

UFPA

PPGEC

Universidade Federal do Pará



Suzana Teixeira Rodrigues

Cenário das Outorgas de Lançamento de Esgoto Concedidas em Belém-Pa

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Dissertação orientada pelo
Professor Dr. Claudio José
Cavalcante Blanco, Ph.D. e pelo
Coorientador: Prof. Dr. Francisco
Carlos Lira Pessoa

Belém – Pará – Brasil

2017

SUZANA TEIXEIRA RODRIGUES

**CENÁRIO DAS OUTORGAS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO
CONCEDIDAS EM BELÉM-PA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil, na área de Concentração em Engenharia Hídrica, linha de pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Claudio José Cavalcante Blanco, Ph.D.

Co-Orientador: Prof. Dr. Francisco Carlos Lira Pessoa

BELÉM

2017



CENÁRIO DAS OUTORGAS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO CONCEDIDAS EM BELÉM - PA

AUTORA:

SUZANA TEIXEIRA RODRIGUES

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A BANCA
EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRA EM ENGENHARIA CIVIL NA
ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO
AMBIENTAL.

APROVADO EM: 09 / 11 / 2017.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Claudio José Cavalcante Blanco, Ph.D.
Orientador (UFPA)

Prof. Dr. Francisco Carlos Lira Pessoa
Membro Interno (UFPA)

Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes
Membro Interno (UFPA)

Profa. Dra. Mariane Furtado Gonçalves
Membro Externo (UFPA)

Visto:

Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

RODRIGUES, Suzana Teixeira
CENÁRIO DAS OUTORGAS DE LANÇAMENTO DE ESGOTO CONCEDIDAS EM BELÉM-PA /
Suzana Teixeira RODRIGUES. - 2017.
95 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Instituto de
Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Claudio José Cavalcante Blanco
Coorientação: Prof. Dr. Francisco Carlos Lira Pessoa.

1. Vazão Indisponível. 2. Outorga. 3. Bacias Urbanas. I. Blanco, Claudio José Cavalcante , *orient.* II.
Título

CDD 333.91

DEDICATÓRIA

*Às minhas avós Margarida Ferreira de Brito
Rodrigues e Oneide Fernandes
Teixeira por manter nossas famílias
no mais perfeito vínculo de amor.*

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, que no seu imenso amor, me deu a oportunidade de estar viva para concluir essa pesquisa.

Ao meu companheiro Rômulo que sempre esteve ao meu lado me incentivando e apoiando em tudo, não deixando esquecer do propósito que sempre buscamos, apesar das adversidades.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram, e lutaram na vida para nos sustentar e nos dar uma vida digna, nunca mediram esforços quando o assunto era “Estudo”.

Aos meus queridos professores Claudio Blanco, meu orientador e ao Francisco Lira Pessoa, meu co-orientador, por todo o apoio e incentivo para que eu pudesse terminar essa pesquisa.

Ao meu amigo Júlio Chagas pelas belíssimas fotografias registradas para o meu trabalho.

À SEMAS, que me deu a oportunidade de crescer profissionalmente.

À minha filha Fernanda, a quem eu amo tanto.

RODRIGUES, Suzana Teixeira. Cenário das Outorgas de Lançamento Concedidas no Município de Belém no Estado do Pará. Dissertação de Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

RESUMO

O objetivo do trabalho foi analisar o cenário das Outorgas de Lançamento concedidas no Município de Belém, no Estado do Pará, pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS, no período de 2013 a 2016. O estudo dividiu-se em 3 etapas: 1- coleta das informações junto à Secretaria; 2- elaboração de um mapa com a espacialização dos pontos de lançamento das outorgas vigentes; 3- quantificação das vazões indisponíveis para cada bacia urbana no município de Belém. Os resultados mostraram que existem 24 outorgas vigentes no município de Belém, das quais 62,5% são de lançamentos de condomínios residenciais, 25% são industriais e 12,5% são de outros setores (como hospital e aeroporto). O corpo hídrico com maior quantidade de pontos de lançamento foi o Igarapé/Canal de Val-de-Cans com 5 pontos outorgados, seguido do Igarapé São Joaquim/São Raimundo com 4 pontos outorgados. Em relação ao tratamento dos efluentes, antes do lançamento no corpo d'água, observou-se que existe uma minoria com tratamento a nível terciário com desinfecção, pois a maioria das Estações de Tratamento é de nível secundário, ou seja, removem apenas matéria orgânica, porém ainda existem empreendimentos com tratamento que utilizam tanque séptico e filtro. Os resultados mostraram também que a bacia urbana com maior vazão indisponível é a Bacia do Una, com 44.680,32 m³/dia, seguida da Bacia do Outeiro com 28.567,20 m³/dia. Ressalta-se que o estudo trata apenas dos dados oficiais da SEMAS, o que não evidencia as reais condições dos corpos hídricos, visto que existem muitos lançamentos que não estão regularizados pelo órgão e que contribuem para a poluição desenfreada causada pela falta de rede de esgoto no município de Belém.

Palavras-chave: Vazão Indisponível, Outorga. Bacias Urbanas.

RODRIGUES, Suzana Teixeira. Conditions of effluent disposal grants provided by the Municipality of Belém, Brazil. Master's Dissertation in Water Resources and Environmental Public Works – Post-graduate Program in Civil Engineering, Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil, 2017.

ABSTRACT

Conditions of effluent disposal grants authorized by the Department of Environment and Sustainability (SEMAS) of the Municipality of Belém PA, Brazil, between 2013 and 2016, are analyzed. Current study is divided into three parts: (1) collection of data retrieved from the Department; (2) preparation of a map showing effluent disposal grant sites at present; (3) number of non-computerized effluent discharges for each urban water basin in the municipality of Belém. Results showed that there are 24 effluent water disposal grants in the municipality of Belém: 62.5% are effluent disposal grants to residential housing estates; 25% are effluent disposal grants for industries; 12.5% are effluent disposal grants for other sectors, including hospitals and airport. The water resource with the greatest number of disposal sites is the Igarapé/Canal de Val-de-Cans, with five effluent disposal grant sites, followed by Igarapé São Joaquim/São Raimundo, with four effluent disposal grant sites. Very few effluents are treated at tertiary level, with disinfection prior to release in the water body. In fact, most Treatment Stations lie at the secondary level, since only organic matter is removed. However, enterprises with septic tanks and filters are still extant. Results also demonstrate that the urban water basin with the greatest unaccountable effluent discharge is the Bacia do Una, with 44,680.32 m³/day, followed by the Bacia do Outeiro, with 28,567.20 m³/day. Data are the SEMAS's official numbers and they do not reveal the true conditions of the water bodies. In fact, there are several other effluent discharges which have not been regulated by the department and which contribute towards unbridled pollution caused by sheer lack of a comprehensive sewerage system in the municipality of Belém.

Keywords: unaccountable discharge. grant. Urban water basins.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Canal cortando a cidade de Belém.....	21
Figura 2 - Bacia Hidrográfica	37
Figura 3 - Divisão Hidrográfica Nacional	38
Figura 4 - Divisão Hidrográfica do Estado do Pará	40
Figura 5 - Unidades Hidrográficas de Planejamento (UHPLAN) do estado do Pará .	41
Figura 6 - Vazão indisponível pelo lançamento de um determinado efluente.....	42
Figura 7 - Localização do Município de Belém, principais cursos d'água e sua divisão por bacias hidrográficas.....	46
Figura 8 - Pequeno corpo hídrico que drena os efluentes e a água das chuvas.....	47
Figura 9 - Igarapé Tucunduba na sua foz com o rio Guamá na maré baixa.	48
Figura 10 - Avenida Doca de Souza Franco e seus entornos como exemplo de canal de drenagem de águas pluviais utilizada pelos empreendimentos para lançamento dos seus efluentes.....	52
Figura 11 - Fases da pesquisa	53
Figura 12 - Espacialização dos pontos de lançamento alocados em cada bacia hidrográfica de Belém.	61
Figura 13 - Tipos de lançamentos de esgoto.....	62
Figura 14 - Número de outorgas por corpo hídrico.	63
Figura 15 - Usuários que realizaram medição de vazão x transferência de informação Hidrológica.	64
Figura 16 - Tipos de tratamentos realizados pelos usuários.....	64
Figura 17 - Percentual de tratamentos dos efluentes dos usuários.....	65
Figura 18 - Bacia do Una e seus pontos de lançamento outorgados nos principais cursos d'água.	67
Figura 19 - Igarapé São Joaquim na maré baixa.	68
Figura 20 - Foz do Igarapé São Joaquim com a baía do Guajará.	69
Figura 21 - Bacia de Val-de-Cães.....	70
Figura 22 - Foz do Igarapé Val-de-Cans com a baía do guajará.....	71
Figura 23 - Bacia do Mata Fome.....	72
Figura 24 - Foz do Igarapé Mata-Fome com a Baía do Guajará.....	73
Figura 25 - Bacia do Ariri.....	73

Figura 26 - Bacia do Paracuri	75
Figura 27 - Igarapé Bacuri.....	76
Figura 28 - Bacia do Outeiro	77
Figura 29 - Rio Maguari	78
Figura 30 - Valores de vazão total lançada pelos usuários em cada bacia urbana de Belém.....	79
Figura 31 - Valores de DBO lançada por bacia urbana.....	80
Figura 32 - Vazão de diluição por bacias urbanas.....	81
Figura 33 - Vazões indisponíveis por bacias urbanas.....	82

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Valores de Referencia para o Lançamento (CONAMA 430/2011).....	27
Quadro 2 - Disponibilidade Hídrica das Regiões Hidrográficas	39
Quadro 3 - Características das Bacias Hidrográficas de Belém.....	49
Quadro 4 - Dados dos usuários no Município de Belém.....	59
Tabela 1 - Dados dos usuários da Bacia do Una	67
Tabela 2 - Dados dos usuários da bacia de Val-de-Cans.	70
Tabela 3 - Dados dos usuários da bacia do Mata Fome.....	72
Tabela 4 - Dados dos usuários da bacia do Ariri.....	74
Tabela 5 - Dados dos usuários da bacia do Paracuri.....	75
Tabela 6 - Dados dos usuários da bacia do Outeiro.....	77
Tabela 7 - Valores de Vazão Indisponível para cada bacia urbana.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS
ANEEL	AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA
CERH	CONSEHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
CODEM	COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E ADMINISTRAÇÃO DA ÁREA METROPOLITANA DE BELÉM
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
COSANPA	COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ
DBO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENIO
DRDH	DECLARAÇÃO DE RESERVA DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA
ETE	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE
GEOUT	GERENCIA DE OUTORGA
GESIR	GERENCIA DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA
IN	INSTRUÇÃO NORMATIVA
MMA	MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE
OD	OXIGENIO DISSOLVIDO
PDU	PLANO DIRETOR URBANO
PH	POTENCIAL HIDROGENIONICO
RH	REGIÃO HIDROGRÁFICA
RMB	REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM
SAGRH	SECRETARIA ADJUNTA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS
SEMAS	SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE
SESAN	SECRETARIA DE SANEAMENTO
SNIS	SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO
SQAO	SISTEMA QUALI-QUANTITATIVO DE ANÁLISE DE OUTORGAS
UHPLAN	UNIDADES HIDROGRÁFICAS DE PLANEJAMENTO

LISTA DE SIMBOLOS

m^3/s	metro cúbico por segundo
%	por cento
$^{\circ}C$	grau celcius
mg/L	miligrama por litro
km^2	quilômetros quadrados
Q_{90}	vazão em noventa por cento do tempo
Q_{95}	vazão em noventa e cinco por cento do tempo
$Q_{efluente}$	vazão do efluente
$Q_{diluição}$	vazão de diluição
$Q_{indisponivel}$	vazão indisponível
$Q_{dil x}$	vazão de diluição em um trecho do rio (m^3/s)
α	coeficiente de utilização qualitativo (adimensional)
Q_{efl}	vazão do efluente lançado pelo usuário (m^3/s)
C_{efl}	concentração do poluente lançado no local (mg/L)
$C_{máx x}$	concentração máxima permitida do poluente “x” no corpo d’água, conforme enquadramento (mg/L)
L_o	concentração de DBO final (mg/L)
Q_r	vazão do rio (m^3/s)
C_r	concentração de DBO no rio (mg/L)
Q_{efl}	vazão do efluente lançado pelo usuário (m^3/s)
$A_{delimitada}$	área de drenagem no ponto em km^2
C_{efl}	concentração do poluente lançado no local (mg/L)
Q_{out}	vazão outorgável
$Q_{90(no ponto)}$	vazão mínima no ponto associada à permanência de 90% no tempo, em m^3/s ou m^3/h
$q_{esp(estação)}$	quantidade de água produzida por extensão de uma área de drenagem limitada é dada por $m^3/s.km^2$
$A_{(drenagem da bacia)}$	área de drenagem da estação fluviométrica
C_{lim}	concentração limite da classe do rio analisado, para o poluente considerado (g/m^3), segundo a CONAMA 357/2005

C_n	concentração do manancial, admitida como 1mg/L ou 1g/m ³
ΣQ_{dil}	somatório das vazões para diluir o efluente lançado, em m ³ /h
ΣQ_{efl}	somatório das vazões de lançamento dos usuários em m ³ /h

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS E QUADROS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	12
LISTA DE SIMBOLOS	13
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 GERAL.....	21
1.2 ESPECÍFICOS	21
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 LEGISLAÇÃO E RESOLUÇÕES RELACIONADAS AOS RECURSOS HIDRICOS.....	23
2.1.1 Lei Federal nº 9.433/1997	23
2.1.2 Agencia Nacional de Águas – ANA	25
2.1.3 Resoluções CONAMA	26
2.1.4 Lei Estadual 6.381 de 25 de julho de 2001	27
2.1.5 Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH Nº 16/2001	30
2.1.6 Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH nº 003/2008	31
2.1.7 Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH Nº010/2009	33
2.2 BACIA HIDROGRÁFICA.....	37
2.2.1 Regiões Hidrográficas do Brasil	37
2.2.2 Regiões Hidrográficas do Estado do Pará	40
2.2.3 Determinação da Equação de Vazão de Diluição	42
2.2.3.1 Método proposto por KELMAN (1997)	42
2.2.3.2 Método proposto por Cardoso da Silva e Monteiro (2004)	43
3 ÁREA DE ESTUDO	45
4 METODOLOGIA	53
4.1 FASE 1 – COLETA DOS DADOS JUNTO À SEMAS.....	53
4.2 FASE 2 – ELABORAÇÃO DO MAPA COM A ESPACIALIZAÇÃO DOS PONTOS.....	53
4.3 FASE 3 – QUANTIFICAÇÃO DAS VAZÕES INDISPONÍVEIS	54
4.3.1 Metodologia aplicada pela SEMAS do Pará	54
4.3.1.1 Disponibilidade hídrica:	54
4.3.1.2 Cálculo da Vazão de Diluição:.....	56

5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.1	BACIA DO UNA	66
5.2	BACIA DE VAL-DE-CANS.....	69
5.3	BACIA DO MATA FOME	71
5.4	BACIA DO ARIRI	73
5.5	BACIA DO PARACURÍ	74
5.6	BACIA DO OUTEIRO	76
5.7	PANORAMA DAS BACIAS COMPROMETIDAS	79
6	CONCLUSÃO.....	83
7	REFERÊNCIAS	85

1 INTRODUÇÃO

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos é um ato administrativo emitido pelo poder público (ente Federal, Estadual ou Distrito Federal), e de acordo com a Lei 9.433/97 da Política Nacional de Recursos Hídricos, é por ela que se dá poderes ao usuário para que este possa realizar intervenções que podem alterar a qualidade e a quantidade de água nos corpos hídricos (KELMAN, 1997).

Além da outorga de direito, existem mais quatro instrumentos a serem utilizados para a correta gestão e planejamento das águas no Brasil, são eles: os planos diretores de recursos hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes de uso; a cobrança pelo uso da água, e por fim, o sistema de informações sobre recursos hídricos. Este último é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos, que auxiliam na tomada de decisão pelo órgão gestor (SEMAS, 2016).

Dentre as tipologias de outorgas existentes, encontra-se a de lançamento em corpo hídrico para fins de diluição, transporte ou disposição final. Porém, para que o usuário possa usufruir desta parcela de água, é necessário solicitar a Outorga de Lançamento para Diluição de Efluentes, junto ao órgão ambiental, através do protocolo de um “processo” que nada mais é do que a junção de documentos que subsidiarão a tomada de decisão dos analistas técnicos do órgão. Muitos estados já emitem esta modalidade de outorga no Brasil, porém não existe um consenso em relação à metodologia/técnica/padronização a ser empregada nas análises dos pedidos feitos pelos usuários.

Pinheiro *et al.* (2013) propuseram uma metodologia para auxiliar na tomada de decisão das outorgas de lançamento, no Rio Capibaribe -PE, utilizando o modelo QUAL-UFMG. Os resultados mostraram que menos de 10% do trecho em estudo apresentou os parâmetros DBO e OD dentro dos limites estabelecidos por lei para a sua classe de enquadramento, demonstrando assim que existe um alto nível de degradação. Na mesma obra, foram identificados trechos, onde ainda há a possibilidade de emissão de outorgas para lançamento de efluentes para novos empreendimentos, bem como trechos em que a ação antrópica já comprometeu profundamente a qualidade da água.

Roques (2006) comparou metodologias aplicadas para a outorga de diluição no Brasil, Estados Unidos e União Européia. A metodologia foi aplicada numa sub-

bacia do rio Santa Maria da Vitória, sendo considerado um rio e um reservatório. Os resultados mostraram que diversos pedidos de outorga para diluição no rio Santa Maria da Vitória que seriam deferidos, se avaliados somente em termos de DBO e temperatura, não seriam permitidos após a avaliação em termos do fósforo total no reservatório, mesmo desconsiderando a poluição difusa afluente, sendo necessário, em alguns casos, flexibilizar as classes de enquadramento dos corpos de água.

Carvalho Junior *et al.* (2012) compararam a legislação dos Estados da Bahia e Paraná com a praticada em Mato Grosso, quanto a Outorga para diluição de efluentes e concluíram que as especificidades legislativas de gestão hídrica do Estado da Bahia são difíceis de aplicar ao modelo mato-grossense. Já a legislação do Paraná é mais factível de se aplicar em Mato Grosso, mesmo sendo necessárias adaptações.

Vestena *et al.* (2012) estimaram a vazão ecológica e a disponibilidade hídrica em um trecho do Rio das Pedras no Estado do Paraná, aplicando diversos métodos empregados no Brasil para a obtenção da vazão ecológica e a vazão de referência à concessão de outorgas. Os resultados mostraram que a vazão ecológica estimada pelos métodos variaram de 1,72 a 2,74 m³ s⁻¹, com uma média de 2,20 m³ s⁻¹, e coeficiente de variação de 19,5%. Já a vazão ecológica estimada através de procedimentos adotados pelo Estado do Paraná foi de 0,91 m³ s⁻¹, mostrando diferenças importantes entre os resultados dos métodos avaliados na determinação da vazão ecológica.

Teodoro *et al.* (2013) simularam cenários hipotéticos de qualidade da água, através da plataforma em Excel QUAL-UFMG, para estimar a capacidade de autodepuração e diluição de efluentes em um estudo de caso no Rio Taquarizinho. O modelo foi capaz de estimar as vazões de diluição requeridas pelos lançamentos e contabilizar os custos dos mesmos, variando-se as vazões de referência, enquadramento e carga orgânica lançada no rio. Concluiu-se que o Rio Taquarizinho possui uma elevada capacidade de autodepuração e que suas águas são capazes de suportar a instalação de empreendimentos de grande porte, como matadouros e curtumes.

