



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS**  
**ESCOLA NORMAL SUPERIOR**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E**  
**REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS - PROFÁGUA**

**IZAIAS NASCIMENTO DOS SANTOS**

**PROPOSTA DE PRECIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA O USO DO**  
**POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)**

**MANAUS**

**2018**

IZAIAS NASCIMENTO DOS SANTOS

PROPOSTA DE PRECIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA O USO DO  
POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - *ProfÁgua* como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Orientadora: Profa. Dra. Ieda Hortêncio Batista.

Co-orientador: Prof. Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira.

MANAUS

2018

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
**Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.**

237p

Santos, Izaias Nascimento dos  
Proposta de Precificação das Águas Subterrâneas para o  
uso do Polo Industrial de Manaus (PIM) / Izaias  
Nascimento dos Santos. Manaus : [s.n], 2018.  
164 f.: il., color.; 30 cm.

Dissertação - Programa de Mestrado Profissional em  
Rede Nacional em Gestão e Regulação dos Recursos  
Hídricos - ProfÁgua - Universidade do Estado do  
Amazonas, Manaus, 2018.

Inclui bibliografia

Orientador: Batista, Ieda Hortêncio

Coorientador: Oliveira, Jefferson Nascimento de

1. Instrumento econômico. 2. Cobrança do setor  
industrial. 3. Exploração de água subterrânea. 4.  
Sustentabilidade de aquíferos. I. Batista, Ieda Hortêncio  
(Orient.). II. Oliveira, Jefferson Nascimento de  
(Coorient.). III. Universidade do Estado do Amazonas.  
IV. Proposta de Precificação das Águas Subterrâneas para o  
uso do Polo Industrial de Manaus (PIM)

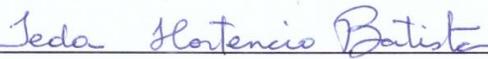
PROPOSTA DE PRECIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA O USO DO  
POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)

IZAIAS NASCIMENTO DOS SANTOS

Dissertação submetida à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - *ProfÁgua* da Universidade do Estado do Amazonas, pela Comissão Julgadora abaixo identificada.

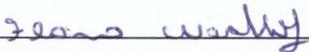
Aprovado em: 10/08/2018.

BANCA EXAMINADORA



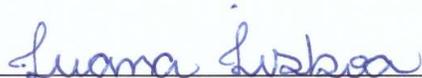
Profa. Dra. Ieda Hortêncio Batista (Orientadora)

Universidade do Estado do Amazonas - UEA



Prof. Dr. Flávio Wachholz (Membro)

Universidade do Estado do Amazonas - UEA



Dra. Luana Lisboa (Membro)

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela existência.

Agradeço a minha esposa, Nailde Martins, pelo apoio infinito e por me proporcionar as horas mais alegres da minha vida. Eu te amo muito!

Agradeço aos meus filhos, Sofia e Vinicius, por ser a coisa mais preciosa da minha vida e por conseguir com apenas um sorriso transformar um dia difícil em magnífico.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos (Prof<sup>Á</sup>gua), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Agência Nacional de Água (ANA) e Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA), pelo apoio indispensável.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Prof<sup>Á</sup>gua da Universidade do Estado do Amazonas, por sua dedicação.

Aos colegas da 1ª turma do Programa de Pós-Graduação Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – *Prof<sup>Á</sup>gua*, especialmente, Luciani Aguiar Pinto e Rodrigo Sarri pelo intercâmbio de conhecimento enriquecedor.

Ao Professor Dr. Carlossandro Albuquerque, por sua valiosa contribuição.

Aos Professores Dra. Ieda Hortêncio Batista e Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira, pela orientação, dedicação e oportunidade de aprendizado, sobretudo pela confiança e tempo, pacientemente dedicado às dúvidas presentes no caminho. Obrigado.

A todos que compartilharam comigo esse desafio, agradeço com muito carinho!

“No princípio criou Deus o céu e a terra”;

E disse Deus: “*Haja uma expansão no meio das águas, e haja separação entre águas e águas*”.

E fez Deus “*a expansão, e fez separação entre as águas que estavam debaixo da expansão e as águas que estavam sobre a expansão*”; e assim foi.

E disse Deus: “*Ajuntem-se as águas debaixo dos céus num lugar; e apareça a porção seca*”; e assim foi.

E chamou Deus “*à porção seca Terra; e ao ajuntamento das águas chamou Mares*”; e viu Deus que era bom.  
(Gênesis 1)

“*Um pouco de Ciências nos afasta de Deus muito, nos aproxima.*”  
Louis Pasteur

“*O teu saber pouco vale se ninguém souber que tu sabes*”  
Pérsio

## RESUMO

O Estado do Amazonas em consonância com a legislação federal apresenta em sua Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH/AM) a cobrança pelo uso da água bruta, reconhecendo-a como um bem econômico e contribuindo para seu uso consciente. Com a instalação da Zona Franca de Manaus (ZFM), a disponibilidade hídrica quanti-qualitativa das águas superficiais e subterrâneas do município de Manaus foram muito afetadas. A poluição urbana dos igarapés, devido a destinação incorreta do lixo doméstico e da diluição de efluentes industriais tratados ou não, bem como e a superexploração dos aquíferos, que decaíram ao longo dos 50 anos e, conseqüentemente, vem comprometendo seriamente o recurso subterrâneo deste local, ocasionando um desequilíbrio no balanço entre as entradas de água no aquífero (recarga) e as saídas (extração). Diante disso, surge à necessidade do uso racional das águas de domínio estadual, com a implementação de regulamentos administrativos, técnicos e legais na busca da gestão e sustentabilidade dos recursos hídricos, por quem exercer o seu domínio legal, seus usuários, especialmente o setor industrial. É nesse contexto, e diante de sua complexidade que este trabalho elaborou uma proposta de Precificação das Águas Subterrâneas para o Uso do Polo Industrial de Manaus (PIM) organizada em critérios técnicos com base no volume de água retirado e lançado em determinado período, pelos seus respectivos preços públicos unitários ( $PPU_1$ -captado e  $PPU_2$ -diluição), com onze coeficientes de ponderação técnica para a captação e lançamento de efluente, sendo sete para captação:  $K_1$  (*Tipo de usuário*);  $K_2$  (*Tipo de uso*);  $K_3$  (*Tipo de manancial*);  $K_4$  (*Característica do aquífero*);  $K_5$  (*Reserva explotável*);  $K_6$  (*Classe*) e  $K_7$  (*Sazonalidade-Chuvosa e Estiagem*) e quatro:  $K_1$  (*Tipo de usuário*);  $K_7$  (*Sazonalidades-Chuvosa e Estiagem*);  $K_8$  (*Eficiência de DBO*) e  $K_9$  (*Classe do corpo receptor*). Os coeficientes estão associados a fatores externos (condições físicas da região, finalidade de uso, usuários e outros), e juntos possibilitaram a construção de uma minuta Normativa de Regulação da Cobrança de uso do setor industrial de Manaus, a ser submetida à análise do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas (CERH/AM).

**Palavras-chave:** Instrumento econômico. Cobrança do setor industrial. Exploração de água subterrânea. Sustentabilidade de aquíferos.

## ABSTRACT

The State of Amazonas, in accordance with federal legislation, presents in its State Policy for Water Resources (PERH/AM) the use of raw water, recognizing it as an economic good and contributing to its conscious use. With the installation of the Manaus Free Trade Zone (ZFM), they have greatly affected the quantitative and qualitative water availability of the surface and underground waters of the city of Manaus. The urban pollution of streams through domestic waste and the dilution of treated industrial effluent, as well as the overexploitation of aquifers, which have declined over the last 50 years and, consequently, has seriously compromised the underground resource of this site, causing an imbalance in the balance between the inputs of water in the aquifer (recharge) and the outlets (extraction). In view of this, there is a need for the rational use of waters under state control, with the implementation of administrative, technical and legal regulations in search of management and sustainability of water resources, by those who exercise their legal domain, their users, especially the industrial sector. It is in this context, and in view of its complexity, that this work elaborated a proposal for Groundwater Pricing for the Use of the Industrial Pole of Manaus (PIM) organized in technical criteria based on the volume of water withdrawn and launched in a certain period by its (*PPU<sub>1</sub>-captured and PPU<sub>2</sub>-dilution*), with eleven technical weighting coefficients for capturing and launching effluent, with seven for abstraction: *K<sub>1</sub> (User type); K<sub>2</sub> (Type of use); K<sub>3</sub> (Type of source); K<sub>4</sub> (Characteristic of the aquifer); K<sub>5</sub> (Exploitable reserve); K<sub>6</sub> (Class) and K<sub>7</sub> (Rainy Seasonality and Density)* and four: *K<sub>1</sub> (User type); K<sub>7</sub> (Seasonality-Rainfall and Density); K<sub>8</sub> (BOD Efficiency) and K<sub>9</sub> (Receiver Body Class)*. The coefficients are associated to external factors (physical conditions of the region, purpose of use, users and others), and together they made it possible to construct a draft regulation for the regulation of the use of the industrial sector of Manaus, to be submitted to the analysis of the Council State of Water Resources of the Amazon (CERH/AM).

