Cádmio	0,005
Chumbo	0,01
Cianeto	0,07
Clordano (todos os isômeros)	$2,0 \times 10^{-4}$
Cloreto	250,0
Cobre	2,0
Cromo total	0,05
2,4-D	0,03
DDT (todos os isômeros)	$2,0 \times 10^{-3}$
Endrin	$6,0 \times 10^{-4}$
Fenóis totais	0,01
Ferro	0,3
Fluoreto	1,5
Heptacloro e seu epóxido	$3,0 \times 10^{-5}$
Hexaclorobenzeno	$1,0 \times 10^{-3}$
Lindano (γ -BHC)	$2,0 \times 10^{-3}$
Manganês	0,1
Mercúrio	0,001
Metoxicloro	0,02

Parâmetro	Limite máximo no extrato mg/L
Nitrato (expresso em N)	10,0
Prata	0,05
Selênio	0,01
Sódio	200,0
Sulfato (expresso em S0 ₄)	250,0
Surfactantes	0,5
Toxafeno	$5,0 \times 10^{-3}$
2,4,5-T	$2,0 \times 10^{-3}$
2,4,5-TP	0,03
Zinco	5,0