Finkler *et al.* (2015) constataram que os principais fatores que contribuem para a alteração da qualidade da água nas bacias hidrográficas da região de Caxias

do Sul-RS são as poluições de origem doméstica e industrial. Os autores também observaram que o lançamento de efluentes in natura ou sem o devido tratamento, ainda contribui significativamente para a redução da qualidade da água dos recursos hídricos da região.

No estado do Pará, a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS, através da Secretaria Adjunta de Gestão de Recursos Hídricos – SAGRH, é a responsável por conceder a Outorga de Direito aos usuários, e de acordo com os critérios internos, as análises das solicitações de outorga de diluição de efluentes, são baseadas na disponibilidade hídrica, sendo adotado a Q_{90} como vazão de referência, ou seja, a vazão com probabilidade de ocorrência em 90% do tempo na seção de interesse.

O órgão ambiental considera a outorga para fins de diluição como sendo o volume do corpo de água necessário para a diluição da carga poluente de determinado efluente. Também estabeleceu o limite máximo individual que a vazão de diluição do poluente de determinado usuário pode atingir, que é de até 50% da Q_{90} , ficando limitado à vazão de referência da seção de interesse, considerando o somatório das vazões de diluição outorgadas na bacia de drenagem a montante.

Estudos sobre o cálculo da vazão de diluição utilizando vários métodos para a sua determinação têm sido realizados, como o de Melo (2006) que avaliou a equação da Mistura e do modelo de Street-Phelps na Bacia do Ribeirão Marmelada-MG, para definição de critérios de outorga de lançamento. Os resultados mostraram que o modelo apesar de sua maior complexidade deve ser utilizado como critério para análise de outorga de lançamento, porque leva em conta a autodepuração, o que se aproxima da realidade do corpo hídrico.

Lima (2011) desenvolveu uma metodologia também baseada no modelo de Street-Phelps para analisar as relações pertinentes entre as vazões de um rio e a capacidade de receber cargas poluentes em função do enquadramento. Os resultados mostraram que para alcançar as condições ideais para os rios de classe especial, em regiões semiáridas, há a necessidade de um tratamento prévio antes do lançamento.

Chagas *et al.* (2015) simularam o cálculo da vazão de diluição no Rio Grande do Norte. Os resultados mostraram que existem corpos de água que não

tem capacidade de diluição em determinadas épocas do ano por possuírem baixa vazão, e que há a necessidade de análise por trecho, para evitar o risco de contaminação de águas à jusante.

Zandonadi *et al.* (2015) compararam diversas metodologias para o cálculo da vazão de diluição por autores como Kelman (1987), MMA (2000), Hora (2001), Silva e Monteiro (2004), Nahon (2006) e Roque (2006) na bacia do Rio Santa Maria-ES. Os resultados mostraram que cada método pode resultar em valores diferenciados para a vazão de diluição. Os métodos que não consideram o processo de autodepuração podem resultar em valores superestimados, em contrapartida, nos métodos em que é considerado o coeficiente de decaimento qualitativo α , associado ao modelo QUAL-UFMG, o cenário é o mais próximo da realidade.

Um grande entrave que se têm no estado do Pará, é a falta do enquadramento de corpos de água em classes, obrigando que todos os corpos hídricos sejam tratados como se pertencessem a classe II. Visivelmente, isso não reflete a realidade (Figura 1), pois a grande maioria dos corpos d'água está seriamente comprometida em relação à qualidade da água. O motivo é a proximidade ao centro urbano, que não possui estrutura suficiente de saneamento como rede para coleta de esgoto doméstico, além de resíduos sólidos que lançados às proximidades ou diretamente nos canais.

Figura 1 - Canal cortando a cidade de Belém



Fonte: Autora, 2017

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é avaliar o cenário das outorgas já concedidas na Região Metropolitana de Belém, identificando assim os corpos hídricos que já estão comprometidos, bem como quantificar a vazão que está indisponível para cada bacia urbana no município de Belém.

1.1 GERAL

Avaliar o cenário atual das outorgas de lançamento para diluição de efluentes concedidas no município de Belém do Pará.

1.2 ESPECÍFICOS

- Levantar informação referente às outorgas de Lançamento no período de 2013 a 2016 no município de Belém;

- Elaborar mapa com a espacialização dos pontos de lançamento;
- Avaliar o cenário da indisponibilidade hídrica para cada bacia urbana de Belém.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LEGISLAÇÃO E RESOLUÇÕES RELACIONADAS AOS RECURSOS HIDRICOS

De acordo com o Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934, conhecido como Código de Águas, que estabelecia a dominialidade das águas da seguinte forma: as *águas públicas de uso comum ou dominicais* eram aquelas que se referiam às correntes, aos canais, aos lagos e às lagoas navegáveis ou flutuáveis e às fontes e aos reservatórios públicos. Já as *águas comuns* eram correntes não navegáveis ou não flutuáveis, sendo divididas como pertencentes à União, aos Estados e aos municípios; as águas particulares tratavam-se das nascentes e de todas as águas situadas em terrenos particulares (ANA, 2007).

A determinação das águas como sendo de domínio apenas público gerou a necessidade da utilização de uma forma de autorização do Estado para uso desses recursos hídricos por terceiros. Essa forma de autorização é apresentada na Lei Federal nº 9.433 por meio do instrumento de outorga de direito de uso de recursos hídricos.

2.1.1 Lei Federal nº 9.433/1997

A Lei Federal nº 9433 de 08 de janeiro de 1997, denominada “Lei das Águas”, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, com o objetivo de assegurar a necessária disponibilidade de água, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos e a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos (BRASIL, 1997).

Os princípios desta política são:

- a) a água é um bem de domínio público;
- b) a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- c) em situações de escassez, o uso prioritário da água é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- d) a gestão dos recursos hídricos deve promover o uso múltiplo das águas;

- e) a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a gestão dos Recursos Hídricos; e
- f) a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos são:

- a) os planos de recursos hídricos;
- b) o enquadramento dos corpos de água em classes de uso;
- c) a outorga dos direitos de uso da água;
- d) a cobrança pelo uso da água; e
- e) o sistema nacional de informações sobre recursos hídricos.

Os planos de recursos hídricos são planos diretores com a finalidade de fundamentar e orientar a implementação da política de recursos hídricos e seu gerenciamento, devendo seu conteúdo constar: 1) Prioridades para a outorga de direito de uso de recursos hídricos; 2) Metas de racionalização e 3) Proposição de áreas sujeitas à restrição de uso.

O enquadramento tem por finalidade assegurar a qualidade compatível com a sua destinação e reduzir custos de combate à poluição, principalmente no que se refere à outorga para diluição de efluentes. A cobrança é aplicada aos usuários passíveis de outorga, em relação ao volume de água que foram autorizados a utilizar. Para isso, faz-se necessário que haja um sistema de cadastro e de outorgas adequado, a fim de que o usuário esteja efetivamente regularizado e com seus usos corretos.

O sistema de informação tem a função de armazenar informações relevantes à análise dos pedidos de outorga, a quantificação das outorgas emitidas e às demandas e ofertas das bacias hidrográficas. A outorga de direito de uso de recursos hídricos, é apenas um, dos instrumentos da Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, no qual o Poder Público autoriza o usuário de recursos hídricos, sob condições preestabelecidas (condicionantes), a utilizar a água ou realizar

interferências hidráulicas nos corpos hídricos, necessárias ao seu consumo e as suas atividades produtivas.

A outorga tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos considerando os usos mais nobres. Pode-se dizer que a outorga tem importância, pois:

- Disciplina a utilização dos recursos hídricos e iguala a demanda com a disponibilidade hídrica;
- O usuário não será embargado e nem pagará multas quando possuir a outorga preventiva ou a outorga de direito de uso de recursos hídricos;
- Em situações de estiagem, seu uso será garantido, exceto se houver usos mais nobres como o consumo humano e a dessedentação de animais;
- A outorga é pré-requisito para o licenciamento ambiental, certificação ambiental, empréstimos bancários e, até mesmo, para instalação da rede elétrica de empreendimento que faz usos de recursos hídricos; e
- Em situações de conflito pelo uso da água, o usuário outorgado terá seus direitos preservados.

Há casos em que é permitido a emissão de uma única outorga para grupos de usuários que são organizados em instituição legalmente formalizada, essa prática pode ser chamada de “outorga coletiva” ou “outorga em lote”. Também são permitidas nos casos como campanhas de regularização de usos.

2.1.2 Agencia Nacional de Águas – ANA

De acordo com a constituição de 1988 pertencem à União: lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio que banhem mais de um estado, sirvam de limites com outros países ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham. A ANA, dentre as atribuições conferidas por sua lei de criação, tem a responsabilidade de outorgar o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União; além de supervisionar, controlar e avaliar as ações e

atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos (ANA, 2007).

2.1.3 Resoluções CONAMA

A Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005 (357/2005), dispõe sobre a classificação dos corpos de água e dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 1986). Essa Resolução classificou as águas em: doces, salobras e salinas presente em todo o Território Nacional, segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes. Essa resolução define que, enquanto não forem aprovados os enquadramentos, todos os corpos hídricos de as águas doces serão considerados como Classe 2 e os que forem de águas salinas ou salobras serão classificados como Classe 1, exceto se as condições de qualidades atuais forem melhores, determinando a aplicação da classe mais rigorosa.

Já a Resolução do CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, dispõe sobre: as condições e padrões de lançamento de efluentes, a qual complementa e altera a Resolução nº. 357 de 2005 (BRASIL, 2011). O Art. 3 da referida Resolução, diz que os efluentes só poderão ser lançados nos corpos d'água mediante tratamento, e desde que, obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos na Resolução ou em outras normas aplicáveis.

No parágrafo único da Resolução é dado ao órgão ambiental competente autonomia para solicitar, mediante fundamentação técnica, "outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor" e "exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor". Isso se faz necessário principalmente para corpos hídricos que se encontram no limite das suas condições naturais.

O artigo 21 da Resolução CONAMA nº. 430/2011 informa quais as condições de lançamento não poderão ser superiores para os seguintes parâmetros (Quadro 1).

Quadro 1 - Valores de Referência para o Lançamento (CONAMA 430/2011)

PARÂMETROS	VALORES DE REFERENCIA
pH	Entre 5 e 9
Temperatura	< 40°
Materiais Sedimentáveis	< 1 ml/L Cone Imhoff
Substâncias Solúveis em Hexano	< 100 mg/l
DBO ₅	< 120 mg/l ou remoção > 60%

Fonte: Adaptado CONAMA 430/2011.

2.1.4 Lei Estadual 6.381 de 25 de julho de 2001

A Lei Estadual nº 6.381/2001, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos do Pará, cujas finalidades são:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade dos recursos hídricos, na medida de suas necessidades e em padrões qualitativos e quantitativos adequados aos respectivos usos;*
- II - o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável;*
- III - a proteção das bacias hidrográficas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro;*
- IV - o controle do uso dos recursos hídricos; e*
- V - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.*

São Instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;*
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes;*
- III - a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos;*
- IV - a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;*

V - a compensação aos Municípios;

VI - o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos; e

VII - a capacitação, desenvolvimento tecnológico e educação ambiental.

São diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos

I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos;

II - a adequação da gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do Estado;

III - a integração da gestão dos recursos hídricos com a ambiental;

IV - a articulação dos planejamentos dos recursos hídricos com os dos setores usuários e com os planejamentos regional e federal;

V - a compatibilização da gestão dos recursos hídricos com a do uso do solo;

VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estaduais e zonas costeiras;

VII - o desenvolvimento do transporte aquaviário e seu aproveitamento econômico, em consonância com os princípios desta Lei;

VIII - a criação e operação da rede hidrometeorológica do Estado e o intercâmbio das informações com instituições federais, estaduais, municipais e privadas;

IX - a criação e operação de um sistema integrado de monitoramento permanente dos recursos hídricos; e

X - a execução e manutenção de campanhas educativas visando à conscientização da sociedade para a utilização racional dos recursos hídricos.

No inciso §º 1 é delegado ao Estado a responsabilidade para fomentar e coordenar ações integradas nas bacias hidrográficas para que haja o tratamento de efluentes, seja doméstico ou industrial, antes do lançamento em corpos de água.

Em seu Art. 12 são listados os usos que estão sujeitos à outorga pelo Poder Público:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;

II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - lançamento de esgotos e demais resíduos, tratados ou não, em corpo de água, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - aproveitamento de potenciais hidrelétricos;

V - utilização das hidrovias para o transporte;

VI - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Da mesma forma no Art. 13 são listados os usos que independem de outorga:

I - o uso dos recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural;

II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes por decisão dos respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas ou

*órgão gestor dos recursos hídricos, no caso de
inexistência de Comitês.*

Em relação às captações insignificantes, a Resolução do CERH N° 009 de fevereiro de 2009 destaca quais são os valores considerados em seu Art. 3°:

I – o abastecimento residencial unifamiliar;

II – até o máximo de 40 m³/dia para uso residencial;

III- até o máximo de 5 m³/dia para os demais usos.

Esses valores são considerados de pouca expressão, e, para estes casos, exclui-se a obrigatoriedade da outorga, mas não a responsabilidade de computar, os usos, e, portanto, de informar ao poder público federal ou estadual os valores utilizados. O nome dado a este ato é Declaração de Dispensa de Outorga.

Ao repassar essas informações ao poder público, este é capaz de realizar a correta gestão dos recursos hídricos, através do controle feito a partir das outorgas, evitando conflitos entre usuários de recursos hídricos e assegurar o efetivo direito de acesso à água.

No Art. 22, são listados os tipos de outorga de lançamento que não serão concedidas:

*I - lançamento de resíduos sólidos, radiativos, metais
pesados e outros resíduos tóxicos perigosos;*

II - lançamento de poluentes nas águas subterrâneas.

2.1.5 Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH N° 16/2001

Esta Resolução n° 16 de 08 de maio de 2001, do CNRH é a que regulamenta os procedimentos gerais de outorga a serem adotados pelas autoridades outorgantes no País. Em relação à Outorga de Lançamento de efluentes, em seu Art. 15, é recomendada concessão em função da quantidade de água necessária para a diluição da carga poluente, com padrões de qualidade da água correspondentes à classe de enquadramento do respectivo corpo receptor e/ou

em critérios específicos definidos no correspondente plano de recursos hídricos ou pelos órgãos competentes.

Já no Art. 20 são estabelecidas as informações mínimas que devem estar descritas no Ato administrativo:

- I - identificação do outorgado;*
- II - localização geográfica e hidrográfica, quantidade, e finalidade a que se destinem as águas;*
- III - prazo de vigência;*
- IV - obrigação, nos termos da legislação, de recolher os valores da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, quando exigível, que será definida mediante regulamento específico;*
- V - condição em que a outorga poderá cessar seus efeitos legais, observada a legislação pertinente, e*
- VI - situações ou circunstâncias em que poderá ocorrer a suspensão da outorga em observância ao art. 15 da Lei no 9.433, de 1997 e do art. 24 desta Resolução.*

2.1.6 Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH nº 003/2008

A CERH nº 003 de 03 de setembro de 2008, dispõe sobre a outorga de direito de uso dos recursos hídricos no Estado do Pará. Em seu Art. 11 é descrito a definição do critério para deferimento do pedido de outorga, que está relacionado com a disponibilidade hídrica da bacia/região hidrográfica, considerando:

- I - o volume outorgável: máximo volume que pode ser outorgado em um corpo hídrico, sendo composto pela soma do volume já outorgado com o volume ainda disponível para outorga;*

II - a quantidade mínima de água: para prevenção da degradação ambiental e manutenção dos ecossistemas aquáticos;

III - a quantidade mínima de água: para manutenção das características de navegabilidade do corpo de água;

IV - o balanço hídrico na área afetada: em seus aspectos quantitativos e qualitativos, e suas variações ao longo do tempo; e

V - o aumento de disponibilidade hídrica: gerada na(s) bacia(s) hidrográfica(s), quando couber, pela regulação, por exemplo, pelas barragens.

No Parágrafo único é informado que o Órgão poderá aceitar informações hidrológicas fornecidas pelo usuário, na ausência de dados oficiais (Nacional e Estadual), e estes estarão sujeitos à comprovação.

No Art. 23 são informadas as obrigações dos outorgados:

I - cumprir as exigências formuladas pelo CERH - PA;

II - atender à fiscalização, permitindo o livre acesso aos planos, projetos, contratos, relatórios, registros e quaisquer documentos referentes à concessão ou à autorização;

III - construir e manter, quando e onde determinado pela autoridade outorgante, as instalações necessárias às observações hidrométricas das águas extraídas e lançadas;

IV - manter em perfeito estado de conservação e funcionamento os bens e as instalações vinculadas ao bem outorgado;

V - não ceder a água captada a terceiros, com ou sem ônus, sem a prévia anuência da autoridade outorgante;e

VI - permitir a realização de testes e análises do interesse hidrogeológico, por técnicos credenciados pelo CERH - PA.

O Art. 35 dispõe sobre os prazos da Outorga de Direito de uso dos recursos hídricos, que serão contados a partir da data de publicação dos respectivos atos administrativos, ou seja, no ato da sua impressão, os prazos são:

I - até dois anos, para início da implantação do empreendimento objeto da outorga;

II - até seis anos, para conclusão da implantação do empreendimento projetado; e

III - até trinta e cinco anos, para vigência da outorga de direitos de uso.

Atualmente, as outorgas de direito emitidas pelo órgão ambiental têm validade de 4 anos, já as outorgas preventivas são válidas por menor período, 2 anos.

2.1.7 Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH Nº010/2009

A Resolução do CERH nº 10 de 03 de setembro de 2009, dispõe sobre os critérios para análise de Outorga Preventiva e de Direito de Uso de Recursos Hídricos.

Em seu Art. 5, são descritas as modalidades de Outorga:

I - Outorga Preventiva de Uso dos Recursos Hídricos: confere ao seu titular expectativa de direito de uso de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos;

II - Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos: confere ao seu titular efetivo direito de uso de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos;

III - Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica - DRDH: aplicada ao processo de concessão, autorização e permissão do setor elétrico.

A outorga preventiva se destina a reservar uma determinada vazão passível de ser outorgada, possibilitando melhores estudos e planejamento mais detalhado para implantação de empreendimentos na fase de licenciamento ambiental. Também é exigida nos casos de perfuração de Poços Tubulares. Já a Outorga de Direito deverá ser requerida pelos empreendimentos já existentes, buscando imediata regularização.

Já a DRDH é um documento solicitado pela Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) à entidade outorgante, conforme o domínio do corpo hídrico em questão, que consiste em garantir a disponibilidade hídrica requerida para o aproveitamento hidroelétrico, com potência instalada superior a 1 MW. Essa declaração é depois, automaticamente transformada em outorga de direito de uso de recursos hídricos para as empresas ou instituições que receberam autorização ou concessão da ANEEL.