**Key words:** Economic instrument. Industrial sector collection. Groundwater exploitation. Aquifer sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	- Componentes simplificados do ciclo hidrológico .....	23
<b>Figura 2</b>	- Zonas de aeração e saturação .....	24
<b>Figura 3</b>	- Visão sistemática do ciclo hidrológico .....	25
<b>Figura 4</b>	- Representação esquemática da porção subterrânea (aquífero) do ciclo hidrológico .....	27
<b>Figura 5</b>	- Modelo simplificado da condição dos aquíferos .....	28
<b>Figura 6</b>	- Mapa geológico da cidade de Manaus .....	29
<b>Figura 7</b>	- Distribuição da Formação Alter do Chão (de idade cretácea) da Bacia Sedimentar do Amazonas na região de Manaus (AM) .....	30
<b>Figura 8</b>	- Mapa das principais zonas de falhas na cidade de Manaus .....	31
<b>Figura 9</b>	- Distribuição das unidades litológicas .....	32
<b>Figura 10</b>	- Distribuição das unidades litológicas .....	35
<b>Figura 11</b>	- Poço raso .....	38
<b>Figura 12</b>	- Poço com incrustações de óxido-hidróxido de ferro .....	39
<b>Figura 13</b>	- Cacimbas construídas nas periferias de Manaus (aquíferos livres) .....	39
<b>Figura 14</b>	- Poços abandonados .....	40
<b>Figura 15</b>	- Modelo teórico de subsidência do terreno .....	41
<b>Figura 16</b>	- SEGREH do Estado do Amazonas .....	50
<b>Figura 17</b>	- Divisão hidrográfica estadual .....	52
<b>Figura 18</b>	- Matriz Institucional do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos .....	57
<b>Figura 19</b>	- Modelos para determinação dos preços da água .....	62
<b>Figura 20</b>	- Etapas metodológicas .....	74
<b>Figura 21</b>	- Mapa da área de Manaus e localização dos poços do PIM .....	77
<b>Figura 22</b>	- Proposta de estrutura de cobrança para o PIM .....	80
<b>Figura 23</b>	- Classificação das reservas hídricas subterrâneas .....	86
<b>Figura 24</b>	- Usuários de águas subterrâneas localizadas nas regiões do PIM .....	100
<b>Figura 25</b>	- Regiões produtivas do PIM (m <sup>3</sup> /ano) .....	101
<b>Figura 26</b>	- Quantidades de poços distribuídos nos seus distritos .....	102
<b>Figura 27</b>	- Correlação entre a transmissividade calculada a partir de dados do rebaixamento e recuperação dos níveis d'água .....	104

<b>Figura 28</b> - Volume de realimentação anual ou sazonal do nível de saturação através da série de dados correspondente ao período 2000- 2016 .....	109
<b>Figura 29</b> - Precipitação média do município de Manaus período 2010/2016 .....	116

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	- Anexo único da Lei da PERH/AM .....	59
<b>Quadro 2</b>	- Situação legislativa da gestão dos recursos hídricos .....	59
<b>Quadro 3</b>	- Estrutura básica dos mecanismos de cobrança .....	73
<b>Quadro 4</b>	- O método de Vulnerabilidade GOD, aplicado à área do PIM .....	106

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	- Porosidade total nos sedimentos e rochas sedimentares .....	25
<b>Tabela 2</b>	- Parâmetros hidrogeológicos do Aquífero Alter do Chão .....	36
<b>Tabela 3</b>	- Histórico dos fundamentos legais da cobrança pelo uso da água .....	45
<b>Tabela 4</b>	- Instrumentos econômicos .....	64
<b>Tabela 5</b>	- Instrumentos de precificação relacionados ao uso da água .....	65
<b>Tabela 6</b>	- A classificação da receita cobrança pelo uso .....	67
<b>Tabela 7</b>	- Os principais métodos econômicos (Modelo Otimização) da valoração da água utilizados na aplicabilidade dos Recursos Hídricos .....	72
<b>Tabela 8</b>	- Parâmetros Hidrodinâmicos/Segmento analisado do Poço do distrito-II .	103
<b>Tabela 9</b>	- Informações técnicas dos parâmetros hidrodinâmicos dos poços .....	103
<b>Tabela 10</b>	- Coeficiente de uso ( $KU_{so}$ ) .....	105
<b>Tabela 11</b>	- Coeficiente tipo de manancial ( $KMc$ ) .....	107
<b>Tabela 12</b>	- Coeficiente característica do aquífero ( $K_{Aq}$ ) .....	108
<b>Tabela 13</b>	- Valores do coeficiente $K_5$ (Reserva explotável - $K_{Expl}$ ) .....	114
<b>Tabela 14</b>	- Valores do coeficiente de enquadramento água subterrânea do PIM .....	114
<b>Tabela 15</b>	- Taxas médias mensais da precipitação em Manaus no período de 2010 - 2016 .....	115
<b>Tabela 16</b>	- Valores do coeficiente $K_7$ (Sazonalidades ( $S_{K_{saz-Chu}}/S_{K_{saz-Sesti}}$ ) da Área do PIM .....	117
<b>Tabela 17</b>	- Coeficientes de ponderação de captação ( $K_{Cap}$ ) .....	117
<b>Tabela 18</b>	- Coeficiente de ponderação ETE do PIM .....	118
<b>Tabela 19</b>	- Coeficientes de ponderação de classe do corpo receptor ( $K_{Clas Rep}$ ) .....	119
<b>Tabela 20</b>	- Coeficientes de ponderação de lançamento de diluição ( $C_{Plan}$ ) .....	120
<b>Tabela 21</b>	- Índices de água de reuso para obter o desconto da cobrança .....	120
<b>Tabela 22</b>	- Pacto das metas progressivas de melhoria da qualidade da água ( $K_{quali}$ )	121
<b>Tabela 23</b>	- Coeficientes Ponderadores para captação subterrânea ( $CP_{cap}$ ) .....	123
<b>Tabela 24</b>	- Coeficientes Ponderadores para diluição de efluente ( $CP_{cap}$ ) .....	123
<b>Tabela 25</b>	- Arrecadações resultantes da simulação 1 em R\$ para o valor total a ser cobrança pela captação ( $VCC$ ) .....	126
<b>Tabela 26</b>	- Arrecadações resultantes da simulação 2 em R\$ do valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora ( $VCL$ ) .....	127

**Tabela 27** - Arrecadações resultantes da simulação 3 em R\$ pelos valores totais a ser cobrança (VTC), considerando os três cenários estabelecidos ..... 130