Para outros usos, tais como: Aquicultura, Dessedentação animal, Indústria, Irrigação, Mineração, Obras Hidráulicas e Saneamento será levado em consideração um critério de análise baseado na disponibilidade hídrica. No Art. 14 são listados os itens a serem observados nas análises dos pedidos de outorga preventiva e de direito:

- I - as prioridades de uso estabelecidas nos planos de recursos hídricos;*
- II - os aspectos quantitativos e qualitativos dos usos dos recursos hídricos; e*
- III - os limites dos padrões de qualidade das águas referentes à classe em que o corpo hídrico estiver enquadrado, relativo aos parâmetros de qualidade outorgáveis;*

No inciso § 1º paragrafo III é informado que as análises técnicas para Lançamento de efluentes terão como *condição a capacidade do corpo hídrico receptor em assimilar ou autodepurar os parâmetros de qualidade outorgáveis*. E no inciso § 3º paragrafo VII são listados os parâmetros outorgáveis para fins de diluição, que são: *Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO5,20, Coliformes Termotolerantes e, em locais sujeitos à eutrofização, o Fósforo ou o Nitrogênio*. No inciso § 7º é

explicitado os critérios que deverão ser levados em consideração para a solicitação de outorga para diluição de efluentes:

I - A critério do Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, poderá ser exigido estudo hidrológico para analisar a capacidade de autodepuração do corpo hídrico receptor.

II - Os parâmetros de qualidade outorgáveis devem estar dentro dos padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA no 357/2005.

III - O oxigênio dissolvido do corpo hídrico receptor deve estar dentro dos limites da respectiva classe de enquadramento, conforme Resolução CONAMA no 357/2005.

IV - A critério do Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, poderá ser solicitado plano de monitoramento do corpo hídrico, respectiva metodologia de coleta e análise, de caracterização dos pontos de monitoramento e de periodicidade das análises.

V - As amostras de efluente devem ser coletadas sem mistura com água de melhor qualidade, conforme Resolução CONAMA no 357/2005.

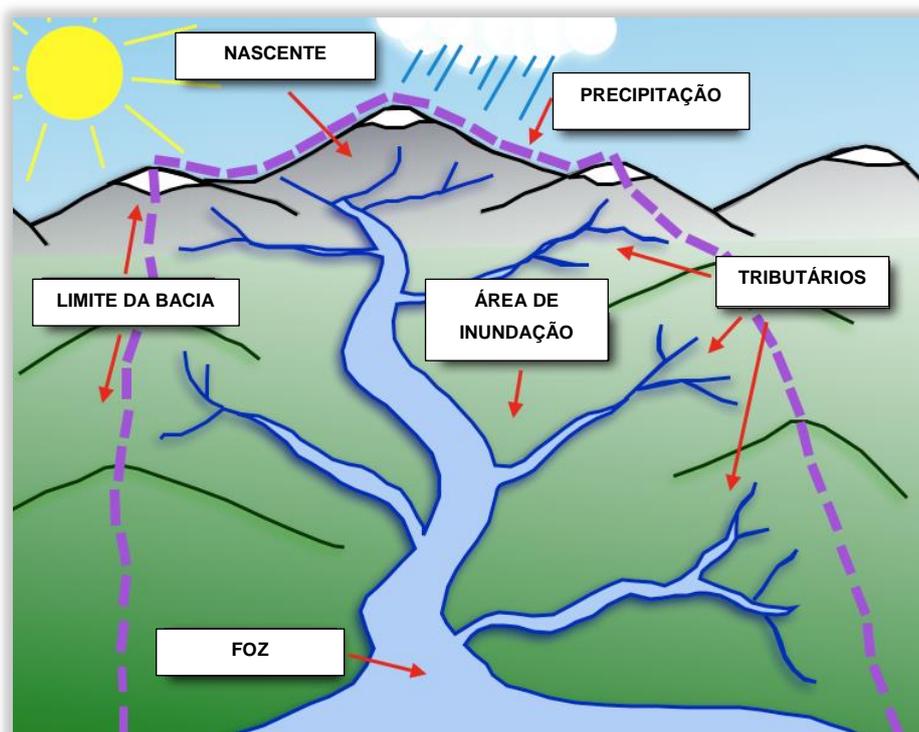
Anteriormente existia uma Instrução Normativa – IN nº 55 de 11 de outubro de 2010, que descrevia os procedimentos referentes aos requerimentos de concessão de Outorga Preventiva e de Direito de Uso de Recursos Hídricos no âmbito da SEMA – Secretaria de Meio Ambiente. Nela estavam descritas no inciso § 4 os critérios de avaliação para lançamento de efluentes, e no seu paragrafo II era informado que *a vazão solicitada para o efluente devia ser menor que 5% da vazão de permanência em 90% do tempo, ao se somar com as demais outorgas emitidas para o curso de água, deveria compor vazão inferior a 50% da vazão de permanência em 90% do tempo, se não houvesse concorrência acirrada com usos mais exigentes.*

Atualmente esse entendimento existe apenas dentro da própria gerência que analisa este procedimento (GEOUT), visto que esta IN foi revogada, passando a vigorar a IN nº 003 de 26 de março de 2014, e nesta, nada foi descrito em relação a critérios para lançamento, somente, sobre *procedimentos administrativos específicos para o protocolo de processos de solicitação de Outorga preventiva, de Direito, Renovação e Dispensa de Outorga, no Estado do Pará*. Portanto, atualmente os critérios para pedidos de outorga de lançamento solicitados ao Órgão Ambiental, estão sem embasamento, visto que não há legislação em vigor que ampare o procedimento adotado.

2.2 BACIA HIDROGRÁFICA

Segundo Barrella (2001), define-se bacia hidrográfica como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios. As cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios. Esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano (Figura 2).

Figura 2 - Bacia Hidrográfica



Fonte: CSREC (2017)

2.2.1 Regiões Hidrográficas do Brasil

Uma região hidrográfica é o espaço territorial compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas próximas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (SEMAS, 2008).

O Brasil possui doze (12) Regiões Hidrográficas (RH), que foram instituídas de acordo com a Resolução nº 32 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos de 15 de outubro de 2003. Essa divisão visa orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos do País, são elas: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Atlântico Nordeste Ocidental, Paraíba, Atlântico Nordeste Oriental, Paraguai, São Francisco, Atlântico Leste, Paraná, Atlântico Sudeste, Uruguai e Atlântico Sul (Figura 3).

Figura 3 - Divisão Hidrográfica Nacional



Fonte: ANA (2007)

A região hidrográfica amazônica é a maior em extensão territorial, tendo 3.870.00 km². Segundo a ANA (2007), a maior demanda dos recursos hídricos dessa região dá-se nas sub-bacias do Rio Negro, Tapajós e Madeira, com uso principalmente na irrigação, que corresponde a 39% da demanda total. Em relação à disponibilidade hídrica, a grande variabilidade climática que caracteriza o Brasil se reflete em uma distribuição dos recursos hídricos disponíveis, bastante, desigual territorialmente. Por exemplo, na região de maior escassez (Região Hidrográfica Atlântico Oriental), a disponibilidade hídrica é inferior a 100 m³/s, já na Região

Hidrográfica Amazônica, a disponibilidade hídrica é extremamente elevada, alcançando vazões da ordem de 74 mil m³/s (ANA, 2010). No Quadro 2 é apresentado um panorama da disponibilidade hídrica para cada região hidrográfica brasileira.

Quadro 2 - Disponibilidade Hídrica das Regiões Hidrográficas

Região Hidrográfica	Vazão média m³/s	Disponibilidade hídrica* Q95 – m³/s
Amazônica	132.145	73.748
Tocantins-Araguaia	13.799	5.447
Atlântico Nordeste Occidental	2.608	320
Parnaíba	767	379
Atlântico Nordeste Oriental	774	91
São Francisco	2.846	1.886
Atlântico Leste	1.484	305
Atlântico Sudeste	3.162	1.109
Atlântico Sul	4.055	647
Paraná	11.414	5.792
Uruguai	4.103	565
Paraguai	2.359	782
Brasil	179.516	91.071

*A disponibilidade hídrica equivale à vazão com permanência de 95% e, no caso de presença de reservatórios, à vazão regularizada acrescida do incremental de Q95.

Fonte: ANA (2010)

A RH Amazônica concentra 81% da disponibilidade dos recursos hídricos brasileiros. A outra parte do País é responsável por somente 20% de todos os recursos hídricos superficiais disponíveis. A exemplo disso temos que grande parte da população está situada nas regiões litorâneas (45% da população urbana do país), como as Regiões Hidrográficas do Atlântico (sul, sudeste, nordeste oriental, e ocidental, leste e nordeste), que juntas, são responsáveis por apenas 3% da disponibilidade hídrica do Brasil. A RH do Paraná, que concentra 36% da população

urbana do país, dispõe de apenas 6% dos recursos hídricos superficiais disponíveis (ANA, 2010).

2.2.2 Regiões Hidrográficas do Estado do Pará

De acordo com a Resolução do CERH nº 004 de 03 de setembro de 2008, foi instituída a divisão do Estado em Regiões Hidrográficas, as quais ficaram estabelecidas 07 (sete) Macro-Regiões Hidrográficas que são: Xingu com 25,1% de área ocupada no estado, Calha Norte com 21,5%, Tapajós com 17,5%, Portel-Marajó com 10,8%, Tocantins-Araguaia com 10,4%, Costa Atlântica-Nordeste com 10,1% e o Baixo Amazonas com 4,6% de área ocupada no estado (Figura 4).

Figura 4 - Divisão Hidrográfica do Estado do Pará



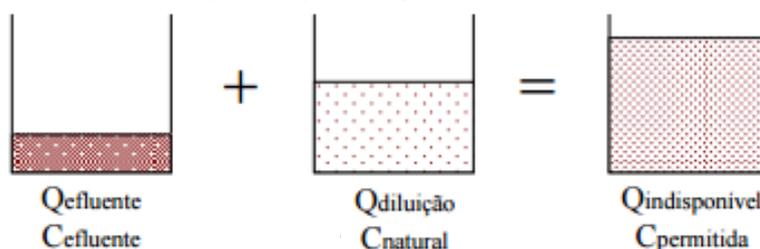
Fonte: Ponte (2015)

No Plano Estadual de Recursos Hídricos, as Sub-Regiões Hidrográficas serão consideradas como Unidades Hidrográficas de Planejamento (UPLAN's). As

2.2.3 Determinação da Equação de Vazão de Diluição

No Brasil, não existe uma unificação nos critérios de avaliação das outorgas de lançamento de efluentes. Cada estado utiliza um método para a determinação da vazão de diluição necessária para o deferimento dos processos de outorga de lançamento. Uma metodologia de análise apresentada por CARDOSO DA SILVA E MONTEIRO (2004) e CARDOSO DA SILVA (2007), consiste na utilização do balanço de massa, com base na equação de mistura. O lançamento de um efluente com uma determinada vazão e concentração de poluente, em um curso de água, que possui vazão mínima e a concentração natural do mesmo poluente, gerará uma mistura, com vazão e concentração que podem ser calculadas pela equação de mistura (Figura 6).

Figura 6 - Vazão indisponível pelo lançamento de um determinado efluente.



Fonte: BRAGA (2004)

Dentre os métodos existentes para a determinação da vazão de lançamento observa-se:

2.2.3.1 Método proposto por KELMAN (1997)

De acordo com KELMAN (1997), um usuário que lança um efluente num curso d'água se apropria de certa quantidade de água para diluir o mesmo. A Equação 1 é sugerida pelo autor para o cálculo da vazão de diluição.

$$Q_{dil X} = \alpha \cdot \frac{Q_{efl} \cdot C_{efl}}{C_{máx X}} \quad (1)$$

Em que:

$Q_{dil X}$: vazão de diluição em um trecho do rio (m^3/s);

α : coeficiente de utilização qualitativo (adimensional);

Q_{efl} : vazão do efluente lançado pelo usuário (m^3/s);

C_{efl} : concentração do poluente lançado no local (mg/L); e

$C_{máx X}$: concentração máxima permitida do poluente “x” no corpo d’água, conforme enquadramento (mg/L).

Segundo Kelman (1997) α indica a quantidade de água que o usuário irá consumir para diluir seu efluente, podendo ser estimado a partir do uso de modelo matemático de qualidade da água, calibrado para a bacia pretendida.

2.2.3.2 Método proposto por Cardoso da Silva e Monteiro (2004)

Essa metodologia baseia-se nos conceitos definidos por Kelman (1997) e no Sistema de suporte à decisão para análise técnica dos aspectos quantitativos e qualitativos dos usos da água denominado Sistema Quali-Quantitativo de Análise de Outorgas (SQAQO), desenvolvido pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2000).

As interferências qualitativas são “transformadas” em equivalentes quantitativos. A metodologia baseia-se na equação de balanço de massa para as concentrações de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), conforme Equação 2.

$$L_o = \frac{Q_r \cdot C_r + Q_{efl} \cdot C_{efl}}{Q_r + Q_{efl}} \quad (2)$$

Em que:

L_o : concentração de DBO final (mg/L);

Q_r : vazão do rio (m^3/s);

C_r : concentração de DBO no rio (mg/L);

Q_{efl} : vazão do efluente lançado pelo usuário (m^3/s); e

C_{efl} : concentração do poluente lançado no local (mg/L).

Ao se alterar algumas dessas variáveis, obtém-se a equação de balanço qualitativo, denominada de equação de diluição, proposta por Kelman (1997), como pode ser demonstrada na Equação 3.

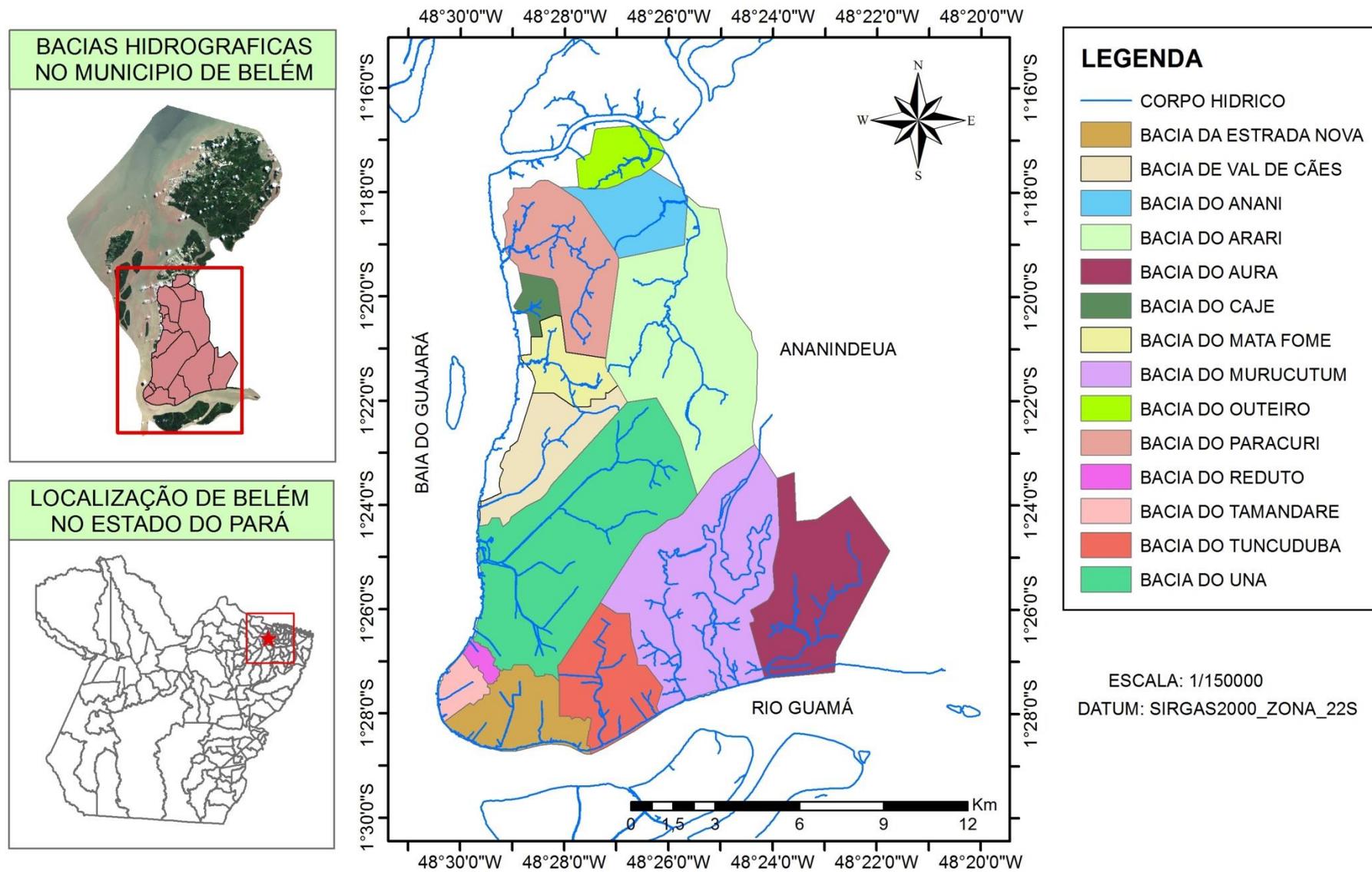
$$Q_{dil\ x} = Q_{efl} \cdot \frac{C_{efl} - C_{max\ x}}{C_{max\ x} - C_{nat}} \quad (3)$$

Em que C_{nat} representa a concentração natural do parâmetro no corpo hídrico, à montante do exato ponto de lançamento, que é dado em mg/L. Essa metodologia leva em consideração que o corpo hídrico encontra-se em condições naturais, ou seja, sem nenhuma interferência de lançamentos a montante, isso permite que seja avaliado o comprometimento de qualidade associado a cada usuário.

3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é o município de Belém, capital do estado do Pará, (Figura 7) o município faz parte da Região Metropolitana de Belém (RMB), junto com os municípios de Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Barbara e Santa Izabel, é banhada pelos rios Guamá e Baía do Guajará. Atualmente, conta com uma população de 1.446.042 habitantes segundo o IBGE (2016), possuindo uma área territorial de 1.059,458 km².

Figura 7 - Localização do Município de Belém, principais cursos d'água e sua divisão por bacias hidrográficas.



Fonte: Autora, 2017

Belém tem seu desenho urbano delimitado pelos cursos de água. É uma cidade fluvial banhada na sua quase totalidade pelos rios do estuário amazônico. A cidade está assentada em terras baixas, sendo cortada por pequenos rios e igarapés, o que conforma ainda hoje as divisões internas de seus bairros de terra firme e baixadas (Figura 8). Uma extensa rede de rios e igarapés drena a cidade, compondo fluxos de travessia e de escoamento das águas provenientes das chuvas. Ao norte, ela está voltada para a baía do Guajará e ao sul para o rio Guamá, tendo assim uma extensa orla densamente ocupada, onde encontramos diferentes usos: portos, trapiches, indústrias, comércios, turismo, instalações militares e administrativas (Castro, 2006).

Figura 8 - Pequeno corpo hídrico que drena os efluentes e a água das chuvas



Fonte: Autora, 2017

Existem alguns igarapés como o tucunduba, canal da quintino e canal da três de maio, que drenam toda a carga de efluentes recebida, em sua bacia, diretamente no rio Guamá. Na Figura 9 fica evidente a elevada degradação desse corpo hídrico.

Figura 9 - Igarapé Tucunduba na sua foz com o rio Guamá na maré baixa.



Fonte: Autora, 2017

Atualmente, o município ocupa a 87ª posição do “Ranking de Saneamento 2016” realizado pelo Instituto Trata Brasil, que elegeu os 100 melhores municípios de acordo com informações obtidas pelo Sistema de Informações sobre Saneamento – SNIS. O estudo identificou que não houve grandes investimentos em relação ao saneamento, pois não foram observadas novas ligações, nem aumento do volume de esgoto tratado (TRATA BRASIL, 2016).

Em um breve histórico da cidade de Belém, segundo Martins (2015), o município desenvolveu-se prioritariamente as margens de rios, devido ao grande volume hídrico e a relação de subsistências do povo com a água. Neste caso, a cidade está localizada no vértice do estuário formado por duas grandes massas de águas: Baía do Guajará ao Norte e o Rio Guamá ao Sul, que recebem influência do rio Amazonas, do rio Pará, do rio Tocantins e do Oceano Atlântico.

A Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém – CODEM (2014) divide Belém em 14 Bacias Hidrográficas, estas são muito diferenciadas entre si, cada uma com a sua peculiaridade, como a Bacia do Outeiro que está localizada no Distrito industrial, que, como o próprio nome já diz, possui muitas indústrias alocadas nessa bacia.

Já a bacia do Anani, que tem seus limites próximo ao município de Ananindeua, tem sofrido com os grandes avanços da implantação de condomínios habitacionais próximos a esta bacia, a explosão habitacional ocorreu de forma rápida e já se percebeu seus problemas, como a canalização de alguns trechos de igarapé que corta a bacia.

No Quadro 3, é possível observar as características de cada Bacia Hidrográfica de Belém.

Quadro 3 - Características das Bacias Hidrográficas de Belém

BACIA HIDROGRÁFICA	CARACTERÍSTICAS	BAIRROS DE ABRANGÊNCIAS
Bacia da Estada Nova	Compreende uma área total de 9,54km ² , sendo que 72,7% em área alagável. Possui doze canais, totalizando 13.556 m de extensão.	Pertence parcialmente a esta bacia, os seguintes bairros: Guamá, Nazaré, Batista Campos, São Brás e Cidade Velha; e integralmente Jurunas, Condor e Cremação.
Bacia de Val-de-Cans	Apresenta uma área total de 2,48 km ² , com cerca de 10% de área alagável.	Abrangendo em parte os bairros da Pratinha Benguí, Val-de-Cães, Miramar, Parque Verde, São Clemente e Maracangalha.
Bacia do Anani	Com área aproximada de 8,80 km ² , sendo o principal corpo receptor, o Igarapé Anani.	Compreende partes dos bairros Águas Negras e Tenoné
Bacia do Ariri (Bacia do Maguari)*	Com uma área de aproximadamente 31,68 km ² , tendo como principal corpo receptor o Rio Maguari	Compreende o Bairro do Coqueiro e Una e partes dos Bairros do Tenoné, Cabanagem e Parque Verde
Bacia do Aurá	Possui uma área de 17,88 km ² , sendo 6,26% alagável. Situa-se a 1.400 m de distância das fontes de captação de água que abastecem Belém os lagos Bolonha e Água preta.	Incluindo os bairros do Aurá, e partes dos bairros Curió-Utinga e Águas Lindas.
Bacia do Cajé	Corresponde uma área de 5,82 km ² , com cerca de 10% alagável.	Abrangendo partes dos bairros da Pratinha, Tapanã, Parque Verde e São Clemente
Bacia do Mata Fome	Possui uma área de 14 km ² , tendo como principal corpo receptor o	Integrante do Distrito do Benguí e limite natural entre

	Igarapé Mata Fome	os bairros do Tapanã e da Pratinha
Bacia do Murucutum	Drena área de 13,10 km ² , sendo 13 % alagável, e conta com 2.020 m de canais.	A bacia faz parte dos bairros: Universitário, Marco, Souza, Castanheira, Guanabara, Curió-Utinga e, integralmente, o bairro Águas Lindas.
Bacia do Outeiro	Compreende uma área de 5,10 km ² , tendo como principal corpo receptor o Igarapé do Outeiro.	Engloba parte do Bairro do Maracacuera
Bacia do Paracuri	Corresponde uma área de 14,60 km ² , predominantemente residencial, com áreas de uso industrial, comércios e serviços.	Inclui os bairros: Parque Guajará, Agulha, Paracuri, e partes dos bairros Parque Verde, Tapanã e Ponta Grossa.
Bacia do Reduto	Possui uma área de 0,96 km ² , sendo cerca de 15 % alagáveis, sendo o Canal da Visconde de Souza Franco, como o principal corpo receptor, com cerca de 1.250 m de extensão	Correspondem partes dos Bairros Umarizal, Nazaré, Campina, Batista Campos e drena, totalmente, o Bairro do Reduto.
Bacia do Tamandaré	Possui uma área de 0,55 km ² , com cerca de 30 de área alagável e o principal corpo receptor é Canal da Tamandaré.	Partes dos bairros Cidade Velha, Batista Campos e Campina
Bacia do Tucunduba	Esta assentada numa área de 9,42 km ² , com cerca de 55% abaixo da cota topográfica de 4 m, considerando em grande partes, área alagável. São quatorze cursos d'água, resultando num total de 13.985 km de canais drenado, o Igarapé Tucunduba é o principal curso hídrico da bacia.	Compreendem parcialmente os bairros do Guamá, São Brás, Marco, Curió-Utinga e Universitário e, integralmente, os bairros de Canudos e Terra Firme.
Bacia do Una	É considerada a maior bacia de Belém, com área de 37,72 km ² , sendo 25,4% alagável, possui vinte e dois canais receptores, com total de 32.060 m de extensão de cursos d'água.	Abrange parte dos bairros do Umarizal, Nazaré, São Brás, Fátima, Marco, Pedreira, Telégrafo, Barreiro, Sacramento, Miramar, Maracangalha, Souza, Castanheira, Val-de-Cans, Mangueirão, Benguí, Parque Verde e Cabanagem

Fontes: Adaptado SILVA (2003, 2004), PLANO DIRETOR (2007); SIQUEIRA e APRILE (2013), RIBEIRO et al (2015),

De acordo com os levantamentos preliminares na SEMAS, verificou-se que os pontos de lançamento de efluentes com outorgas vigentes, localizados no município de Belém, estão presentes em 6 das 14 bacias: Bacia do Una, Bacia de Val-de-Cans, Bacia do Mata Fome, Bacia do Ariri, Bacia do Paracuri e Bacia do

Outeiro. Ressalta-se que o Distrito de Mosqueiro que está localizado mais ao norte do município de Belém, não foi contemplado com nenhuma outorga de lançamento até a presente data.

Também foi verificado que na parte mais central do município de Belém, os empreendimentos realizam seus lançamentos ou em rede de drenagem pluvial, ou nas poucas extensões de rede de coleta de esgoto que existe no município, daí o motivo de não haver nenhuma outorga próximo a área central de Belém.

Outro fator relevante é que, a outorga só é exigida, aos empreendimentos que realizam seus lançamentos de efluente tratado em corpos d'água. Isso explica a ausência de outorgas no centro de Belém, visto que, ao lançar na rede de drenagem, quem tem o poder para gerenciar esse lançamento é Secretaria Municipal de Saneamento – SESAN, pois ela é quem informa se a rede de drenagem suporta ou não o lançamento dos efluentes.

A exemplo desta prática tem-se a Av. Doca de Souza Franco, considerada centro de Belém, onde existem vários empreendimentos instalados ao longo de sua extensão, como comércios, condomínios, shopping center, supermercados, repartições públicas, etc. E nenhum desses usuários possuem outorga de lançamento, visto que lançam seus esgotos na drenagem pluvial. (Figura 10)

Figura 10 - Avenida Doca de Souza Franco e seus entornos como exemplo de canal de drenagem de águas pluviais utilizada pelos empreendimentos para lançamento dos seus efluentes.



Fonte: SODREPARA (2017)

Uma problemática existente dentro da SEMAS é a ausência de outorga em locais com regime de maré, ou seja, se o ponto de lançamento sobrecarregar em um corpo hídrico que sofre influência de maré, o órgão alega que não possui metodologia para contemplar essa especificidade. Assim sendo, os empreendimentos que buscam o órgão a fim de se regularizar, mas que lançam em locais com essa característica, recebem apenas um documento que explica, de modo sucinto, a ausência de metodologia, e que, futuramente, deverá sanar esse déficit.

4 METODOLOGIA

A pesquisa será realizada em 3 fases (Figura 11).

Figura 11 - Fases da pesquisa



4.1 FASE 1 – COLETA DOS DADOS JUNTO À SEMAS

Foi realizado o levantamento dos dados junto à Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS, em duas etapas: a primeira através dos dados disponibilizados no próprio site do órgão; a segunda através de consultas na biblioteca, na qual foram selecionados os empreendimentos que deram entrada em processos solicitando a outorga de lançamento, para diluição dos efluentes, somente no município de Belém entre o período de 2013 e 2016, na modalidade de outorga prévia e de direito.

4.2 FASE 2 – ELABORAÇÃO DO MAPA COM A ESPACIALIZAÇÃO DOS PONTOS

Após a obtenção dos dados, estes foram organizados em planilhas do excel, com as principais informações para cada usuário. Em seguida, foi utilizado o programa ArcGis para espacialização dos pontos através das coordenadas

constantes nas outorgas, assim pode-se verificar quantos pontos outorgados havia em cada bacia no município de Belém.

4.3 FASE 3 – QUANTIFICAÇÃO DAS VAZÕES INDISPONÍVEIS

A quantificação das vazões que ficam indisponíveis virtualmente para a população ou para o próprio meio ambiente (fauna e flora), foram baseados na metodologia utilizada pela SEMAS.

4.3.1 Metodologia aplicada pela SEMAS do Pará

Para a análise do processo de outorga de diluição de efluentes são necessários o atendimento a dois critérios de avaliação: Disponibilidade hídrica e Vazão de diluição.

4.3.1.1 Disponibilidade hídrica:

Para calcular a disponibilidade hídrica, é necessário saber qual o valor da vazão máxima a ser outorgável da referida bacia. E de acordo com a legislação, a vazão máxima outorgável de uma bacia é 50% da Q_{90} . Quando o processo retorna da Gerencia do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos - GESIR, o valor da Q_{90} já vem demonstrado no Relatório Técnico que é gerado, sendo necessário o cálculo para encontrar a q_{esp} da estação e a vazão outorgável no ponto.

A Equação 4 é utilizada para encontrar a $q_{específica}$ da estação.

$$q_{esp} (estação) = \frac{Q_{90}}{A_{(drenagem\ da\ bacia)}} \quad (4)$$

Em que:

$q_{esp}(estação)$: quantidade de água produzida por extensão de uma área de drenagem limitada é dada por $m^3/s.km^2$;

Q_{90} : vazão mínima associada à permanência de 90% no tempo;

$A_{(drenagem\ da\ bacia)}$: área de drenagem da estação fluviométrica (mais próxima).

Para encontrar a Q_{90} no ponto, usa-se a Equação 5.

$$Q_{90\ (no\ ponto)} = q_{esp(esta\c{c}ao)} \cdot A_{delimitada} \quad (5)$$

Em que:

$Q_{90\ (no\ ponto)}$: vazão mínima no ponto associada à permanência de 90% no tempo, em m³/s ou m³/h;

$q_{esp(esta\c{c}ao)}$: quantidade de água produzida por extensão de uma área de drenagem limitada é dada por m³/s.km²;

$A_{delimitada}$: área de drenagem no ponto (calculada pela GESIR), em km²

Ao encontrar o valor da $Q_{90\ (no\ ponto)}$, é necessário calcular o valor da vazão outorgável Q_{out} para um único usuário, que, de acordo com procedimentos internos, corresponde ao valor de 5% da $Q_{90\ (no\ ponto)}$ (Equação 6).

Portanto,

$$Q_{out} = Q_{90(no\ ponto)} \cdot 0,05\ (5\%) \quad (6)$$

Em que:

Q_{out} : é a vazão máxima outorgável para um único usuário, em m³/s ou m³/h;

$Q_{90(no\ ponto)}$: vazão mínima no ponto associada à permanência de 90% no tempo, em m³/s ou m³/h;

Caso o solicitante possua condições de realizar a medição de vazão no corpo hídrico, o órgão orienta que estas sejam realizadas nos períodos mais críticos

(estiagem), os quais devem ser em dois pontos, a saber: a montante e a jusante do ponto de lançamento, ficando a critério do usuário o método a ser empregado para obtenção da vazão do corpo hídrico (ex: flutuador, molinete ou ADCP).

Com o valor da vazão obtido após a medição, adota-se este valor como sendo a Q_{90} , e será apenas descontado o valor de 5% da Q_{90} (Equação 7).

$$Q_{out} = Q_{90(\text{medido no ponto})} \cdot 0,05 \text{ (5\%)} \quad (7)$$

4.3.1.2 Cálculo da Vazão de Diluição:

O cálculo da Vazão de Diluição Q_{dil} é dada pela quantidade de água necessária para diluir o efluente de modo que, a concentração de poluentes fique abaixo do limite de classe do rio. O método utilizado pela SEMAS para o cálculo, é baseado na equação de mistura, na qual desprezam-se os efeitos gerados por eventuais poluidores a montante e a poluição natural do rio. Portanto, tem-se pela Equação 8:

$$Q_{dil} = Q_{efl} \cdot \frac{C_{efl} - C_{lim}}{C_{lim} - C_n} \quad (8)$$

Em que:

Q_{dil} = vazão de diluição (m³/h);

Q_{efl} = vazão do efluente lançado (m³/h);

C_{efl} = concentração do poluente analisado no efluente (g/m³);

C_{lim} = concentração limite da classe do rio analisado, para o poluente considerado (g/m³), segundo a CONAMA 357/2005;

C_n = concentração do manancial, admitida como 1mg/L ou 1g/m³.

A SEMAS utiliza como parâmetro principal de avaliação a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO tratada e lançada, porém podem ser utilizados outros parâmetros que se julgarem necessários. Assim, o processo só será finalizado/outorgado caso obedeça as seguintes condições:

$$\text{Disponibilidade hídrica} > Q_{out}$$

e

$$Q_{dil} > Q_{out}$$

Após essas condições serem atingidas, é elaborado um Parecer Técnico, descrevendo todas as informações referentes ao empreendimento, como o tipo de tratamento dos efluentes, resultado das análises físico-químicas que são apresentadas, e o mais importante, o demonstrativo dos cálculos que atestam que o corpo hídrico possui capacidade de diluição para a vazão de lançamento apresentada pelo empreendedor, juntamente com o valor exato da concentração de DBO que o corpo hídrico suporta.

Para cada usuário da bacia foi outorgado um valor da vazão de diluição que leva em consideração tanto a vazão do efluente tratado, como a concentração do parâmetro (DBO) a ser analisado. A Equação 9 é utilizada para mensurar a vazão total que foi “retirada” do corpo hídrico, através da outorga pelo órgão ambiental, para os usuários. Vale ressaltar que a vazão indisponível é virtual:

$$Q_{indisp} = \sum Q_{dil} + \sum Q_{efl} \quad (9)$$

Em que:

Q_{indisp} : é uma parcela da vazão total do rio (bacia) que não poderá ser utilizada, dada em m³/h;

$\sum Q_{dil}$: somatório das vazões para diluir o efluente lançado, em m³/h;

$\sum Q_{efl}$: somatório das vazões de lançamento dos usuários em m³/h.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse dos dados, foi elaborado o Quadro 4 que mostrada a caracterização dos principais empreendimentos que obtiveram a outorga de lançamento para diluição de efluentes no município de Belém.

Quadro 4 - Dados dos usuários no Município de Belém

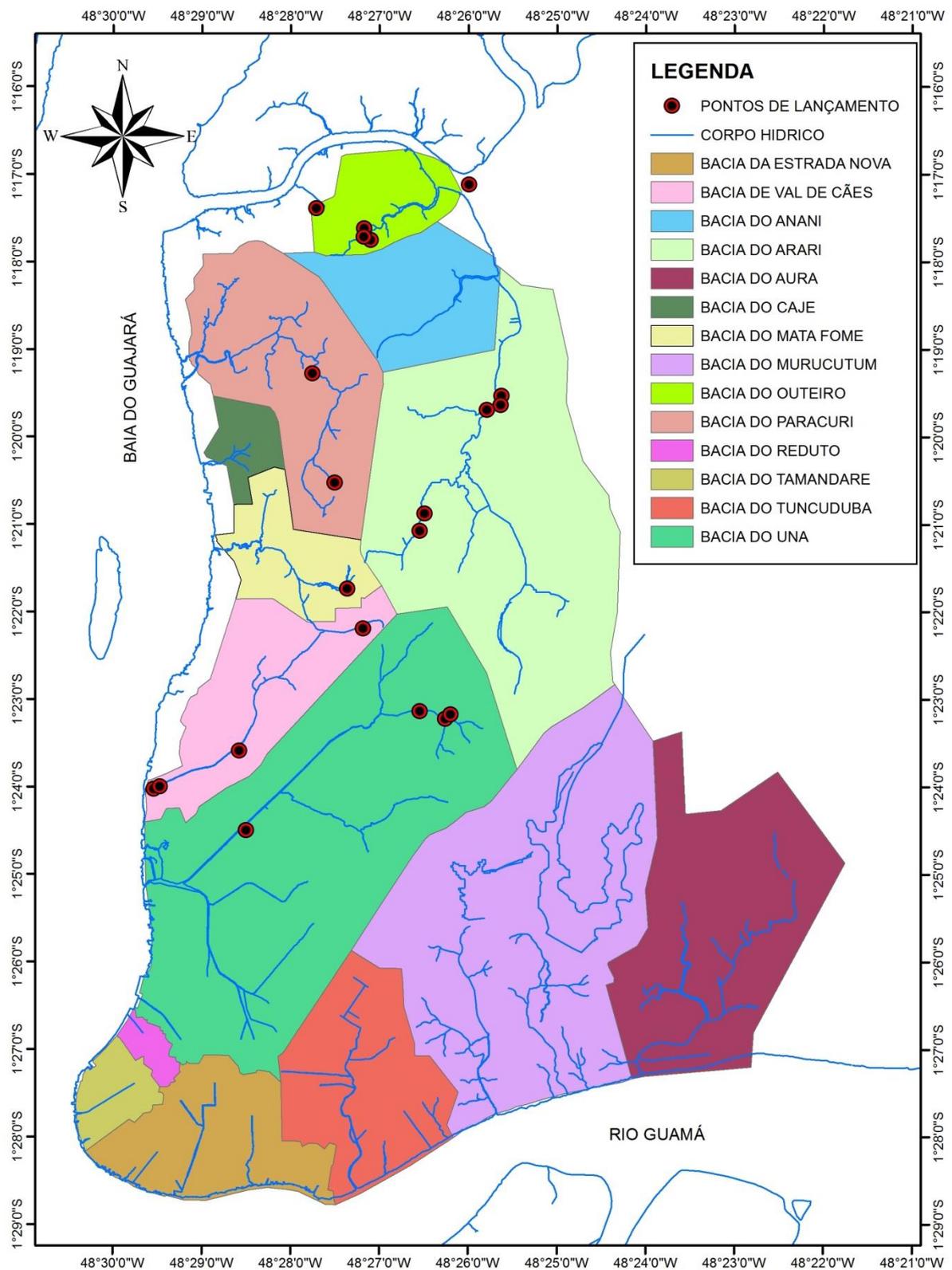
ANO	TIPO	CATEGORIA	LAT	LONG	CORPO HÍDRICO	Q DIL (m³/h)	VAZÃO LANÇAMENTO TOTAL (m³/h)	TEMPO (h)	VAZÃO LANÇAMENTO TOTAL (m³/d)	DBO LANÇADA	MÉTODO UTILIZADO	IDENTIFICAÇÃO NO MAPA
2013	INDUSTRIAL	DIREITO	1°17'45,35"	48°27'6,27"	Igarapé Piraiba	4,12	1,00	4	4	21,48	Transf. Aa Infor. Hidrológica (Porto de Minas - 31850000)	BACIA DO OUTEIRO (I5)
2013	INDUSTRIAL	DIREITO	1°17'7,1"	48°25'59,70"	Rio Maguari	125,58	96,60	8	772,8	10,2	Medição de vazão (0,95m³/s)	BACIA DO OUTEIRO (I6)
2014	RESIDENCIAL	DIREITO	1°23'13,52"	48°26'15,52"	Canal São Raimundo	9,09	5,35	24	128,4	10,57	Transf. Aa Infor. Hidrológica (Porto de Minas - 31850000)	BACIA DO UNA (R2.1)
2014	RESIDENCIAL	DIREITO	1°23'08,23"	48°26'32,84"	Canal São Raimundo	20,15	5,35	24	128,4	22	Transf. Aa Infor. Hidrológica (Porto de Minas - 31850000)	BACIA DO UNA (R2.2)
2014	RESIDENCIAL	DIREITO	1°23'10,5"	48°26'12"	Igarapé São Raimundo	51,93	18,00	24	432	16,54	Medição de vazão (0,08m³/s)	BACIA DO UNA (R1)
2014	RESIDENCIAL	RESERVA	1°20'31,55"	48°27'30,51"	Igarapé Bacuri	13,25	10,60	24	254,4	10	Medição de vazão (0,21m³/s)	BACIA DO PARACURI (R8)
2014	RESIDENCIAL	RESERVA	1°20'31,55"	48°27'30,51"	Igarapé Bacuri	13,25	10,60	24	254,4	10	Medição de vazão (0,21m³/s)	BACIA DO PARACURI (R9)
2015	RESIDENCIAL	RESERVA	1°19'16,62"	48°27'45,50"	Rio Paracuri	76,25	15,25	24	366	25	Medição de vazão (0,4995m³/s)	BACIA DO PARACURI (R11)
2015	INDUSTRIAL	DIREITO	1°17'23,6"	48°27'42,8"	Igarapé Uchiteua	85,00	20,00	15	300	22	Medição de vazão (1,125m³/s)	BACIA DO OUTEIRO (I7)
2015	HOSPITAL	DIREITO	1°24'1,52"	48°29'32,47"	Igarapé Val-de-Cans	9,30	0,40	8	3,2	98	Transf. Aa Infor. Hidrológica (Porto de Minas - 31850000)	BACIA DE VAL-DE-CANS (H1.2)
2015	HOSPITAL	DIREITO	1°24'00"	48°29'28,46"	Igarapé Val-de-Cans	1,80	0,60	8	4,8	17	Transf. Aa Infor. Hidrológica (Porto de Minas - 31850000)	BACIA DE VAL-DE-CANS (H1.1)
2015	RESIDENCIAL	DIREITO	1°19'32,02"	48°25'37,63"	Igarapé Samauma	383,60	6,88	24	165	117	Medição de vazão (2,376m³/s)	BACIA DO ARIRI (R7.1)
2015	RESIDENCIAL	DIREITO	1°19'38,33"	48°25'38,17"	Igarapé Samauma	383,60	6,83	24	163,992	117	Medição de vazão (2,376m³/s)	BACIA DO ARIRI (R7.2)
2015	RESIDENCIAL	DIREITO	1°19'41,60"	48°25'47,50"	Rio Ariri	146,18	5,22	24	125,28	117	Medição de vazão (2,85m³/s)	BACIA DO ARIRI (R7.3)
2016	INDUSTRIAL	DIREITO	1°24'29,90"	48°28'30,20"	Canal São Raimundo/Joaquim	1601,25	150,00	24	3600	47,7	Medição de vazão (12,47m³/s)	BACIA DO UNA (I1)