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice 1</b>	- Relação das empresas com projetos plenos aprovados pela SUFRAMA .....	155
<b>Apêndice 2</b>	- Usuários do Polo Industrial - I .....	162
<b>Apêndice 3</b>	- Usuários do Polo Industrial - II .....	163
<b>Apêndice 4</b>	- Usuários do Polo Industrial - III .....	164

w

## LISTA DE SIGLAS

- ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Brasileira
- ANA – Agência Nacional de Águas
- CBH - Comitês de Bacia Hidrográfica
- CERH/AM - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas
- CNARH-40 - Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos versão 40
- COGERH - Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CP – Coeficiente de ponderação
- $CP_{cap}$  - Coeficiente de ponderação de captação
- $CP_{lanç}$  - Coeficiente de ponderação para lançamento de diluição
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil
- CTOCC - Câmara Técnica de Outorga, Cobrança e Compensações do CERH/AM
- DBO - Quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica para uma forma inorgânica estável
- DBO<sub>5,20</sub> - Quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias a uma temperatura de 20°C.
- FERH – Fundo Estadual de Recursos Hídricos
- GOD - Métodos para Determinação da Vulnerabilidade de Aquíferos
- ICC – Instrumento de comando e controle
- IE – Instrumento econômico
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Estática
- IPAAM - Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas
- $K_1$  – Tipo de usuário - $K_{TU}$
- $K_2$  – Tipo de uso - $K_{Uso}$
- $K_3$  – Tipo de manancial - $K_{MC}$
- $K_4$  – Característica do Aquíferos- $K_{Aq}$
- $K_5$  – Reserva explotável- $K_{Expl}$
- $K_6$  – Classe - $K_{Classe}$
- $K_7$  – Sazonalidade-Chuvosa e Estaiagem
- $K_8$  – Eficiência de DBO
- $K_9$  – Classe do corpo receptor

MMA – Ministério do Meio Ambiente  
ND - Nível Dinâmico  
NE - Nível Estático  
PERH - Política Estadual de Recursos Hídricos  
PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente  
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos  
PIM - Polo Industrial de Manaus  
pH - Potencial Hidrogeniônico  
PIS – Programa de Integração Social  
PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente  
PPP – Princípio Poluidor Pagador  
PPB – Processo Produtivo Básico  
PPU – preço público unitário  
PP - Preço Padrão  
Pu - Preço Público  
PPU<sub>1</sub> – Preço em reais por metro cúbico de água captada  
PPU<sub>2</sub> – Preço em reais por metro cúbico de água diluída de efluente tratado em Demanda Bioquímica de Oxigênio  
PUP – Princípio Usuário Pagador  
PROCOMITÊS – Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas  
QEf – Vazão de efluente  
Qcap – Vazão de captação  
Qcon – vazão de consumo  
Ra – Reserva Ativa  
Re – Reservas Explotáveis  
Rr – Reserva Renovável  
RR – Reserva Reguladora  
Rp – Reserva Permanente  
Rs – Reservas Seculares  
Rt – Reservas Totais  
RMM - Região Metropolitana de Manaus  
SAG - Superintendência de Apoio à Gestão  
SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente  
SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus

VCC – Valor total a ser cobrado mensal (R\$/mês) pela captação

VCL – Valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora (R\$/mês)

VEF – Valor mensal consumido pelo usuário, em metros cúbicos

ZA – Zona de aeração

ZFM - Zona Franca de Manaus

ZNS – Zona não saturada

ZS – Zona saturada

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	20
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	23
<b>2.1</b>	<b>Visão geral do ciclo hidrológico</b> .....	23
<b>2.2</b>	<b>Características das águas subterrâneas e dos aquíferos</b> .....	26
<b>2.3</b>	<b>Síntese dos diagnósticos ambientais da cidade de Manaus</b> .....	28
<b>2.3.1</b>	<i>Geologia</i> .....	28
<b>2.3.2</b>	<i>Ocorrência de falhas geológicas</i> .....	30
<b>2.3.3</b>	<i>Caracterização dos solos</i> .....	33
<b>2.3.4</b>	<i>Características das águas superficiais</i> .....	33
<b>2.3.5</b>	<i>Características das águas subterrâneas de Manaus</i> .....	35
2.3.5.1	<i>Os riscos de contaminação</i> .....	37
2.3.5.2	<i>Os riscos da superexploração</i> .....	40
<b>2.4</b>	<b>Aspectos legais dos recursos hídricos</b> .....	42
<b>2.4.1</b>	<i>Água e recurso hídrico</i> .....	42
<b>2.4.2</b>	<i>Aspectos legais da cobrança</i> .....	43
<b>2.4.3</b>	<i>Legislação estadual</i> .....	47
2.4.3.1	<i>Sistema Estadual de Gerenciamento do Recurso Hídrico Estadual (SEGREH)</i> .....	49
2.4.3.1.1	Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/AM) .....	50
2.4.3.1.2	Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH's) .....	51
2.4.3.1.3	Secretaria de Estado Meio Ambiente (SEMA) .....	52
2.4.3.1.4	Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) .....	54
2.4.3.1.5	Agência de água .....	56
<b>2.5</b>	<b>Cobranças pelo uso dos recursos hídricos de domínio estadual</b> .....	57
<b>2.6</b>	<b>Aspectos conceituais dos modelos econômicos</b> .....	61
<b>2.6.1</b>	<i>Modelo Arrecadatório (Precificação Administrativa)</i> .....	62
<b>2.6.2</b>	<i>Modelo Otimização Econômica (Precificação Mercadológica)</i> .....	67
2.6.2.1	<i>Teoria da Demanda e a disposição de pagar</i> .....	68
2.6.2.2	<i>Política de Preços Ótimos ou Análises Custo Benefício</i> .....	70
2.6.2.3	<i>Análise Custo Efetividade</i> .....	70
2.6.2.4	<i>Mercado de direito de uso da Água</i> .....	70

2.7	<b>Estruturas de cobrança pelo uso da água</b> .....	72
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	74
3.1	<b>Caracterização do polo industrial de Manaus (PIM)</b> .....	74
3.1.1	<i>Aspectos históricos e econômicos</i> .....	74
3.1.2	<i>Localização da área de estudo</i> .....	76
3.2	<b>Base de dados usuários do PIM</b> .....	78
3.2.1	<i>Uso da plataforma do CNARH-40</i> .....	78
3.2.2	<i>Uso de documentos técnicos e legais</i> .....	79
3.3	<b>Estruturas de cobrança pelo uso da água do PIM</b> .....	79
3.3.1	<i>Base de cálculo</i> .....	81
3.3.2	<i>Preço unitário</i> .....	81
3.3.3	<i>Coefficientes</i> .....	82
3.3.3.1	<i>Coefficientes de ponderação de captação (CPcap)</i> .....	83
3.3.3.1.1	Coeficiente $K_1$ (Tipo de usuário - KTU) .....	84
3.3.3.1.2	Coeficiente $K_2$ (Tipo de uso - KUse) .....	84
3.3.3.1.3	Coeficiente $K_3$ (Tipo de manancial - KMc) .....	84
3.3.3.1.4	Coeficiente $K_4$ (Característica aquífero - KAq) .....	85
3.3.3.1.5	Coeficiente $K_5$ (Reserva explotável - KExpl) .....	85
3.3.3.1.5.1	Reserva Renovável (Rr), Reserva Reguladora ou Reserva Ativa (Ra) .....	87
3.3.3.1.5.2	Reserva Permanente (Rp), Reserva Seculare (Rs) .....	88
3.3.3.1.5.3	Reservas Explotáveis (Re) ou Potencialidade Aquífera (P) .....	88
3.3.3.1.5.4	Reservas Totais (Rt) ou Reservas Naturais .....	89
3.3.3.1.5.5	Disponibilidade .....	90
3.3.3.1.5.6	Disponibilidade Efetiva (disponibilidade Instalada) .....	90
3.3.3.1.6	Coeficiente $K_6$ (Classe do corpo captação - KClasseCap) .....	91
3.3.3.1.7	Coeficiente $K_7$ (Sazonalidade-chuvosas e Estiagem - KSaz.Chu e KSaz.Sesti) .....	91
3.3.3.2	<i>Coefficientes de Ponderação de Lançamento (CPlanç)</i> .....	91
3.3.3.2.1	O $K_1$ (Tipo de usuário - KTU), $K_7$ (Sazonalidades-chuvosas e Estiagem - SKsaz.Chu/SKsaz.Sesti) e $K_9$ (Classe do corpo receptor-KClasse. Recp) ....	93
3.3.3.2.2	Coeficiente $K_{10}$ (Eficiências de DBO - KEfDBO) .....	94
3.3.3.3	<i>Coeficiente de Ponderação de Incentivo (CPI)</i> .....	94
3.3.3.3.1	Coeficientes $K_{10}$ (Pacto de meta progressiva de melhoria da qualidade da	