2016	RESIDENCIAL	DIREITO	1°20'31,55"	48°27'30,51"	Afluente do Ig. Bacurí	32,66	19,50	24	468	11,7	Medição de vazão (0,2109m³/s)	BACIA DO PARACURI (R10)
2016	RESIDENCIAL	DIREITO	1°22'11,69"	48°27'11,24"	Igarapé Val-de-Cans	16,75	13,40	24	321,6	10	Medição de vazão (0,20777m³/s)	BACIA DE VAL-DE-CANS (R3)
2016	INDUSTRIAL	DIREITO	1°21'44,35"	48°27'21,93"	Igarapé Mata Fome	10,13	50,00	24	1200	5,81	Transf. Aa Infor. Hidrológica (Porto de Minas - 31850000)	BACIA DO MATA FOME (I2)
2016	INDUSTRIAL	DIREITO	1°17'37,19"	48°27'10,69"	Rio Piraiba	208,42	5,83	24	139,92	148	Medição de vazão (1,3m³/s)	BACIA DO OUTEIRO (I4)
2016	AEROPORTO	DIREITO	1°23'35,5"	48°28'34,7"	Igarapé Val-de-Cans	3,21	5,14	24	123,36	7,5	Transf. Aa Infor. Hidrológica (Bom Jardim - 31520000)	BACIA DE VAL-DE-CANS (A1)
2016	RESIDENCIAL	DIREITO	1°22'11,69"	48°27'11,24"	Igarapé Val-de-Cans	105,60	21,12	24	506,88	25	Medição de vazão (0,2078m³/s)	BACIA DE VAL-DE-CANS (R4)
2016	INDUSTRIAL	DIREITO	1°17'43,20"	48°27'10,78"	Rio Piraíba (Ig. Outeiro)	618,75	25,00	24	600	104	Medição de vazão (1,71m³/s)	BACIA DO OUTEIRO (I3)
2016	RESIDENCIAL	RESERVA	1°21'04,50"	48°26'33,0"	Igarapé Ariri	78,00	8,00	8	64	44	Medição de vazão (0,5m³/s)	BACIA DO ARIRI (R5)
2016	RESIDENCIAL	RESERVA	1°20'52,69"	48°26'29,73"	Rio Ariri	16,99	4,53	24	108,72	20	Medição de vazão (0,478m³/s)	BACIA DO ARIRI (R6)

Fonte: Autora, 2017

O resultado da espacialização dos pontos de lançamento nas bacias pode ser observada na Figura 12.

Figura 12 - Espacialização dos pontos de lançamento alocados em cada bacia hidrográfica de Belém.

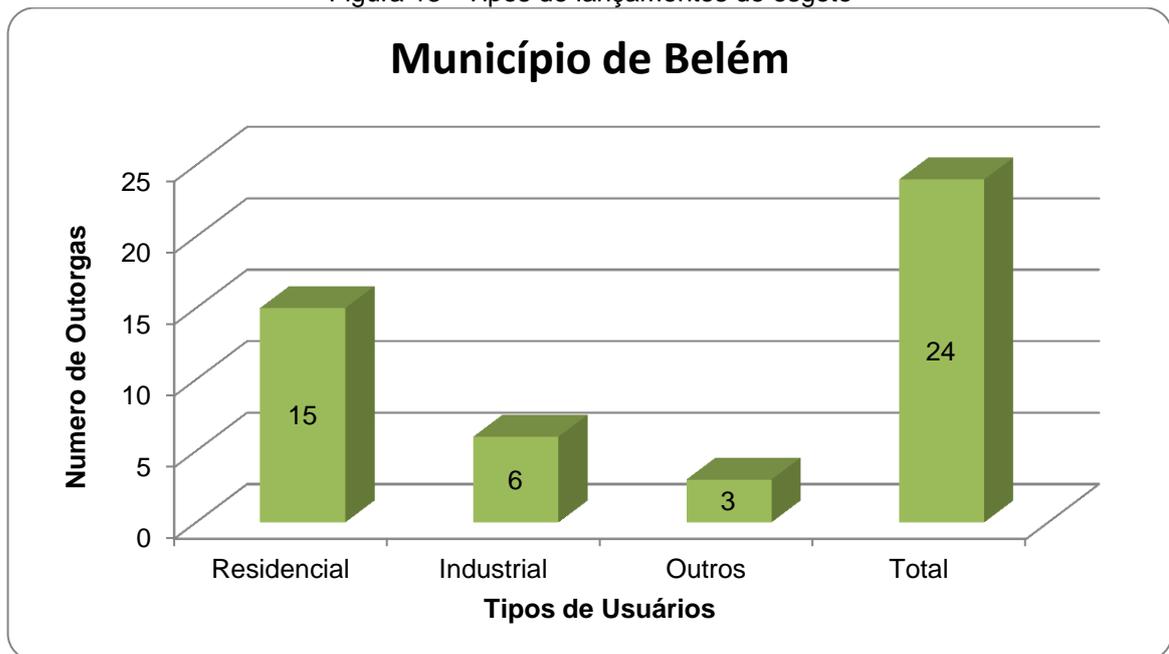


Fonte: Autora, 2017

Como a SEMAS trabalha com as informações fornecidas pelo empreendedor, pode ser que haja algumas variações em relação ao exato ponto de lançamento, motivado pela correta calibração do GPS, ou pela unidade informada. Foi utilizado o programa ArcGis 10.2.2, para auxiliar na disposição das coordenadas geográficas de cada ponto de lançamento que foi impresso no título. As coordenadas geográficas foram inseridas através de uma tabela criada no programa Excel e exportada para o ArcGis, de modo que estas localizaram-se bem próximas a área de drenagem das bacias.

Das 24 Outorgas vigentes, observa-se que a grande maioria, cerca de 60%, tem a finalidade de uso residencial/condomínios, com 15 outorgas, seguido do uso industrial com 6 outorgas (25%), e por fim os outros usos (hospitais e aeroporto) com 3 títulos (cerca de 12,5%) (Figura 13).

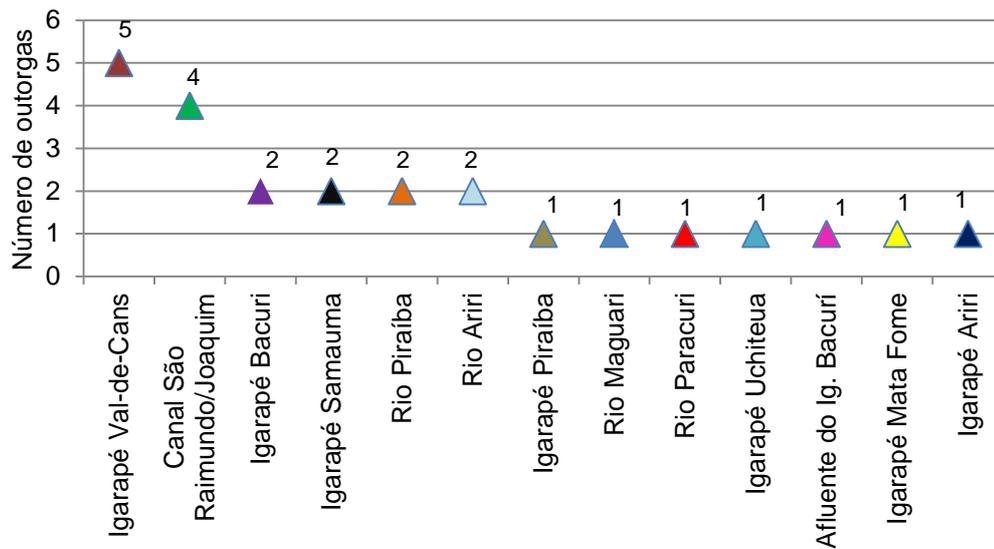
Figura 13 - Tipos de lançamentos de esgoto



Fonte: Autora, 2017

Observa-se na Figura 14 que o Igarapé/Canal de Val-de-Cans é o corpo hídrico com maior ocorrência dos lançamentos, de acordo com os dados oficiais, seguido pelo Canal São Joaquim (São Raimundo).

Figura 14 - Número de outorgas por corpo hídrico.



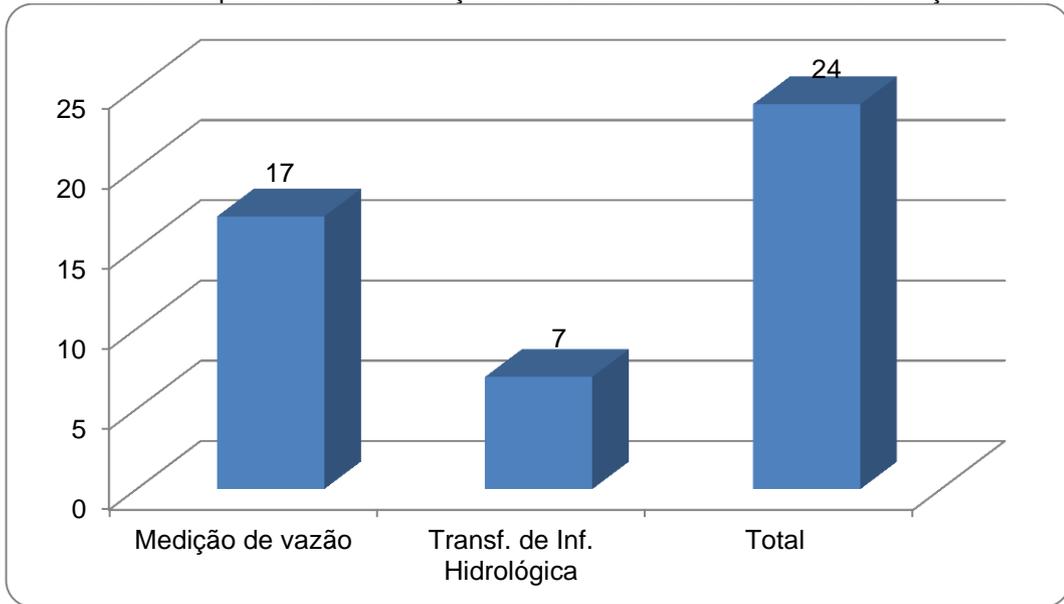
Fonte: Autora, 2017

Observa-se que, dos usuários outorgados, 17 obtiveram a Q_{90} através da medição de vazão no corpo hídrico, e 7, tiveram que utilizar a transferência de informação hidrológica através da estação fluviométrica mais próxima ao ponto de lançamento (Figura 15).

Porém vale ressaltar, que o número de medição só foi maior, visto que, ao se utilizar os dados das estações fluviométricas, o resultado era que o corpo hídrico não tinha disponibilidade hídrica, logo, o empreendedor tinha a necessidade de realizar a medição de vazão no igarapé local.

É importante ressaltar que, as medições de vazão dos corpos hídricos garantem valores mais exatos e reais, em detrimento da transferência de informações hidrológicas.

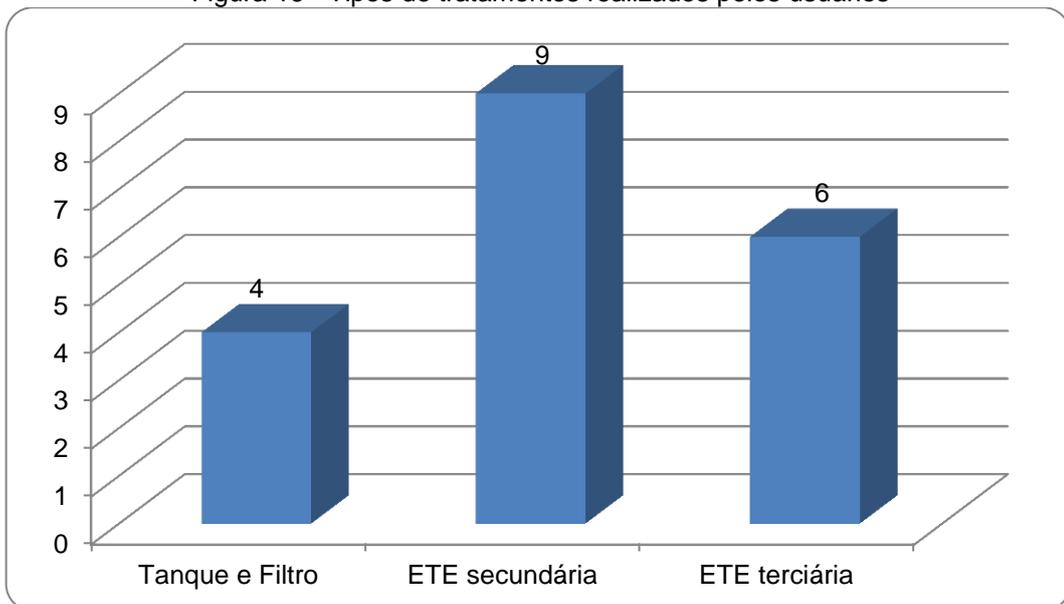
Figura 15 - Usuários que realizaram medição de vazão x transferência de informação Hidrológica.



Fonte: Autora, 2017

De acordo com a Figura 16 abaixo, é possível observar que 4 usuários tratam seus esgotos com tanque e filtro anaeróbio, 9 com Estações de Tratamento de Esgoto – ETE a nível de remoção secundária; e 6 possuem uma ETE terciária. Ressalta-se que o total são 19 e não 24, pois 24 é o número de pontos de lançamentos, e há empreendimentos que possuem 2 ou até 3 pontos de lançamentos, portanto, o total de empreendimentos analisados é 19.

Figura 16 - Tipos de tratamentos realizados pelos usuários

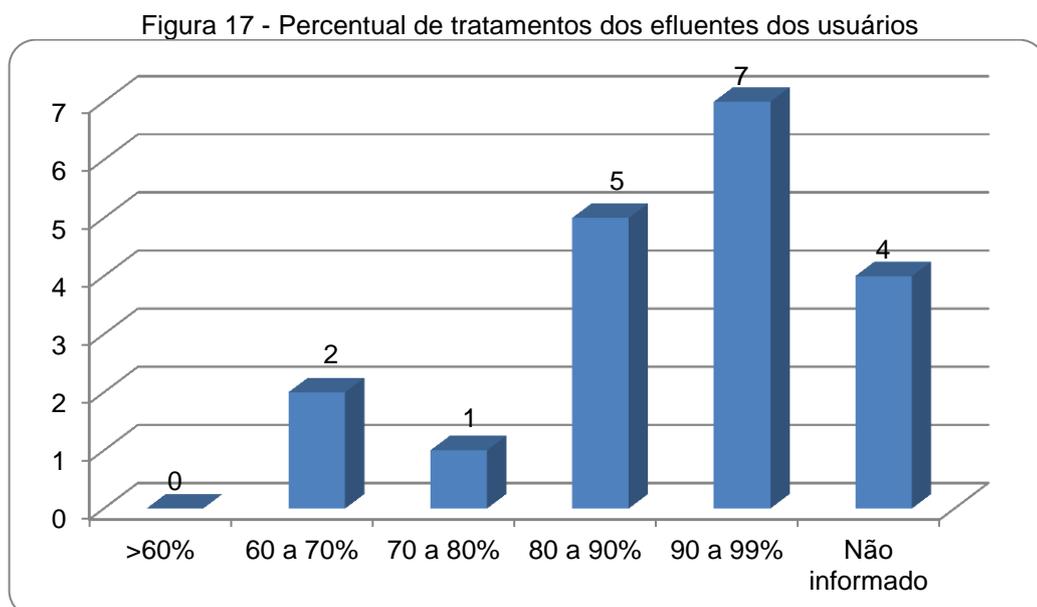


Fonte: Autora, 2017

Em relação aos conjuntos habitacionais populares, como a maioria depende do financiamento de crédito concedida por banco, e, muitas das vezes, são promovidos pelo incentivo do governo como o Minha Casa Minha Vida, estes precisam ter projetos mais simples, pois assim os custos não são onerosos para seus moradores. O que não ocorre com condomínios de luxo, pois são exigidos pelos órgãos licenciadores, tratamentos mais eficazes, como pequenas Estações de Tratamento de Esgoto – ETE, que possuem comprovadamente maior eficiência na remoção da matéria orgânica (de 70% a 95%), porém com custos elevados, e isso reflete no preço final do imóvel.