	água - Kquali) .....	95
93.3.3.3.2	Coeficientes $K_{11}$ (Índice de reuso - Kreuso) .....	95
3.3.3.3.3	Coeficiente $K_{12}$ (Investimento estrutural - K1e) .....	96
<b>3.4</b>	<b>Fórmula final da proposta de cobrança do PIM</b> .....	96
<b>3.5</b>	<b>Simulações dos valores propostos dos coeficientes de ponderação</b> .....	98
<b>3.6</b>	<b>Elaboração da minuta do Ato Normativo</b> .....	99
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	100
<b>4.1</b>	<b>Base de dados usuários do PIM</b> .....	100
<i>4.1.1</i>	<i>Uso da plataforma do CNARH-40</i> .....	100
<i>4.1.2</i>	<i>Uso de documentos técnicos</i> .....	102
<b>4.2</b>	<b>Estruturas de cobrança pelo uso da água do PIM</b> .....	104
<i>4.2.1</i>	<i>Coeficientes de ponderação de captação (CPcap)</i> .....	104
<i>4.2.1.1</i>	<i>Coeficientes <math>K_1</math> (Tipo de usuário - KTU)</i> .....	104
<i>4.2.1.2</i>	<i>Coeficiente <math>K_2</math> (Tipo de uso - KUse)</i> .....	105
<i>4.2.1.3</i>	<i>Coeficiente <math>K_3</math> (Tipo de manancial - KMc)</i> .....	106
<i>4.2.1.4</i>	<i>Coeficiente <math>K_4</math> (Caraterística do Aquífero - KAq)</i> .....	108
<i>4.2.1.5</i>	<i>Coeficiente <math>K_5</math> (Reserva explotável - KExpl)</i> .....	108
<i>4.2.1.5.1</i>	Reservas Renováveis (Rr)/Reguladoras (Rr)/Ativa (Ra) .....	108
<i>4.2.1.5.2</i>	Reservas Permanentes (Rp)/ Reservas Seculares (Rs) .....	110
<i>4.2.1.5.3</i>	Reservas Explotáveis (Re) ou Potencialidade Aquífera (P) .....	110
<i>4.2.1.5.4</i>	Reservas Totais (Rt) ou Reservas naturais .....	111
<i>4.2.1.5.5</i>	Disponibilidade .....	112
<i>4.2.1.5.5.1</i>	Disponibilidade Efetiva (disponibilidade Instalada) .....	112
<i>4.2.1.6</i>	<i>Coeficiente <math>K_6</math> (Classe corpo de captação - KClasse.Cap)</i> .....	114
<i>4.2.1.7</i>	<i>Coeficiente <math>K_7</math> (Sazonalidades-Chuvosas e Estiagem - SKsaz.Chu/ SKsaz.Sesti)</i> .....	115
<i>4.2.2</i>	<i>Coeficiente de Ponderação para Lançamento de Diluição de Captação (CPlanç)</i> .....	117
<i>4.2.2.1</i>	<i>Coeficiente <math>K_7</math> (Sazonalidade-Chuvosas e Estiagem - SKsaz.Chu/SKsaz Sesti)</i> .....	117
<i>4.2.2.2</i>	<i>Coeficiente <math>K_1</math> (Tipo de usuário - KTU)</i> .....	118
<i>4.2.2.3</i>	<i>Coeficiente <math>K_8</math> (Eficiência de DBO - KEfDBO)</i> .....	118
<i>4.2.2.4</i>	<i>Coeficiente <math>K_9</math> (Classe do corpo receptor - KClasse.Rept)</i> .....	118

<b>4.2.3</b>	<b><i>Coefficientes de ponderação de incentivo (CPI)</i></b> .....	120
4.2.3.1	<i>Coefficiente de ponderação de índice de reuso (Kreuso)</i> .....	120
4.2.3.2	<i>Coefficiente de ponderação do pacto das metas progressivas de melhoria da qualidade da água (Kquali)</i> .....	121
4.2.3.3	<i>Coefficiente de ponderação de investimentos estruturais (Kie)</i> .....	122
<b>4.3</b>	<b>Simulações dos valores prepostos dos coeficientes de ponderação</b> .....	124
<b>4.4</b>	<b>Elaboração da minuta do Ato Normativo</b> .....	132
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES</b> .....	143
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	145
<b>7</b>	<b>APÊNDICES</b> .....	155
<b>7.1</b>	<b>APÊNDICE 1 - Relação das empresas com projetos plenos aprovados pela SUFRAMA</b> .....	155
<b>7.2</b>	<b>APÊNDICE 2 - Usuários do PIM - I</b> .....	162
<b>7.3</b>	<b>APÊNDICE 3 - Usuários do PIM - II</b> .....	163
<b>7.4</b>	<b>APÊNDICE 4 - Usuários do PIM - III</b> .....	164

## 1. INTRODUÇÃO

A experiência brasileira em cobrança pelo uso dos recursos hídricos, como instrumento de gestão, é bastante diversificada em todo território nacional. Essa diversificação decorre da relação entre demandas hídricas, usos múltiplos e disponibilidade hídrica quanti-qualitativa superficial e subterrânea que não são uniformes nas diferentes regiões do país.

A distribuição heterogênea dos recursos hídricos fica evidente quando se observa o cenário amazônico, onde as águas superficiais e subterrâneas correspondem a 68% do total do país, em uma área de 45% do território e com 7% da população brasileira (ANA, 2010). Essa abundância na região proporciona a falsa ideia de que estas águas são infinitas, e por essa razão, pouca atenção tem sido dada à sua conservação.

Para corroborar com nessa situação, a ausência de mecanismos de proteção (instrumentos legais) e de saneamento básico (coleta e tratamento de esgoto) tem contribuído de maneira contundente para tornar os reservatórios (superficiais/subterrâneos) mais fragilizados.

A partir da instalação da Zona Fraca de Manaus (ZFM), o crescimento populacional e econômico do município de Manaus ocorreu de forma exponencial, sendo atualmente a cidade mais populosa do estado do Amazonas e da região amazônica brasileira, com uma população estimada de 2.130.264 habitantes (IBGE, 2017), que lhe conferiu uma densidade demográfica, em 2015, de 180,48 habitantes/km<sup>2</sup>, com base na área municipal de 11.401,092 km<sup>2</sup>. Com a instalação da ZFM a degradação ambiental cresceu nas últimas cinco décadas, destacando-se as que afetaram a disponibilidade hídrica quanti-qualitativa superficial e subterrânea, representadas pela poluição urbana dos igarapés (diluição de efluente tratado ou não) e a superexploração dos aquíferos.

Com relação aos inúmeros igarapés que banham a cidade de Manaus, muitos deles tem sido receptores de efluentes, recebendo diariamente carga de poluentes com pouco ou nenhum tratamento. Isto é facilmente observado em igarapés como Educandos, Quarenta, Franco, Mestre Chico, Bolívia, Tarumã, Franceses, Gigante e Mindu, que compõem as quatro micro bacias de drenagem no município (São Raimundo, Educandos, Tarumã e Aleixo).

No que se referem às águas subterrâneas, estas têm grande destaque no cenário estadual, apesar de ainda não receberem por parte das autoridades competentes a devida atenção no que diz respeito a sua proteção e uso racional. Porém, o uso desenfreado dos aquíferos, por perfurações de poços, sem nenhum controle técnico, vem ocorrendo mudanças significativas nas variações naturais dos níveis hidrodinâmicos (estático e dinâmico), em razão das grandes vazões ao longo dos anos e, por conseguinte resultaram em um período curto de tempo em grande rebaixamento, ou seja, a extração está superior à recarga do aquífero (superexploração).

Diante disso, surge à necessidade do uso racional das águas de domínio estadual, com a implementação de regulamentos administrativos, técnicos e legais na busca da gestão e sustentabilidade dos recursos hídricos, por quem exerce o seu domínio legal, seus usuários, especialmente o setor industrial.

Não obstante, a Lei Federal nº. 9.433/97 e a Lei Estadual nº. 3.167/07 doutrinam nos seus objetivos que a cobrança pelo uso da água a reconhece como um bem econômico, de domínio público, dotado de valor econômico e ao mesmo tempo contribui para compressão de uso consciente desse bem.

A cobrança pela utilização das águas não é princípio contido na Constituição Federal, cabe aos Estados à competência para editar normas administrativas sobre a gestão e cobrança das suas águas, mesmo sob a forma de lei (POMPEU, 2006).