Portanto, quanto maior a eficiência no tratamento, menor será o esforço que o corpo hídrico fará para autodepurar a matéria orgânica contida nos efluentes, as variáveis são inversamente proporcionais, porém a exigência deve começar desde o estudo de viabilidade do condomínio até o valor final da eficiência estimada para o tratamento.

Em relação à eficiência do tratamento, observa-se que, nenhum empreendimento possui eficiência menor que 60%, o que é considerado bom, já que o CONAMA 420/2009 estabelece esse percentual como sendo o mínimo. Quatro usuários não informaram o percentual; Dois usuários tiveram sua eficiência entre 60 e 70%; um usuário entre 70 e 80%; cinco entre 80 a 90%; e sete usuários apresentaram/estimaram sua eficiência entre 90 a 99% (Figura 17).



Fonte: Autora, 2017

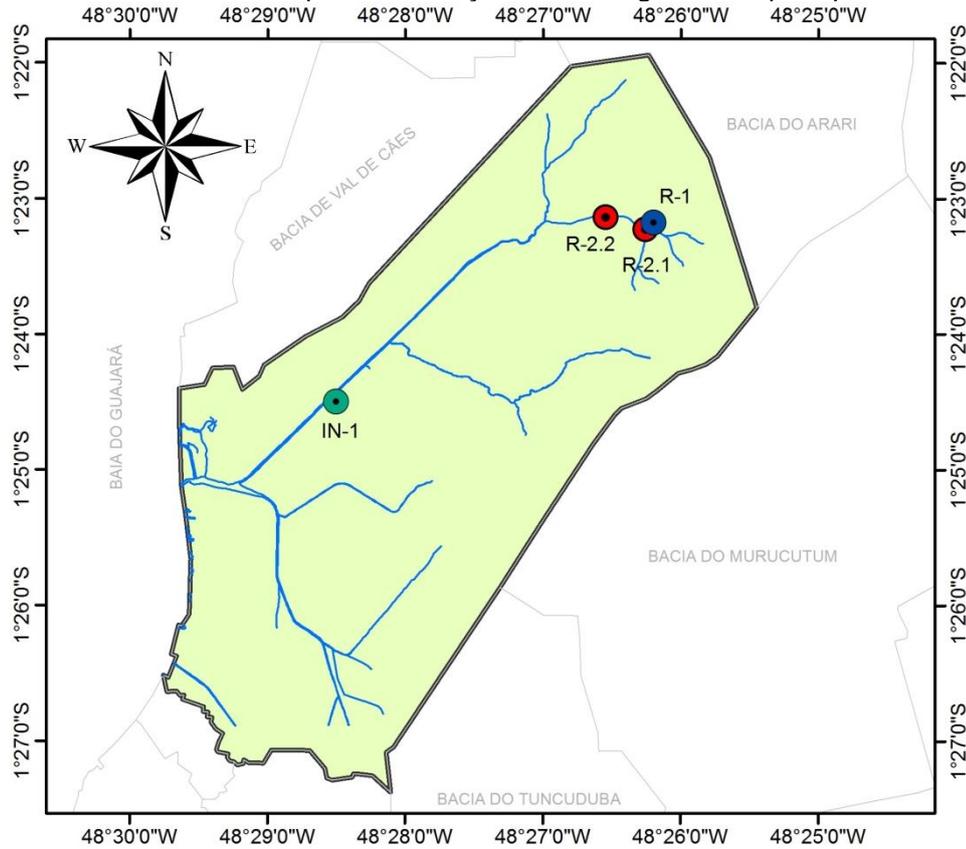
É claro que, a variável eficiência, depende de vários fatores como, o tipo do tratamento, as características físicas e biológicas do efluente, da vistoria preventiva dos seus componentes, da correta manutenção dos equipamentos, etc.

A seguir são demonstrados e caracterizados os resultados encontrados para cada bacia hidrográfica de Belém.

5.1 BACIA DO UNA

Nesta Bacia (Figura 18) existem 3 empreendimentos outorgados para lançar seus efluentes tratados, sendo dois condomínios e uma indústria. Ressalta-se que um dos condomínios lança os efluentes em dois pontos distintos. Para representar os usuários que são condomínios residenciais utilizou-se a identificação “R” seguido do algarismo em ordem crescente da nascente para a foz (ex: R1 é o mais a montante do corpo hídrico). Quando há um usuário que lança em três pontos de lançamento, tem-se um algarismo, seguido do ponto de identificação do ponto de lançamento (Ex: R6.1, R6.2 e R6.3). Já para usuários industriais a identificação será “I”, para hospital “H” e para aeroporto “A” (Tabela 1).

Figura 18 - Bacia do Una e seus pontos de lançamento outorgados nos principais cursos d'água.



Fonte: Autora, 2017

Tabela 1 - Dados dos usuários da Bacia do Una

USUÁRIOS	POP. TOTAL (hab)	DBO LANÇ (mg/L)	VAZÃO LANÇ (m³/h)	TEMPO DE LANÇ (h)	TIPO DE TRATAMENTO	CORPO HÍDRICO	EFICIENCIA NA REMOÇÃO DE DBO (%)	VAZÃO DE DILUIÇÃO (m³/h)
R 1	2.260	16,54	18	24	Tratamento secundário	Igarapé São Raimundo	90%	51,93
R 2.1	1.824	10,57	6,53	24	Tanque e filtro	Canal São Raimundo	88	9,09025 ²
R 2.2		22	4,74					20,145 ³
I 1 ¹	-	47,70	150	24	Tratamento secundário com desinfecção	Canal São Raimundo/Joaquim	68	1.601,25
TOTAL	4.084	96,81	179,27					1.682,41

¹ Fabricação de Papel e subprodutos.² Renovação de Outorga³ Transferência de informação hidrológica através de estação fluviométrica.

Para o cálculo da vazão indisponível na bacia do Una, foi utilizada a Equação 9, com valor encontrado de 1.759,38 m³/h, ou 42.225,12 m³/dia, ou seja,

esse volume de água está cedido aos usuários outorgados, não estando disponível para a população em geral. Isso implica na redução da fauna, como peixes e outros animais de pequeno porte, e na restrição total deste ambiente, devido às doenças causadas pela contaminação das águas. Não existe captação superficial nesta área visto que o corpo hídrico encontra-se seriamente comprometido (Figura 19).

Figura 19 - Igarapé São Joaquim na maré baixa.



Fonte: Autora, 2017

Esta bacia tem por característica sua ocupação desordenada, com casas em palafitas, sem saneamento básico, onde a população joga tudo que é inservível neste igarapé. A quantidade de resíduo que vem sendo jogado, desde a nascente até a foz é da ordem de toneladas ao dia, contribuindo para o assoreamento do igarapé, o que provoca alagamentos, atrativo de aves e animais transmissíveis de doenças para a população. Na Figura 20 é possível observar a barreira de contenção para impedir que os resíduos flutuantes sejam despejados na baía do Guajará. Diariamente são retiradas toneladas de resíduos do referido igarapé pelas máquinas de dragagem da COSANPA.

Figura 20 - Foz do Igarapé São Joaquim com a baía do Guajará.



Fonte: Autora, 2017

5.2 BACIA DE VAL-DE-CANS

Nesta Bacia (Figura 21) existem 4 empreendimentos outorgados para lançar seus efluentes tratados, sendo dois condomínios, um aeroporto e um hospital. Ressalta-se que, os condomínios lançam no mesmo ponto, e o hospital lança em pontos distintos.

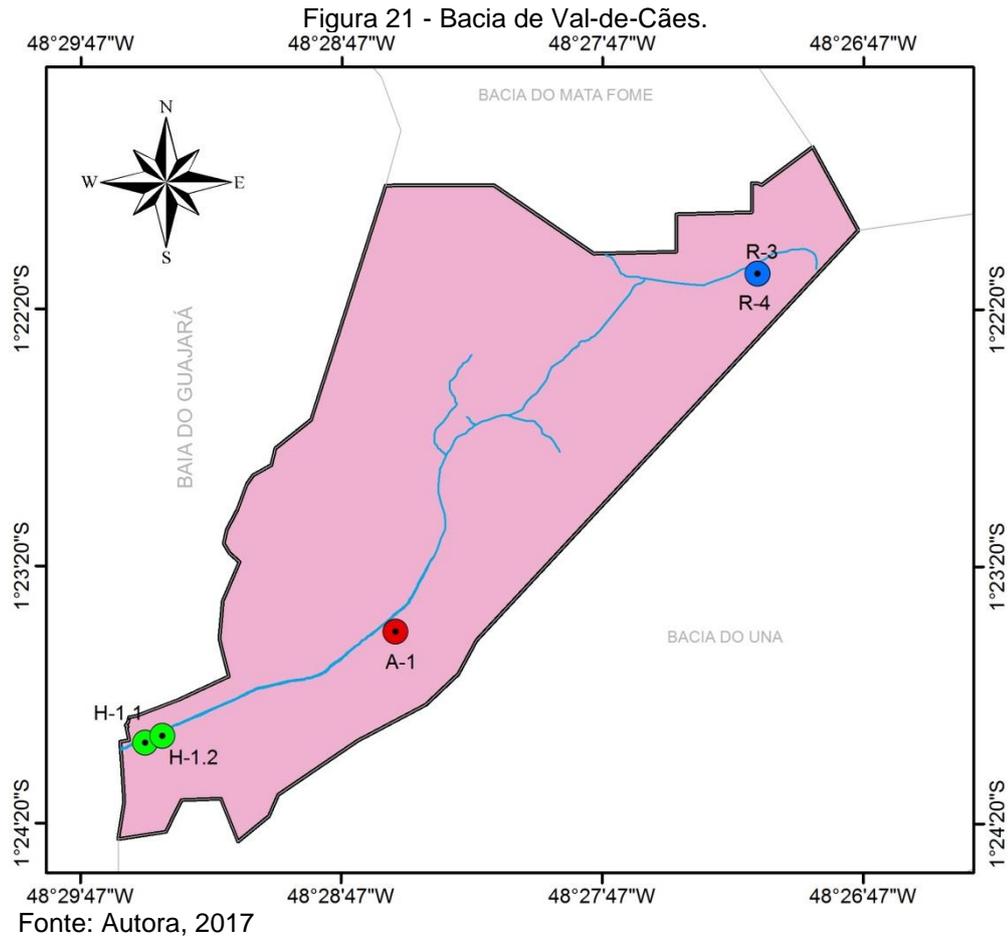


Tabela 2 - Dados dos usuários da bacia de Val-de-Cans.

USUÁRIOS	POP. TOTAL (hab.)	DBO LANÇ (mg/L)	VAZÃO LANÇ (m ³ /h)	TEMPO DE LANÇ (h)	TIPO DE TRATAMENTO	CORPO HÍDRICO	EFICIENCIA NA REMOÇÃO DE DBO (%)	VAZÃO DE DILUIÇÃO (m ³ /h)
R 3	2.064	10	13,4	24	Tratamento terciário	Igarapé Val-de-Cans	85	16,75
R 4	768	25	21,12	24	Tratamento secundário com desinfecção	Igarapé Val-de-Cans	95	105,60
A 1	N/I	7,5	5,14	24	Tratamento secundário com desinfecção	Igarapé Val-de-Cans	80	3,2125 ¹
H 1.1	N/I	98	0,4	8	Tanque e filtro com cloração	Igarapé Val-de-Cans	87	9,3
H 1.2		17	0,6					1,8
TOTAL	2.832	157,5	40,66					136,66

¹ Transferência de informação hidrológica através de estação fluviométrica.
N/I: Não informado.

Conforme Tabela 2 acima, a bacia de Val-de-Cans a vazão indisponível encontrada foi de 177,42 m³/h, ou 4.258,08 m³/dia. Esta bacia possui as mesmas características da anterior, com ocupação desordenada às margens do canal, poluição por lixo jogado pela população, desrespeitando as áreas de preservação ambiental às margens do igarapé. Sabe-se que, dos empreendimentos outorgados

nesta bacia, todos possuem algum tipo de tratamento antes de lançarem seus efluentes no igarapé (Figura 22). Porém, é muito comum que o efluente que sai após o tratamento realizado pelo usuário, esteja, muitas das vezes, em melhores condições (Físico-químico e bacteriológico) do que o corpo hídrico que se apresenta. De maneira geral, tem-se um lado positivo, já que o usuário está fazendo o efeito contrário do natural: injetando massa líquida para a autodepuração no corpo hídrico para degradar a matéria orgânica presente nele desde a sua nascente.

Figura 22 - Foz do Igarapé Val-de-Cans com a baía do guajará



Fonte: Autora, 2017

5.3 BACIA DO MATA FOME

Nesta bacia (Figura 23) existe apenas um empreendimento outorgado, sendo o mesmo uma indústria (Tabela 3). Isso acarreta em uma particularidade interessante, visto que, por existir apenas um único usuário outorgado, e, por lançar valores de DBO lançada, mesmo após o tratamento da ordem de 148mg/L, demanda uma diluição de 208,42 m³/h, em contra partida, a bacia de Val-de-Cans que possuía 3 usuários, que lançam juntos uma carga de DBO de 157,5 mg/L demanda apenas 136,66 m³/h, confirmando assim que a quantidade de água para diluição está intimamente ligada a eficiência do sistema de tratamento.

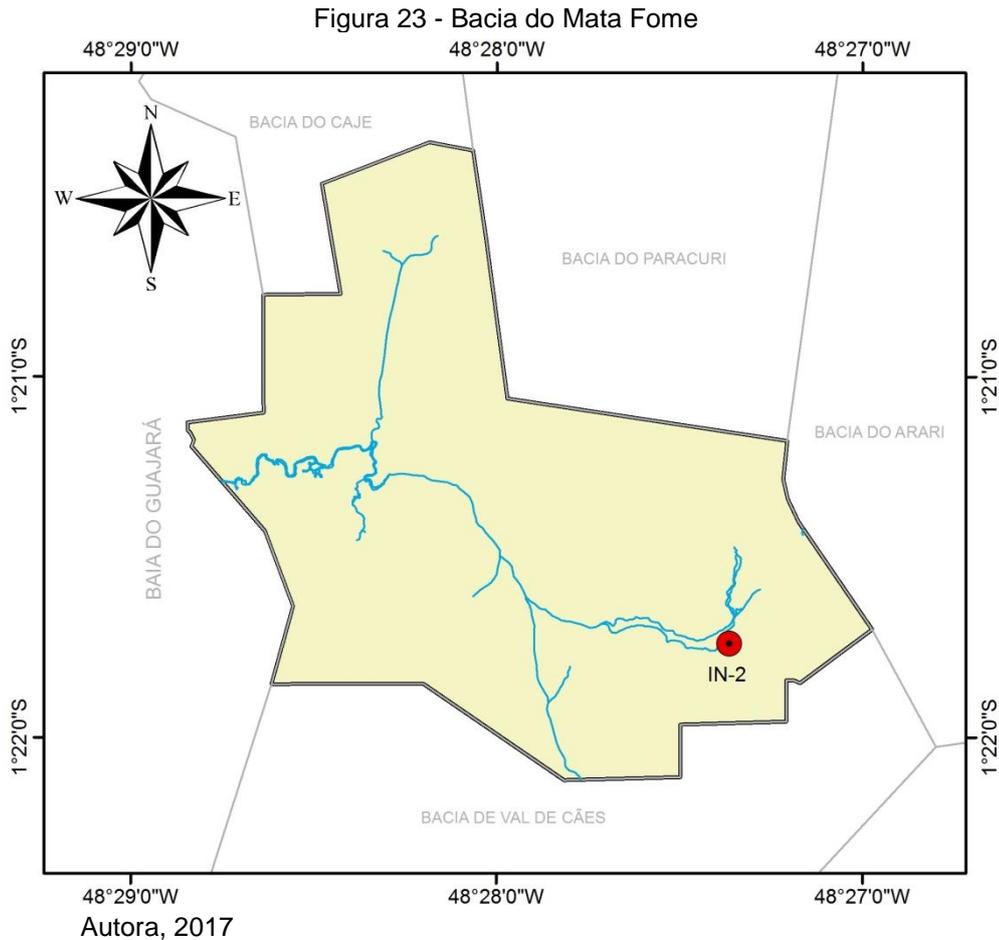


Tabela 3 - Dados dos usuários da bacia do Mata Fome

USUÁRIOS	DBO LANÇ (mg/L)	VAZÃO LANÇ (m³/h)	TEMPO DE LANÇ (h)	TIPO DE TRATAMENTO	CORPO HÍDRICO	EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE DBO (%)	VAZÃO DE DILUIÇÃO (m³/h)
12 ¹	148	5,83	24	Tratamento secundário	Igarapé Mata Fome	90,5	208,42
TOTAL	148	5,83					208,42

¹ Indústria de Refrigerante

Para a bacia do Mata Fome a vazão indisponível encontrada foi de 214,25 m³/h, ou 5.142 m³/dia. Esta bacia é extremamente ocupada ao longo de sua extensão, conforme Figura 24 abaixo. Possui um pequeno trecho navegável, de onde os moradores das ilhas próximas à cidade atracam para vender frutos, peixe e até artesanato para a população de Belém.

Figura 24 - Foz do Igarapé Mata-Fome com a Baía do Guajará.

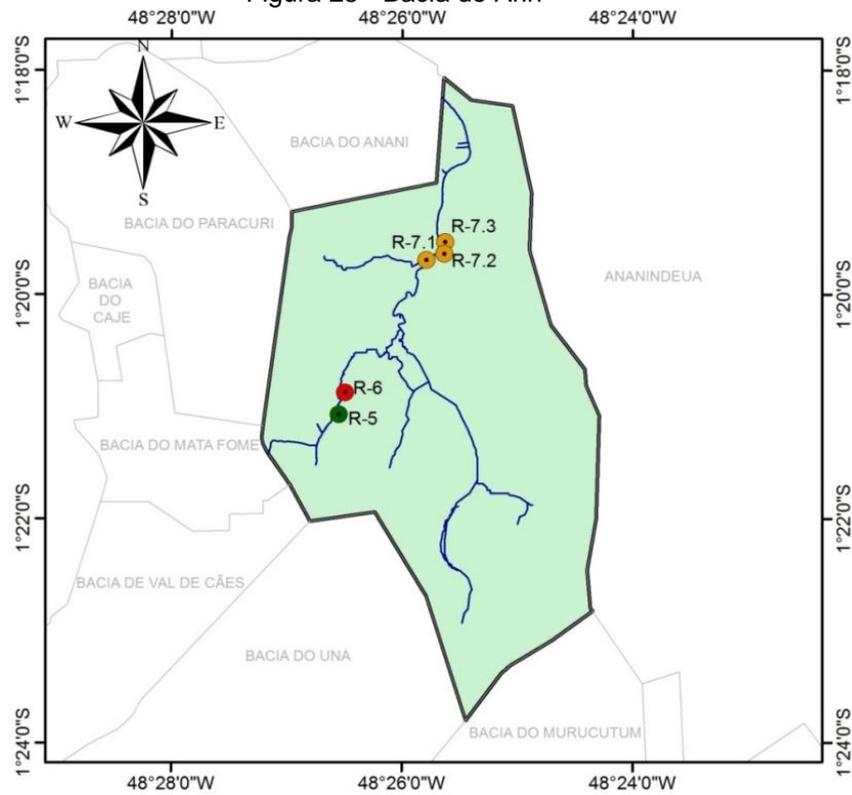


Fonte: Autora, 2017

5.4 BACIA DO ARIRI

Na referida bacia (Figura 25) existem 3 empreendimentos outorgados para lançar seus efluentes tratados, sendo que, todos são condomínios. Ressalta-se que o condomínio R7 lança os efluentes em três pontos distintos (Tabela 4).