Tanto na Lei Federal quanto na Estadual, a cobrança pelo uso de recursos hídricos é contemplada. No entanto, o Estado do Amazonas ainda não a realiza. A viabilidade deste instrumento de gestão passa necessariamente pela existência de profissionais devidamente capacitados, estrutura física dos órgãos gestor e fiscalizador e por fim, pela vontade política que atenda as diretrizes da gestão hídrica do Estado.

É nesse contexto, e diante da complexidade da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, que este estudo tem como objetivo a elaboração de uma proposta de cobrança pelo uso da água subterrânea pelo setor industrial de Manaus - Amazonas, visando à racionalização de seu uso (captação/diluição). Esta pesquisa apresenta como produto uma proposta de minuta de Instrução Normativa de Regulação da Cobrança do uso da água pelo setor industrial de Manaus, ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas (CERH/AM).

Esta dissertação abrange três capítulos. No primeiro buscou-se como base de dados literatura específica (técnicas e legais), que compõem a fundamentação teórica deste trabalho. É apresentada uma visão geral do ciclo hidrológico enfatizando as características gerais das águas subterrâneas e os aquíferos, também é feita uma síntese dos diagnósticos ambientais da cidade de Manaus, envolvendo a geologia, falhas geológicas, solos, águas superficiais e subterrâneas e os riscos de contaminações e superexploração. No campo dos aspectos legais foi necessário obter informações a respeito do arcabouço legal referente à cobrança dos recursos hídricos, como a legislação federal e estadual. Ainda procurou-se abordar os principais conceitos de modelos econômicos (“Arrecadatório” e “Otimização”), o que foi imprescindível para a formulação da precificação do uso da água subterrânea no Polo Industrial de Manaus (PIM).

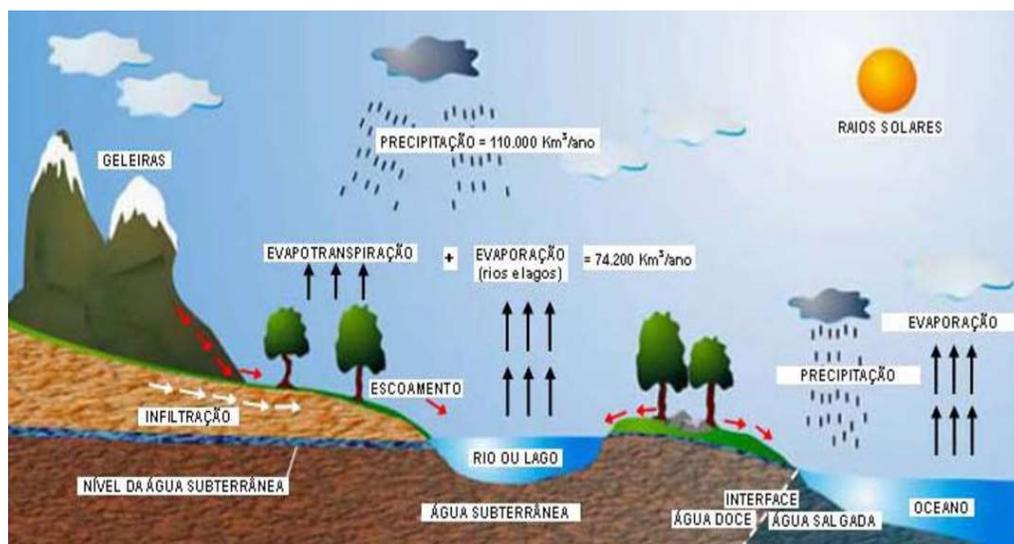
O segundo capítulo disserta sobre os procedimentos metodológicos com uma breve caracterização da área de estudo (Polo Industrial de Manaus). O terceiro capítulo trata da análise e discussão dos resultados obtidos, trazendo a proposta de cobrança e a minuta de Instrução Normativa para a Regulação da Cobrança.

De uma forma mais ampla, o mecanismo de cobrança pelo uso dos recursos hídricos que este trabalho propõe buscou a simplicidade estrutural, a racionalidade e a adoção de práticas não poluidoras, a fim de garantir a credibilidade e confiança entre as indústrias do polo industrial de Manaus.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Visão geral do ciclo hidrológico

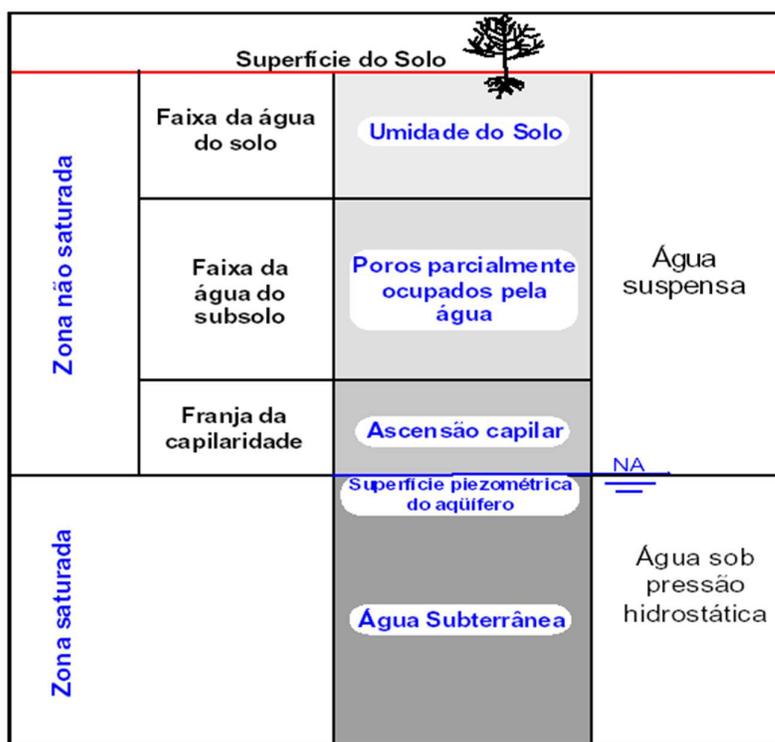
O ciclo hidrológico é o princípio unificador fundamental de tudo o que se refere à água no planeta, sendo o modelo pelo qual se representam a interdependência e o movimento contínuo da água nas fases sólida, líquida e gasosa (AGUINAGA, 2007). Segundo a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS, 2008), o ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre. A água no estado sólido ocorre nas geleiras, a forma gasosa está na atmosfera como vapor, em nuvens. Acima da superfície do solo, a água no estado líquido corre em rios, lagos e oceanos (ABAS, 2008). Na Figura 1 é apresentado um modelo simplificado do ciclo hidrológico.



**Figura 1.** Componentes simplificados do ciclo hidrológico. Fonte: ABAS (2003).

Ao se infiltrar no solo, a água da chuva passa por uma porção do terreno chamada de zona não saturada (ZNS) ou zona de aeração, onde os poros são preenchidos parcialmente por água e por ar. Parte da água infiltrada no solo é absorvida pelas raízes das plantas e por outros seres vivos ou evapora e volta para a atmosfera. O restante da água, por ação da gravidade, continua em movimento descendente. No seu percurso, o excedente

de água acumula-se em zonas mais profundas, preenchendo totalmente os poros e formando a zona saturada (ZS) (Figura 2). Nas regiões áridas e semiáridas, os processos de evaporação e transpiração prevalecem, dificultando a infiltração da água até a zona saturada. No topo da zona saturada existe uma faixa chamada de franja capilar, onde todos os poros estão preenchidos por água, mas ela está presa aos grãos da rocha pelo efeito da capilaridade. O limite entre as zonas não saturada e saturada é comumente chamado de lençol freático (ARANTES, 2018).



**Figura 2.** Zonas de aeração e saturação. Fonte: Arantes (2018)

A água que circula na zona saturada é chamada de água subterrânea. A quantidade de água armazenada na rocha depende da sua porosidade, isto é, o volume de poros vazios em relação ao volume total da rocha. Normalmente, depósitos de sedimentos inconsolidados (cascalho, areia, silte, argila), incluindo os solos, apresentam porosidade maior do que as rochas (arenito, calcário, folhelho, rochas fraturadas etc.) (ARANTES, 2018). A porosidade também tende a ser maior em materiais com pouca variação no tamanho dos grãos, como nas areias uniformes, por exemplo, naqueles com grande

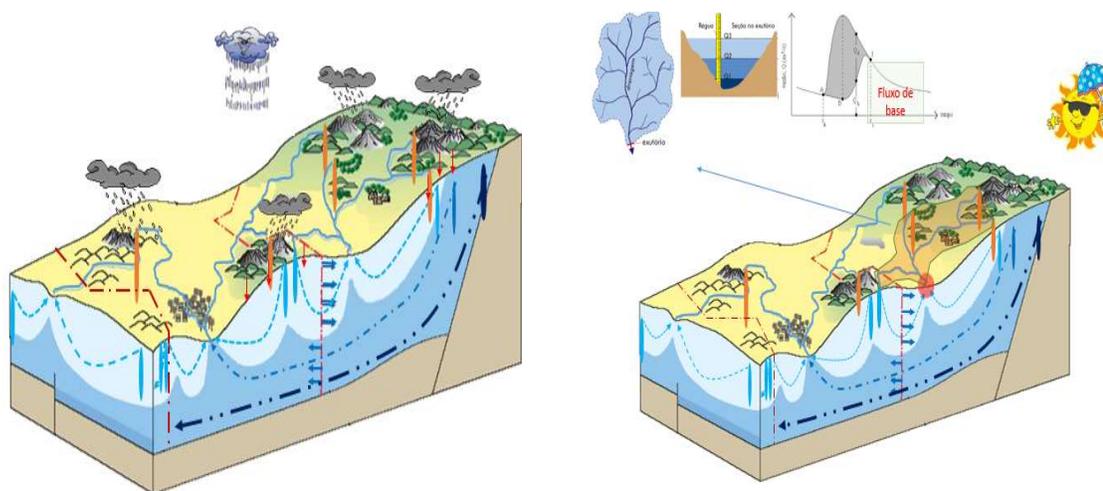
variação granulométrica, onde partículas menores se alojam entre grãos maiores, conforme a tabela 1 (DOMENICO, SCHWARTZ, 1998; DETER, 1994).

**Tabela 1.** Porosidade total nos sedimentos e rochas sedimentares

Sedimentos (*)	Diâmetro da partícula (mm)	Porosidade total dos sedimentos (%)	Rochas Sedimentares (**)	Porosidade total das rochas (%)
Cascalho	< 2,0	24-38	Arenito	5-30
Areia grossa	0,2-2,0	31-46	Saltito	21-41
Areia fina	0,02-0,2	26-53	Calcário/Dolomito	0-40
Silte	0,002-0,02	34-61	Calcário/Cáustico	0-40
Argila	>0,002	34-60	Folhelho	0-40

Fonte: (\*) Domenico e Schwartz (1998); (\*\*) Deter (1994).

De acordo com a Agência Nacional de Água (ANA, 2010), dentro de uma visão sistêmica do ciclo hidrológico, as águas superficiais e subterrâneas estão intimamente interligadas, ou seja, as nuvens se formam pela evaporação da água presente nos continentes e nos oceanos e também pela transpiração dos seres vivos (Figura 3).



**Figura 3.** Visão Sistemática do ciclo hidrológico. Fonte: Puri (2002).

Quando precipitada (chuvas) nos continentes, parcelas delas são transferidas para a subsuperfície, atingindo os estratos mais profundos. É nos poros do solo e dos sedimentos e nas fraturas da rocha que se concentra a água dos aquíferos. Mas ela não fica

parada, circula, mesmo que lentamente, até atingir áreas de descarga, que podem ser rios, lagos, nascentes, áreas encharcadas e oceanos. A descarga da água subterrânea nos corpos de água superficial é denominada de escoamento básico e é responsável por manter o nível da água dos rios e lagos em épocas sem chuva.

De acordo com Hirata *et al.* (1991), água subterrânea é também responsável pelo fluxo de base dos rios, sendo responsável pela sua perenização durante os períodos de estiagem. Essa contribuição em todo o mundo é da ordem de 13.000 km<sup>3</sup>/ano, quase 1/3 da descarga dos rios.

## **2.2 Características das águas subterrâneas e dos aquíferos**

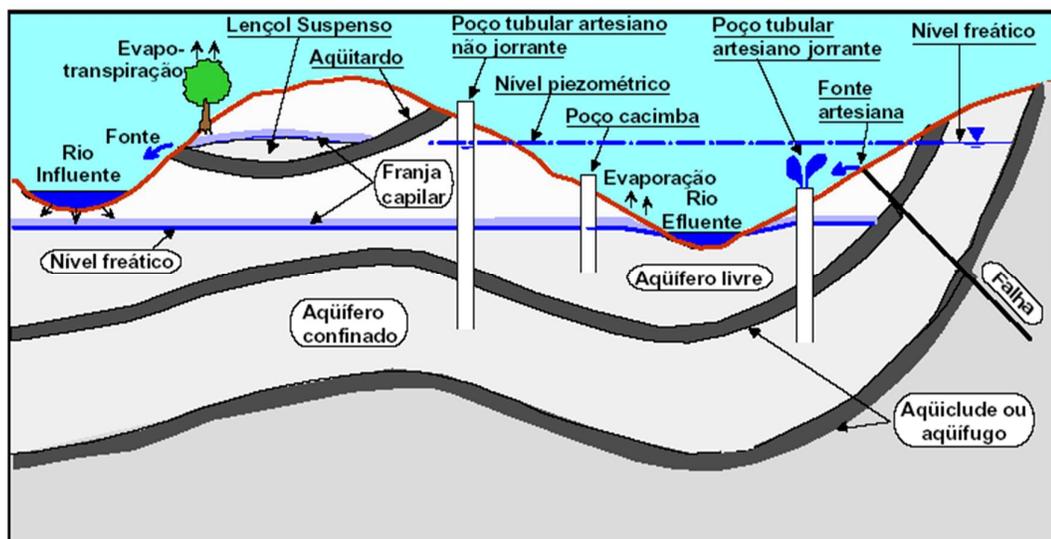
As águas subterrâneas são realimentadas pelas infiltrações de águas de origem meteóricas (chuvas). Essas águas fluem lentamente (mm/dia, cm/dia ou m/dia) pelos poros e ou fissuras/fraturas intercomunicantes das rochas, armazenando-se em reservatórios subterrâneos ou alimentando os rios (efluência), lagos e nascentes durante os períodos sem chuvas, ou ainda, vão desaguar diretamente nos oceanos e mares, de onde evaporam e sobem à atmosfera para dar origem a novas chuvas, representando parcela significativa do ciclo hidrológico (ABAS, 2008).

Conforme a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 15/2001, as águas subterrâneas são aquelas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo, suscetíveis de extração e utilização. Observa-se que a legislação considera águas subterrâneas tanto as resultantes dos processos naturais quanto dos artificiais, ou seja, daqueles decorrentes da intervenção do homem, tratando-as indistintamente. O aquífero, por sua vez, segundo o inciso III da mencionada Resolução, é o corpo hidro geológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos. O aquífero constitui, portanto, a rocha que possui porosidade e permeabilidade para acúmulo de uma quantidade considerável de água. Assim, "enquanto as águas subterrâneas correspondem ao conteúdo, os aquíferos constituem o suporte onde elas ocorrem no subsolo" (SILVA, 2003).

Matta e Cavalcante (2015) destacam que o aquífero é uma formação geológica, constituída por rochas permeáveis seja pela porosidade granular ou pela porosidade fissural, capaz de armazenar e transmitir quantidades significativas de água. O aquífero

pode ser de variados tamanhos. Eles podem ter extensão de poucos km<sup>2</sup> a milhares de km<sup>2</sup>, ou também, podem apresentar espessuras de poucos metros a centenas de metros (MATTA e CAVALCANTE, 2015). A Figura 4 retrata a representação esquemática das águas subterrâneas com seus respectivos aquíferos.

De acordo com Hirata *et al.* (1991) um aquífero é uma formação geológica com suficiente permeabilidade e porosidade interconectada para armazenar e transmitir quantidades significativas de água, sob gradientes hidráulicos naturais.