Figura 25 - Bacia do Ariri



Fonte: Autora, 2017

Tabela 4 - Dados dos usuários da bacia do Ariri

USUÁRIOS	POP. TOTAL (hab)	DBO LANÇ (mg/L)	VAZÃO LANÇ (m³/h)	TEMPO DE LANÇ (h)	TIPO DE TRATAMENTO	CORPO HÍDRICO	EFICIENCIA NA REMOÇÃO DE DBO (%)	VAZÃO DE DILUIÇÃO (m³/h)
R 5 ¹	996	44	8	8	Tratamento secundário	Igarapé Ariri	65	78
R 6 ¹	544	20	4,533	24	Tanque e filtro	Rio Ariri	N/I	16,99
R7.1		117	6,87			Igarapé		
R7.2	1.824	117	6,83	24	Tanque e filtro	Samauma	88	383,6
R7.3		117	5,22			Igarapé Samauma Rio Ariri		146,18
TOT	3.364	415	31,45					624,77

AL

¹ Reserva de vazão

Para a bacia do Ariri, a vazão indisponível encontrada foi de 988,30 m³/h, ou 23.719,2 m³/dia. No rio Ariri já é possível sentir o odor fétido dos esgotos que são despejados sem a devida conscientização. Esse rio desagua no rio Maguari e tem-se a preocupação de que ambos tornem-se como o canal São Joaquim: Receptor de esgoto tratado ou não. Ressalta-se que ambos deveriam estar assegurados por uma lei municipal do ano de 1993, época do primeiro Plano Diretor Urbano (PDU) de Belém, que previa a preservação e recuperação de ecossistemas de interesse ambiental na cidade.

Em 2008, a revisão do PDU foi ainda mais longe e estipulou a criação de 30 zonas especiais de interesse ambiental em todo o território de Belém – continental e insular – entre elas o Parque Ariri e a Orla do Maguari, justamente para garantir a conservação dos rios. Hoje, apenas seis dos 30 projetos estão regulamentados, ainda assim pelo menos três deles são pré-existent: o Bosque Rodrigues Alves, o Museu Emílio Goeldi e o Parque Ambiental do Utinga.

5.5 BACIA DO PARACURÍ

Já nesta Bacia (Figura 26) existem 3 empreendimentos que utilizam um único ponto de lançamento, e existiu outro que está localizado mais próximo da foz. Todos são conjuntos habitacionais/residenciais (Tabela 5).

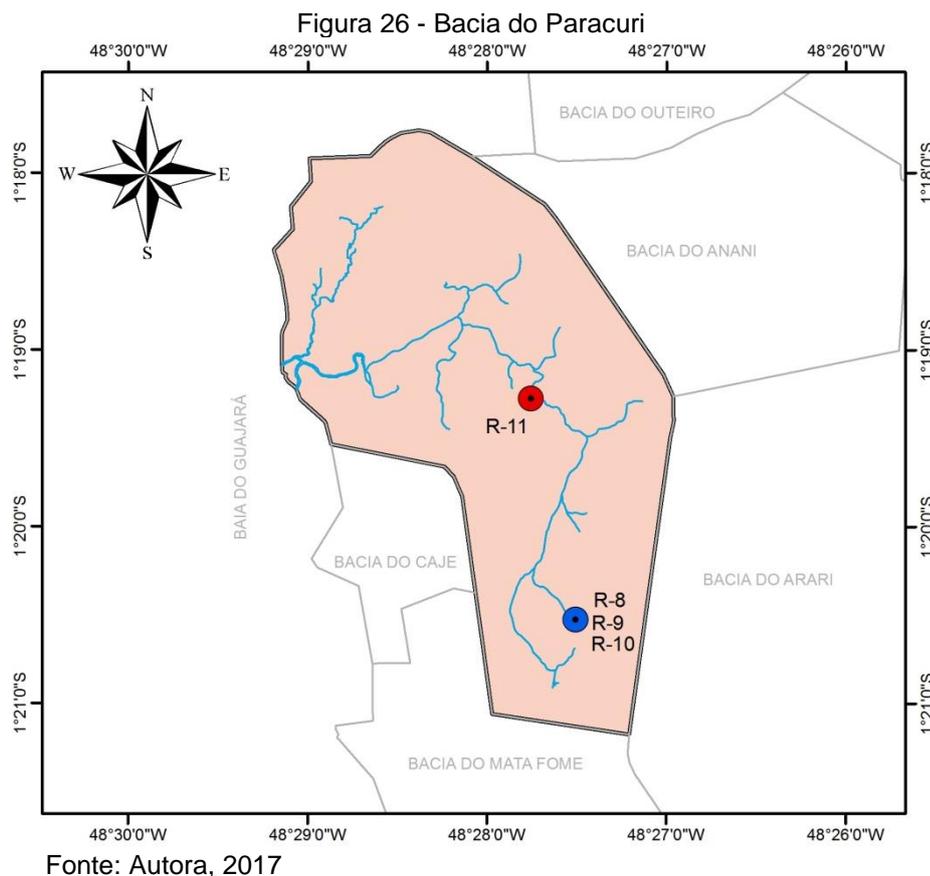


Tabela 5 - Dados dos usuários da bacia do Paracuri

USUÁRIOS	POP. TOTAL (hab)	DBO LANÇ (mg/L)	VAZÃO LANÇ (m³/h)	TEMPO DE LANÇ (h)	TIPO DE TRATAMENTO	CORPO HÍDRICO	EFICIENCIA NA REMOÇÃO DE DBO (%)	VAZÃO DE DILUIÇÃO (m³/h)
R 8 ¹	240	20	10,6	24	Tratamento terciário	Igarapé Bacuri	93	13,25
R 9 ¹	240	20	10,6	24	Tratamento terciário	Igarapé Bacuri	93	13,25
R 10	3.120	20	21,2	24	Tratamento secundário com desinfecção	Afluente do Ig. Bacurí	97	32,66
R11	2.816	15,25	21,2	24	Tratamento secundário	Rio Paracuri	80	76,25
TOTAL	6.416	75,25	63,6					135,66

¹ Reserva de vazão

Para a bacia do Paracuri, a vazão indisponível encontrada foi de 193,06 m³/h, ou 4.633,44 m³/dia. Essa bacia está localizada em área de grande expansão condominial (Figura 27), grandes condomínios estão se implantando nesta Bacia, e por não haver preocupação com a destinação final, alguns dos empreendimentos que foram outorgados não tinham local para despejar seus efluentes. Daí o fato de terem acordado lançarem no mesmo ponto de lançamento, para que nenhum destes empreendimentos fossem prejudicados.

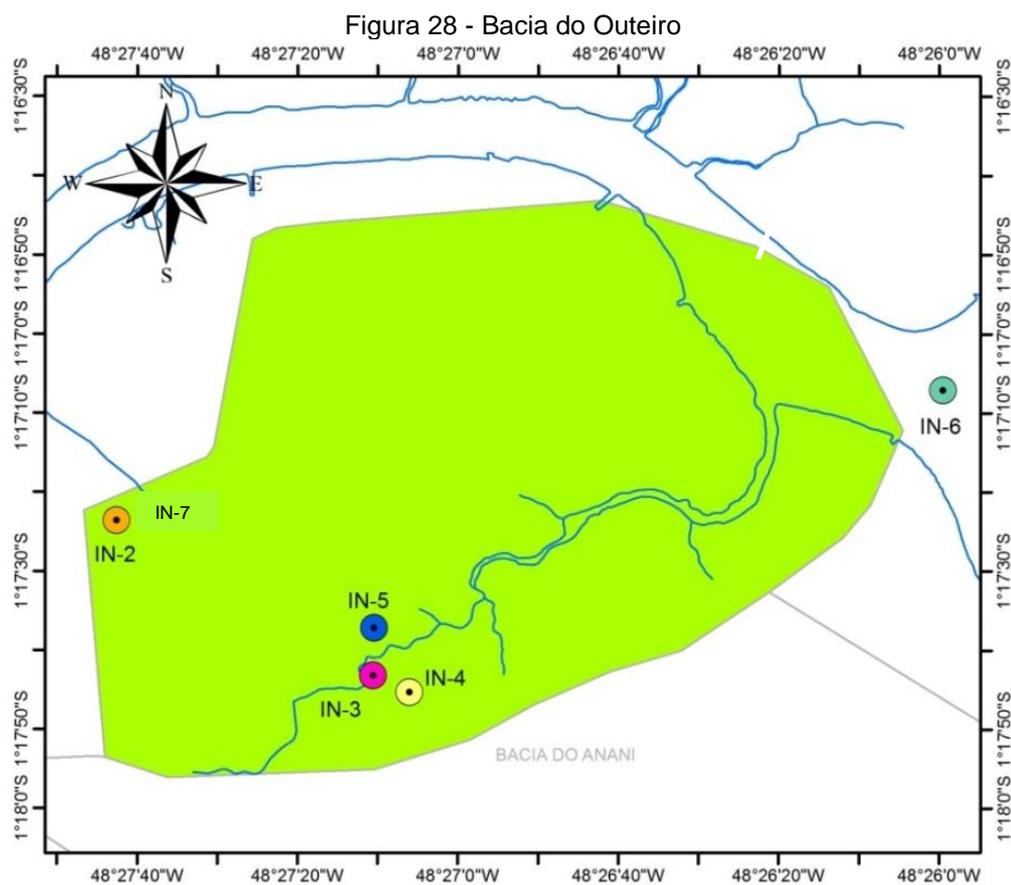
Figura 27 - Igarapé Bacuri



Fonte: Autora, 2017

5.6 BACIA DO OUTEIRO

Nesta bacia (Figura 28) existem 5 empreendimentos outorgados para lançar seus efluentes tratados, sendo que, todos são Industriais. Ressalta-se que o ponto 17 está em um corpo hídrico afluente ao rio Maguari. Os outros 3 empreendimentos estão no mesmo corpo hídrico.



Fonte: Autora, 2017

Tabela 6 - Dados dos usuários da bacia do Outeiro

USUÁRIOS	DBO LANÇ (mg/L)	VAZÃO LANÇ (m ³ /h)	TEMPO DE LANÇ (h)	TIPO DE TRATAMENTO	CORPO HÍDRICO	EFICIENCIA NA REMOÇÃO DE DBO (%)	VAZÃO DE DILUIÇÃO (m ³ /h)
13 ¹	104*	25	24	Tratamento secundário	Rio Piraíba (lg. Outeiro)	90	618,75
14 ²	148	5,83	24	Tratamento secundário	Rio Piraíba	95	208,42
15 ³	21,48	1	4	Tratamento secundário com desinfecção	Igarapé Piraíba	95	4,12 ⁶
16 ⁴	10,2	96,6	8	Tratamento secundário com desinfecção	Rio Maguari	76,3	125,58
17 ⁵	22	20	15	Tratamento secundário	Igarapé Uchiteua	N/I	85
TOTAL	305,68	148,43					1.041,87

*DBO atual de 104mg/L, com previsão de redução até 54mg/L

¹ Curtume; Renovação da Outorga

² Refrigerante

³ Produtos Alimentícios

⁴ Estrutura metálica para obras Civis

⁵ Curtimento de couro e pele

⁶ Transferência de informação hidrológica

N/I: Não informado

Para a bacia do Outeiro, a vazão indisponível encontrada foi de 1.085,3 m³/h, ou 26.047,2 m³/dia. De todos os corpos hídricos receptores o Rio Maguari

(Figura 29) é o maior em largura e vazão, muito utilizado para a navegação de pequenas e médias embarcações que transportam pessoas e suprimentos aos moradores das redondezas. Os igarapés Paraíba (outeiro) e Uchiteua, desaguam neste grande e imponente rio, que é influenciado pelas marés, ou seja, a cada seis horas aproximadamente ele está em movimentação alternada entre maré baixa e maré alta.

Ao observar a Tabela 6 acima, percebe-se que a quantidade de DBO autorizada para lançamento nesta bacia, é a segunda maior. Isso se deve ao fato de que a bacia está inserida em um pólo considerado como industrial com vários empreendimentos do gênero: alimentício, curtume, bebidas etc. Logo, somando-se todos os valores de DBO lançados neste rio, tem-se o valor de 148,43mg/L de DBO lançados por hora no Rio Maguari e a quantidade total de água para diluir essa quantidade de carga é de 1.041,87 m³/h, ou seja aproximadamente 25.000 m³/dia. A princípio, talvez, o rio que possui vazão considerável não seja afetado, porém, caso haja mudanças climáticas, esse cenário poderá mudar.

Figura 29 - Rio Maguari



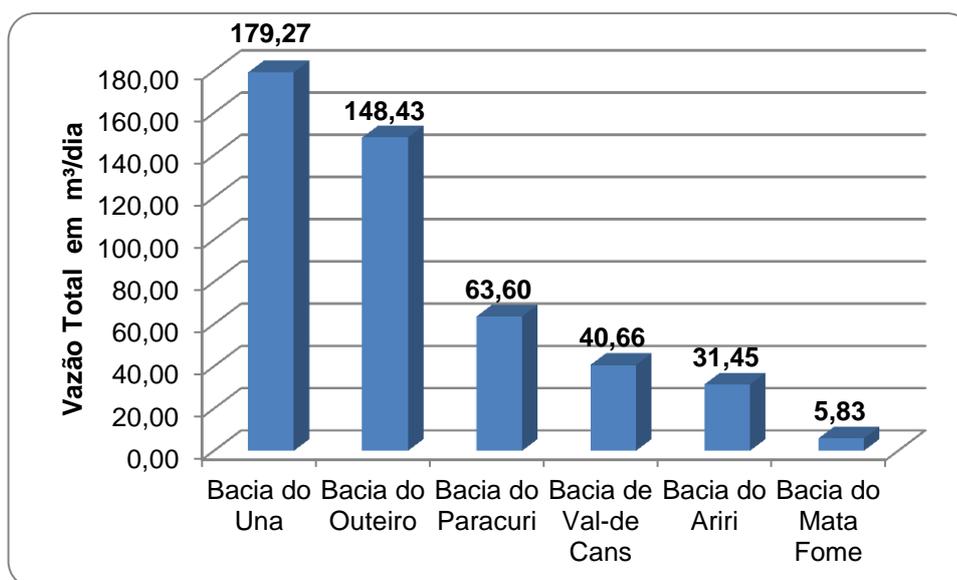
Fonte: Autora, 2017

Ressalta-se que o usuário I7 não foi contabilizado para o cálculo da vazão indisponível por estar em corpo hídrico diferente ao Rio Maguari, o qual não sofre influencia no cálculo.

5.7 PANORAMA DAS BACIAS COMPROMETIDAS

Após verificar a quantidade de efluente que é lançada em cada corpo hídrico, é possível contabilizar o total das vazões lançadas em cada bacia urbana de Belém. Observa-se (Figura 30) que a Bacia do Una é a mais afetada pelos lançamentos outorgados pela SEMAS, com 179,27 m³/dia de efluentes, seguido pela Bacia do Outeiro com 148,43 m³/dia e da Bacia do Paracuri com 63,60m³/dia. Lembrando que esses valores são apenas aqueles empreendimentos que buscaram o órgão para se regularizar, como indústrias, condomínios residenciais, hospitais e aeroportos. Sabe-se que a cidade de Belém carece de saneamento básico e planejamento social, onde vários bairros são criados sem qualquer estrutura, e quando há um igarapé ou córrego, tendem a construir sua moradia bem próximo à estes.

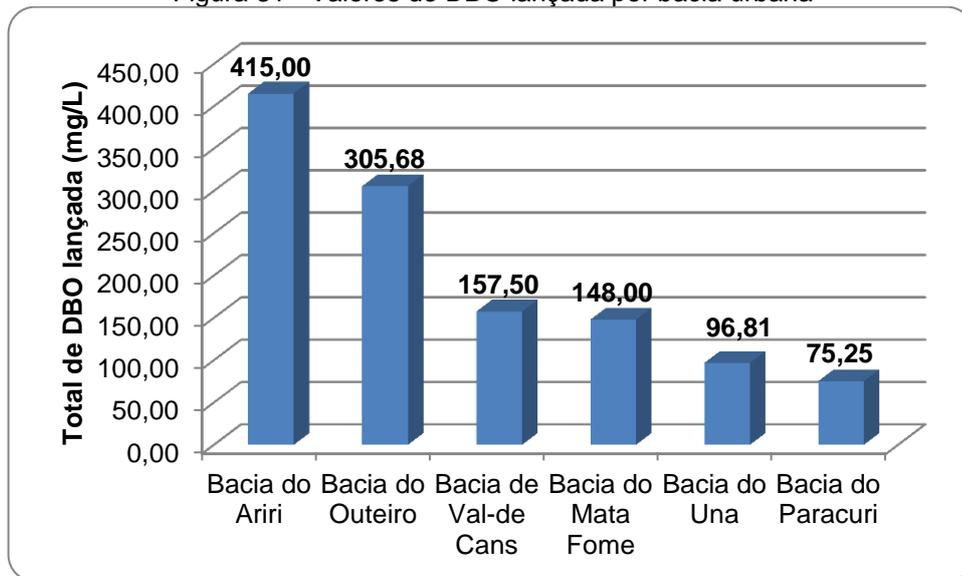
Figura 30 - Valores de vazão total lançada pelos usuários em cada bacia urbana de Belém.



Fonte: Autora, 2017

É possível observar também os valores totais de DBO lançada, após o tratamento dos empreendimentos, em cada bacia urbana (Figura 31).

Figura 31 - Valores de DBO lançada por bacia urbana



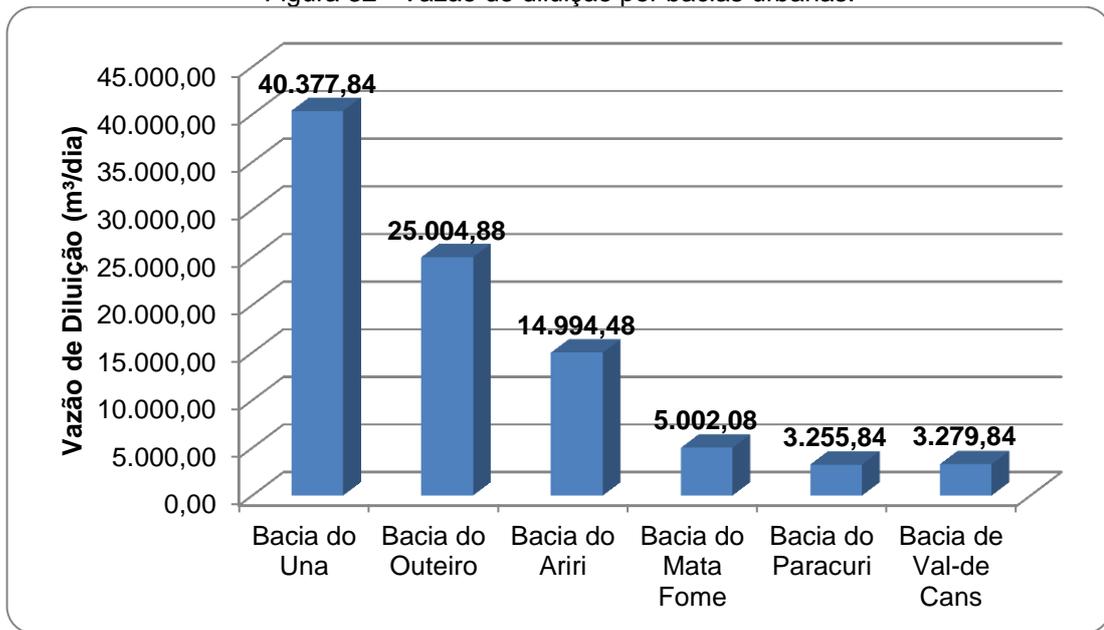
Fonte: Autora, 2017

Paredes (2016) analisou, dentre outros parâmetros, a DBO no canal São Joaquim, na Bacia do Una da nascente para a foz e encontrou valores de DBO com média de 8,3 mg/L no ponto 1, que fica próximo a nascente e da área de Marinha; 11,36 mg/L no ponto 2, que fica próximo à ponte na avenida Júlio Cesar; e 13,18 mg/L no ponto 3, na avenida Arthur Bernardes. Com esses resultados pode-se observar o gradativo aumento da DBO desde a nascente até a foz do canal, demonstrando que a poluição vem se acumulando até descarregar na Baía do Guajará.