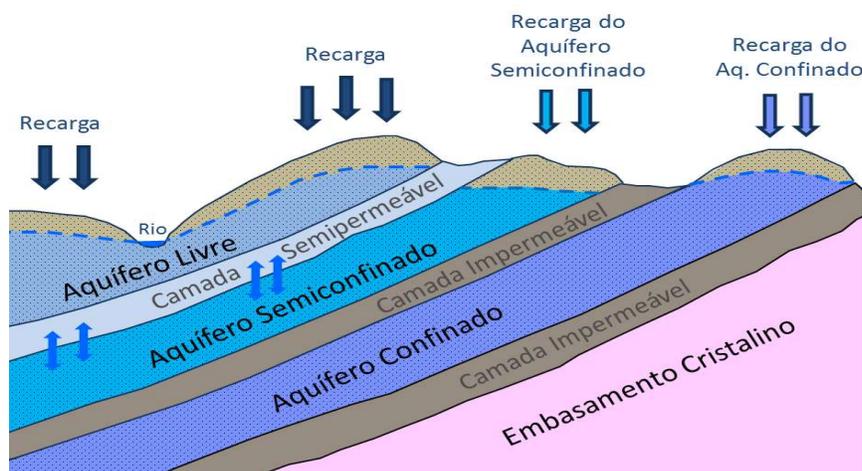


**Figura 4.** Representação esquemática da porção subterrânea (aquífero) do ciclo hidrológico. Fonte: Modificado de Pinto *et al.* (1976) *apud* Oliveira e Brito (1998), *In* Matta e Cavalcante (2015), *In* Arantes (2018).

Para Martins (1976), na fase de circulação, devido ao acúmulo de água são formados os lençóis subterrâneos, que podem ser de dois tipos: o lençol freático que é identificado como aquele que possui a sua superfície livre e que está sujeito à pressão atmosférica e o lençol cativo, quando está confinado entre duas camadas impermeáveis, sendo a pressão na superfície superior diferente da atmosférica.

A Figura 5 exemplifica o comportamento das condições dos aquíferos: (A) Aquífero livre, também chamado de freático ou não confinado, é aquele cujo limite superior é a superfície de saturação ou freático na qual todos os pontos se encontram à pressão atmosférica; (B) Aquífero semi-confinado ou confinado drenante, que é aquele que

pelo menos uma das camadas limítrofes é semipermeável, permitindo a entrada ou saída de fluxos e (C) Aquífero confinado ou confinado não drenante, chamado de aquífero sob pressão, é aquele onde a pressão da água em seu topo é maior do que a pressão atmosférica, ou seja, é aquele em que as camadas limítrofes, inferior e superior, são impermeáveis (ANA, 2015).



**Figura 5.** Modelo simplificado da condição dos aquíferos. Fonte: ANA (2015).

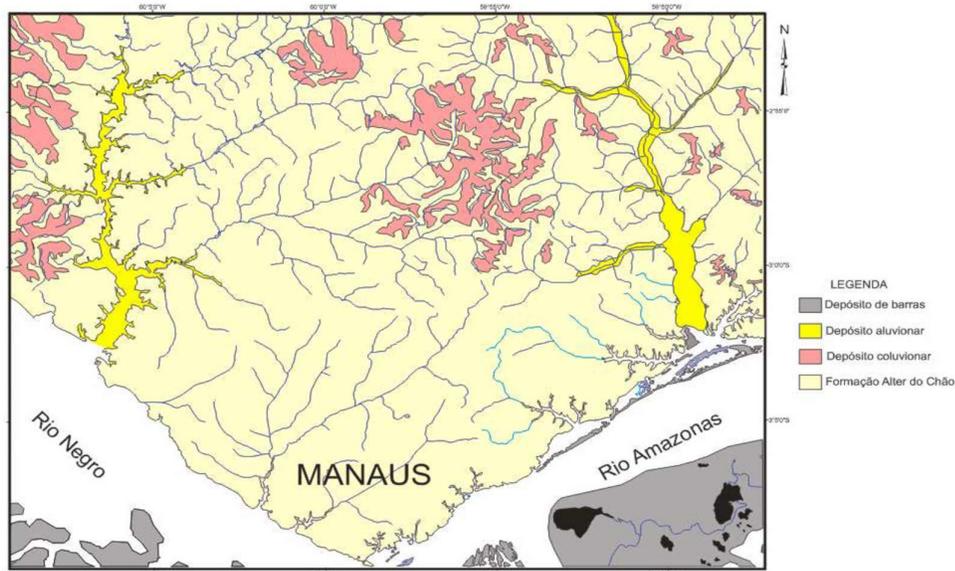
Para Serra (2002), outras contribuições da geologia para o comportamento hidroquímico das águas subterrâneas são os constituintes iônicos como: potássio ( $K^+$ ), sódio ( $Na^+$ ), cálcio ( $Ca^+$ ), cloretos ( $Cl^-$ ), ferro ( $Fe^-$ ), flúor ( $F^-$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), manganês ( $Mn^+$ ) e Nitrato ( $NO_3^-$ ), que representam uma estreita relação com rochas hospedeiras com água subterrâneas. Para a referida autora, as quantidades presentes destes sais refletem não somente os substratos rochosos percolados, mas variam também em função do comportamento geoquímico dos compostos químicos envolvidos.

## 2.3 Sínteses dos diagnósticos ambientais da cidade de Manaus

### 2.3.1 Geologia

A cidade de Manaus está assentada sobre rochas sedimentares intemperizadas, de idade cretácea, da Formação Alter do Chão. Esta unidade sedimentar, unidade basal do

Grupo Javari, representa a sedimentação flúvio-lacustre da Bacia Sedimentar do Amazonas (CAPUTO *et al.*, 1972; CAPUTO, 1984 e CUNHA *et al.*, 1994) (Figura 6).



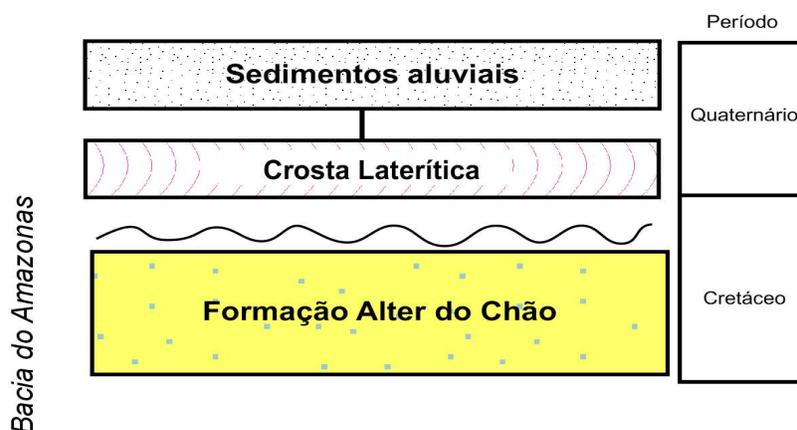
**Figura 6.** Mapa geológico da cidade de Manaus com a distribuição ampla da Formação Alter do Chão e os depósitos aluvionares situados ao longo dos igarapés. Fonte: Cunha *et al.* (1994).

A Formação Alter do Chão se distribuiu em uma vasta região na Bacia do Amazonas, e é composta por arenitos avermelhados silicificados com granulação fina a média, intercalados com níveis argilosos e caulíníticos e arenitos inconsolidados. Essas rochas apresentam estruturas sedimentares, tais como, estratificações tabulares, cruzadas e planoparalelas e, como conteúdo fossilífero, fragmentos vegetais e indícios de manifestação biológica (CAPUTO *et al.* 1972; CUNHA *et al.*, 1994).

Conforme Aguiar *et al.* (2002), uma avaliação litofaciológica permitiu a individualização da formação em quatro principais fácies sedimentares: argilosa, areno-argilosa, arenosa e “Arenito Manaus”. Para os autores, a faciologia mais conhecida da Formação Alter do Chão é composta por corpos areníticos, chamados localmente de “Arenito Manaus”, que ocorrem em subsuperfície como parte da Formação Alter do Chão. Esse material, muito utilizado na construção civil, encontra-se geralmente ao longo de vales nos

igarapés como, por exemplo, na Praia da Ponta Negra e na Cachoeira do Tarumã-Açu, dentre outros locais (RIKER *et al.*, 2016).