Carvalho (2011) também analisou a DBO no mesmo canal e encontrou os valores de 28,56 mg/L em agosto e 39,44 mg/L em setembro no ponto 1 localizado no bairro do barreiro, nos outros pontos os valores estavam dentro dos padrões. O estudo também apresentou através de um mapa que, na bacia, havia 09 pontos com lançamentos domésticos, 04 pontos com efluentes industriais e 07 pontos de disposição irregular de lixo ao longo do canal.

Em relação ao total das vazões de diluição, tem-se que a Bacia do Una é a que aparece em primeiro lugar, pois os usuários que lá estão alocados necessitam por dia de 40.377,84 m³/dia de água para diluir seus efluentes, seguido pela Bacia do Outeiro com 25.004,88 m³/dia e pela Bacia do Ariri com 14.994,48m³/dia (Figura 32).

Figura 32 - Vazão de diluição por bacias urbanas.



Fonte: Autora, 2017

Após os cálculos da vazão indisponível, pode-se observar na Tabela 7 abaixo o panorama para cada bacia.

Tabela 7 - Valores de Vazão Indisponível para cada bacia urbana

Bacias	Vazão Indisponível (m³/h)	Vazão Indisponível (m³/d)
Bacia do Una	1.759,38	42.225,12
Bacia de Val-de Cans	177,42	4.258,08
Bacia do Mata Fome	214,25	5.142
Bacia do Ariri	988,303	23.719,27
Bacia do Paracuri	193,06	4.633,44
Bacia do Outeiro	1.085,3	26.047,2

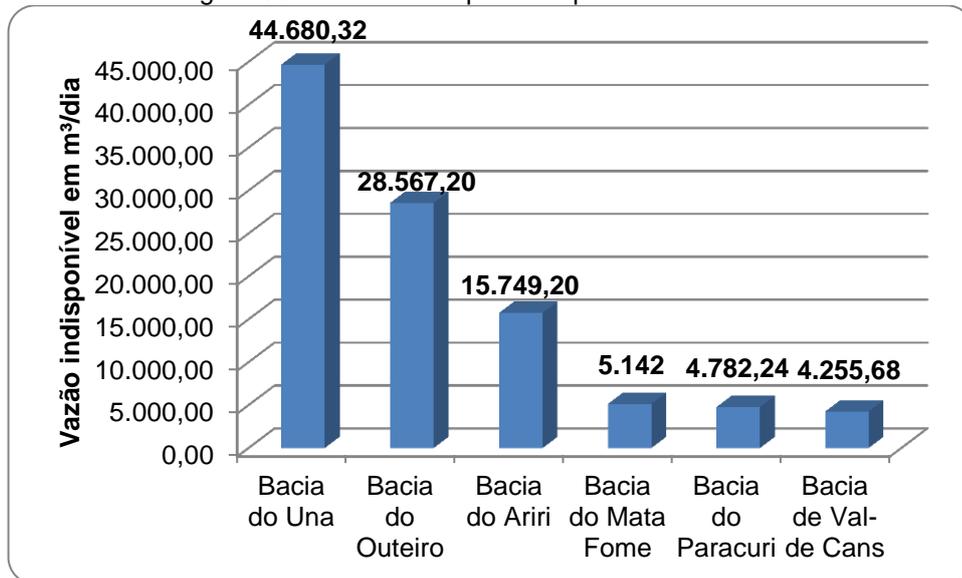
Fonte: Autora, 2017

Observa-se com os resultados encontrados na Figura 33, a bacia com maior valor de vazão indisponível foi a Bacia do Una com 44.680,32 m³/dia, seguida da Bacia do Outeiro 28.567,2 m³/dia e da Bacia do Ariri com 15.749,20. Ao se fazer uma comparação com um volume conhecido, como o volume de um caminhão limpa fossa, por exemplo, que possui capacidade de 15m³, pode-se obter que, somente na bacia do Una existe a “retirada” ou “indisponível” o volume de aproximadamente

2.900 caminhões por dia, seguido de 1.800 caminhões para a bacia do Outeiro e de 1000 para a bacia do Ariri.

Isso implica na redução da fauna e da flora, como peixes e outros animais de pequeno porte, retirada da mata ciliar e conseqüentemente o alto risco de erosão e a restrição total deste ambiente, devido às doenças causadas pela contaminação das águas. Não existe captação superficial na maioria desses corpos hídricos, devido ao estado de altíssima degradação ambiental nos corpos d'água.

Figura 33 - Vazões indisponíveis por bacias urbanas.



Fonte: Autora, 2017

Lisboa (2014) ao quantificar os efluentes lançados pelos usuários outorgados (27 empreendimentos) no Rio Piracicaba - MG, encontrou valores de vazão total de diluição da ordem de 2,5 m³/s (216.000m³/dia) e de vazão total indisponível de 6,94m³/s (599.616m³/dia). Ao somar todos os empreendimentos da bacia juntos há um lançamento total de efluentes de 3.836.460,16 m³/mês ou 4,44 m³/s na referida bacia.

Ao comparar os resultados obtidos por Lisboa (2104), com os resultados obtidos nesta pesquisa, observa-se que a bacia do Una, apresenta 18% da vazão total de diluição que foi obtida no Rio Piracicaba e 7% da vazão que se tornou indisponível para a população daquele mesmo rio.

6 CONCLUSÃO

O principal objetivo do trabalho foi mostrar através de mapa os pontos de lançamento outorgados pela SEMAS nos anos de 2013 a 2016, das outorgas vigentes no município de Belém. Com os resultados foi possível concluir que:

- Grande parte das solicitações de regularização das outorgas de lançamento é proveniente de condomínios residenciais com 62,5%, seguido do industrial (25%) e de outros (Aeroporto e Hospital) com 12,5%;
- O corpo hídrico com maior quantidade de outorga de lançamento é o Igarapé/Canal de Val-de-Cans com 5 pontos outorgados, seguido do Igarapé São Joaquim/São Raimundo com 4 pontos outorgados;
- 70,83% dos usuários realizaram medição de vazão no corpo hídrico, e apenas 25% necessitaram de transferência de informação hidrológica para o deferimento do processo. A medição de vazão é de extrema importância, visto que ela reflete as condições reais do corpo hídrico, ao contrário da transferência de informações hidrológicas, na qual a Q_{90} é estimada a uma distância considerável do ponto real de lançamento;
- Os tratamentos dos efluentes, antes do lançamento no corpo d'água, são em sua maioria de nível secundário, ou seja, removem apenas matéria orgânica.
- A bacia urbana com maior vazão indisponível é a Bacia do Una, com 44.680,32 m³/dia, seguida da Bacia do Outeiro com 28.567,20 m³/dia.

É importante ressaltar que estes dados são oficiais da SEMAS, o que não evidencia as reais condições dos corpos hídricos, visto que existem muitos lançamentos que não estão regularizados e que contribuem para a poluição desenfreada causada pela falta de rede de esgoto no município de Belém. Recomenda-se que nas análises dos processos sejam incorporadas outras metodologias de análises para a vazão de diluição, pois a aplicada atualmente não

leva em consideração a real condição do corpo hídrico. Recomenda-se também que as medições de vazão sejam padronizadas pela SEMAS, pois dependendo do métodos aplicado, os resultados podem sofrer muitas variações, o que pode mascarar a realidade do igarapé/rio.

7 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. *Diagnóstico da Outorga de Direito de uso dos Recursos Hídricos no Brasil e Fiscalização dos Usos de Recursos Hídricos no Brasil*, Brasília: 2007.

_____. *ATLAS BRASIL: Abastecimento Urbano de Água Panorama Nacional*. Vol: 1, Brasília: 2010.

ALVES, T. D. C. V. *Análise de desempenho de estações de tratamento de esgoto visando condições de outorga e enquadramento de corpos hídricos: o caso das ETEs Aurenny e Prata, Palmas- TO*. Dissertação de Mestrado. Palmas: 2016.

BARRELLA, W. *et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes*. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: 2001.

BIOLUGAR. Disponível em:<<http://www.biolugar.com.br>> Acesso em 07.02.2017.

BELÉM. *Plano Diretor do Sistema de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana de Belém*. José Almir Rodrigues Pereira, Coordenador. Universidade Federal do Pará. Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento, Companhia de Saneamento do Pará. Belém: 2007.

BRAGA, B. P. F. (2004). *Gestión Integrada de Calidad del Agua*. Apresentação em powerpoint do Curso de Gestión de Recursos Hídricos, San Jose Costa Rica, pág: 24- 28, maio: 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. *Resolução CONAMA nº 32/2003*, de 15 de outubro de 2003. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 14. Mai.2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. *Resolução CONAMA nº 430/2011*, de 13 de maio de 2011. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br> > Acesso em 14. Mai.2016. Brasília: 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos (SRH/MMA). *SISAGUA – Sistema de Apoio ao Gerenciamento de Usuários de Água*. Disponível em <sisagua.saude.gov.br/sisagua/login.jsf> Acesso em: 02 de fevereiro de 2017 Brasília: 2000.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997*. Política Nacional dos Recursos Hídricos. Brasília: 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. *Resolução CONAMA nº 357/2005*, de 17 de maio de 2005. Brasília: 2005.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. *Resolução nº 26 de 08 de maio de 2001*. Disponível em < www.cnrh.gov.br/ > Acesso em: 02 de fevereiro de 2017 Brasília: 2000.

CARDOSO da Silva, L. M.; MONTEIRO, R. A. *Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos: uma das possíveis abordagens*. In: MACHADO, C. J. S. (Org.). *Gestão de Águas Doces*. Cap. 5, pág. 135-178. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

CARMONA, K. M. MATTA, M. A. da S. CAVALCANTE, I. N. ASSIS, J. F. P. CRISTO, L. C. F. de VASCONCELOS, Y. B de. *Ocupação Urbana da Bacia do Mata Fome, Belém-PA e sua relação com a qualidade das águas superficiais e subterrâneas*. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. São Luis: 2010.

CARVALHO, J. R. F. *Avaliação da qualidade da água: um estudo na sub-bacia do canal São Joaquim (Belém-PA)*. Dissertação de Mestrado. Programa de Desenvolvimento da Amazônia – UNAMA. Belém: 2011.

CASTRO, E. *Belém de águas e ilhas: Introdução: uma incursão temática à Belém*. Disponível em <rniu.buap.mx/edit/otros/pdf/belem_intro.pdf> Acesso em 19 de junho de 2006.

CHAGAS, P. F. SALES, R. J.de M. ARAUJO, J. A. F.de. *Estudo de impactos causados por lançamentos de efluentes na concessão de outorga através de modelos matemáticos, com aplicação em rios do Rio Grande do norte – Brasil*. XI Fórum Ambiental da Alta Paulista, V. 11 nº 6 p 87-100, São Paulo: 2015.

CENTRAL SIERRA ENVIRONMENTAL RESOURCE CENTERM – CSREC. Disponível em <www.cserc.org> Acesso em 24 de março de 2017.

FERREIRA, M.; COSTA, T. *Natural aggregate potential and associated environmental problems in the Aura portion, Belem metropolitan region (BMR), State of Para, Brazil*. The Geological Society of London – IAEG, 187: 1-13, 2006.

FINKLER, N. R. PERESIN, D. COCCONI, J. BORTOLIN, T. A. RECH, A. SCHNEIDER, V. E. *Qualidade da água superficial por meio de análise do componente principal*. Revista Ambiente & Água. Vol. 10 nº 4 out/dez, 2015.

HORA, A. F. *Metodologia para outorga do uso de recursos hídricos com ênfase no caso de aproveitamentos hidrelétricos*. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 256 pp. Rio de Janeiro, 2001.

JUNIOR, W. C. C. SANTOS, R. C. GOMES FILHO, R. R. GOMES, E. P. BISCARO, G. A. JORDAN, R. A. *Critérios técnicos para outorga de diluição de efluentes dos estados do Paraná, Bahia e Mato Grosso*. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada. Vol. 6 nº 2 p. 136-143, 2012.

LIMA, A. M. de CRUZ. F. M. CAVALCANTE, L. M. CHAVES, L. M. de L. IMBIRIBA JUNIOR, M. SANTOS, V. J. C. *A gestão da oferta no estado do Pará e seus aspectos condicionantes*. Revista Brasileira de recursos hídricos. Vol. 15 nº 3 p. 69-83, 2010.

LIMA, E.V.de.A. *Aplicação do Modelo matemático de Street-Phelps na análise de concessão de outorgas de lançamento de efluentes em rios naturais*. Dissertação de mestrado. Pós graduação em Engenharia Civil, Fortaleza: 2011.

LISBOA, L. *Sistema para análise das outorgas de captação de água e diluição de efluentes na bacia do rio Piracicaba – MG*. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Viçosa, Minas Gerais: 2014.

NAHON, I. M. *Sistema de apoio à análise de outorga de lançamento de efluentes para a variável Demanda Bioquímica de Oxigênio: estudo de caso da Bacia do Alto Iguaçu*. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 2006.

PARÁ. *Lei nº 6.381 DE 25 de julho de 2001*. Dispõe sobre a política Estadual dos Recursos Hídricos e dá Outras Providências. Disponível em: < <https://www.semas.pa.gov.br/2001/07/25/9760/>> Acesso em: 02. fev.2017.

PARÁ. Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – *CERH Nº 003 de 03 de setembro de 2008*. Dispõe sobre a outorga de direito de uso dos recursos hídricos no Estado do Pará. Disponível em: < https://www.semas.pa.gov.br/wp/Resolucao_CERH_03_dispoe_sobre_outorga.pdf > Acesso em: 02. fev.2017.

PARÁ. Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – *CERH Nº 010 DE 03 de setembro de 2009*. Dispõe sobre os critérios para análise de Outorga Preventiva e de Direito de Uso de Recursos Hídricos. Disponível em: < <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/cerh/>> Acesso em: 02. fev.2017.

PARÁ. Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – *CERH Nº 009 DE 18 de Outubro de 2010*. Dispõe sobre os usos que independem de outorga (Alterada). Disponível em: < <http://www.semas.pa.gov.br/legislacao/cerh/>> Acesso em: 02. fev.2017.

PARÁ. *Lei nº 6.381/01 e legislação complementar*. Política de Recursos Hídricos: Secretaria de Estado de Meio Ambiente – Belém: SEMA, 2014.

PARÁ. *Instrução Normativa - IN Nº 055 de 11 de Outubro de 2010*. Dispõe sobre os procedimentos referentes aos requerimentos de concessão de Outorga Preventiva e de Direito de Uso de Recursos Hídricos no âmbito desta Secretaria. Disponível em <<https://www.semas.pa.gov.br/legislacao>> Acesso em: 02. fev.2017.

PARÁ. *Instrução Normativa - IN Nº 003 de 26 de março de 2014*. Dispõe sobre os procedimentos administrativos específicos para o protocolo de processos de solicitação de Outorga Preventiva, Outorga de Direito, Renovação e Dispensa de Outorga, no âmbito do Estado do Pará, e dá outras providências. Disponível em <<https://www.semas.pa.gov.br/legislacao>> Acesso em: 02. fev.2017.

PAREDES, B. M. P, M. *Avaliação da qualidade da água superficial do canal São Joaquim, Belém-PA*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Eng. Civil. Universidade Federal do Pará, Belém: 2016.

PREFEITURA DE BELÉM. *Plano Diretor de Belém*. Disponível em: www.belém.pa.gov.br/planodiretor/Mapas/lc_Mapas-RMB.pdf. Acesso em 11/11/2016.

PINHEIRO, R. B. LIMA MONTENEGRO, S. M. G. SILVA, S. R. da. MEDEIROS, Y. D. P. AURELIANO, J. T. *Outorga para Lançamento de Efluentes – uma metodologia de apoio à gestão de recursos hídricos*. Revista brasileira de recursos hídricos vol.18, p. 55-65, 2013.

PONTE, J. P. X; *Belém do Pará: cidade e água*. Caderno Metropolitano, v. 17 n 33. pp 41-60, São Paulo: 2015.

RIBEIRO, E. G. P. FERREIRA, B. M. MACIEL, M.de N. M. PEREIRA, B. W.de F. SOARES, J. A. C. *Caracterização Morfométrica da Bacia hidrográfica do Igarapé do UNA por meio de Geotecnologias*. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. Vol. 11 nº 21 p.29-60, 2015.

ROQUES, T. V. P. *Aplicação de modelos computacionais na análise de outorga para diluição de efluentes em corpos de água– fontes pontuais e difusas*. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória: 2006.

Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS. *Planilha de processos deferidos*. Disponível em <<https://www.semas.pa.gov.br/>>. Acesso em 01/02/2016.

SILVA, A. S. M. *Gestão de conflitos pelo uso da água em bacias hidrográficas urbanas*. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Eng. Civil. UFPA, Belém: 2003.

SILVA, M. J. D. da LUZ, L. RODRIGUES, J. E. MATOS, T. P. *Ocupações espontâneas, conjuntos habitacionais e condomínios de status: uso do solo e indicadores de qualidade de vida na Bacia do Mata Fome em Belém-PA*. Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP), v. 02, n. 01, p.61-78, Belém: 2015.

SILVA, K. R. M da *A implantação de Obras Civas e de Saneamento na Bacia do Una em Belém do Pará, e as condicionantes relacionadas às características geológicas e geotécnicas*. Dissertação de Mestrado. UFPA. Belém: 2004.

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F. *Avaliação de risco ambiental por contaminação metálica e material orgânico em sedimentos da bacia do Rio Aurá, Região Metropolitana de Belém – PA*. Revista Acta Amazônica Vol. 43 (1) p. 51-62. Belém: 2013.

SODREPARA – Disponível em <sodrepara.blogspot.com/> Acesso em: 01.03.2017

TEODORO, A. IDE, C. N. RIBEIRO, M. L. BROCH, S. A. O. SILVA, J. B. *Implementação do conceito de Capacidade de Diluição de Efluentes no modelo de qualidade da água QUAL-UFMG: estudo de caso do Rio Taquarzinho (MS)*. Artigo técnico. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 18 nº 3, 2013.

VESTENA, L. R.; OLIVEIRA, E. D. de.; CUNHA, M. C da.; THOMAZ, E. L. *Vazão ecológica e disponibilidade hídrica na bacia das pedras, Guarapuava – PR*. Revista Ambiente & Água. Vol. 7 nº 32, 2012.

KELMAN, J. *Gerenciamento de recursos hídricos: Parte I – outorga*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Anais, p. 123-128, ABRH, Rio de Janeiro: 1997.

ZANDONADI, L.U. MENDONÇA, A. S. F. REIS, J. A. T. dos. *Outorga de lançamento de efluentes em rios – estimativa de vazões de diluição*. Revista brasileira de recursos hídricos. Vol. 20 nº 1, p.179-191, Porto Alegre: 2015.