Para Neves (1990), a Formação Alter do Chão está constituída por camadas arenosas e argilosas estratificadas, que apresentam dois níveis friáveis: a) o nível superior, situado abaixo do solo latossólico, é formado por camadas argilosas esbranquiçadas, composta por quartzo e argilas caulínicas; b) abaixo desse nível ocorre a camada argilosa avermelhada, constituída por quartzo e óxido de ferro. A Formação Alter do Chão está relacionada a um sistema continental atuante em tempos geológicos do Cretáceo Superior (96 milhões de anos). Conforme a Figura 7 demonstra, acima dessa unidade da Formação Alter do Chão foi desenvolvido o perfil de solo latossólico com crosta laterítica e posteriormente, os sedimentos aluviais recentes (areias e argilas inconsolidadas) foram depositados sobre a unidade Alter do Chão em discordância.



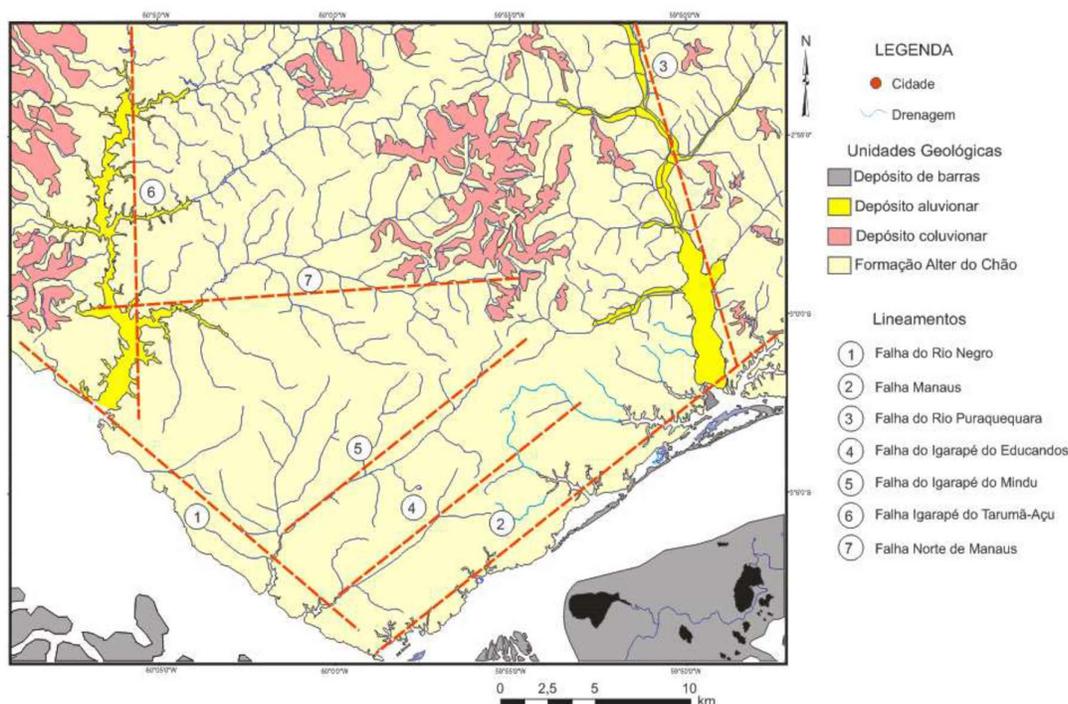
**Figura 7.** Distribuição da Formação Alter do Chão da Bacia Sedimentar do Amazonas na região de Manaus (AM). Fonte: Neves (1990).

### 2.3.2 Ocorrência de falhas geológicas

Inúmeras falhas geológicas são reconhecidas na cidade de Manaus, as quais têm sido descritas por diversos pesquisadores, tais como Igreja e Franzinelli (1990), Silva *et al.* (1994), Fernandes Filho *et al.* (1997) e, mais recentemente, por Silva *et al.* (2003), Silva (2005) e Silva *et al.* (2007).

Segundo Silva (2005), as principais falhas geológicas que ocorrem em Manaus são observadas na Ponta Negra, Avenida do Turismo, Dom Pedro, região da Cidade Nova,

Cachoeirinha, Praça 14, Grande Circular, Distrito Industrial, Colônia Oliveira Machado e Mauzinho, dentre outros locais. Para o autor, estas falhas correspondem a importantes lineamentos tectônicos que exercem um controle efetivo no sistema de relevo e na drenagem dessa cidade. O padrão estrutural desse conjunto de falhas obedece às direções NW-SE, NE-SW, N-S e E-W, cuja principal estrutural se relaciona a Falha do rio Negro, com direção N30W e a falha da margem leste da cidade (Falha Manaus) com orientação próxima a E-W, conforme Figura 8.

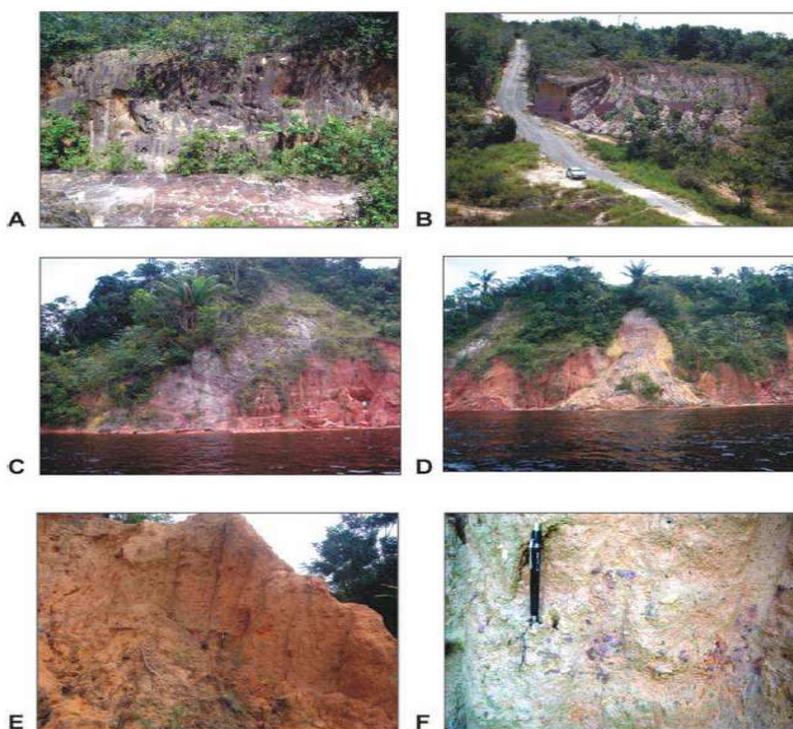


**Figura 8.** Mapa das principais zonas de falhas na cidade de Manaus. Fonte: Silva (2005).

De acordo com Silva (2005), os igarapés Educandos e a Bacia São Raimundo Mindú são controlados por falhas orientadas segundo NE-SW, enquanto seus tributários seguem zonas de fraturas orientadas NW-SE. No entanto, rios como os igarapés Puraquequara, na borda leste da cidade, e o Tarumã-Açu, estão condicionados à falha N-S. Os rios e igarapés da região de Manaus e adjacências estão todos condicionados em falhas geológicas recentes (SILVA, 2005). O referido autor, em estudo de uma seção de perfil (N-S), próximo ao Aeroporto de Ponta Pelada (Bairro da Colônia Oliveira Machado), constatou em um corte, com mais de 20 metros de altura de sedimentos da Formação Alter do Chão sobrepostos pela cobertura argilo-arenosa amarelada e concreções lateríticas

(Figura 9). Nesse corte se observa falhas N35W/34SW com rejeito de poucos metros, que colocam lado a lado o nível avermelhado e o caulínítico dessa formação e deslocam a concreção laterítica no topo.

A Neotectônica está registrada tanto nos litotipos Alter do Chão, bem como nas crostas lateríticas, essa tectônica tem caráter essencialmente rúptil. De acordo com RIKER *et al.*, (2013), as fraturas e/ou falhas, falhamentos normais e às vezes escalonados, transcorrências sinistrais e dextrais de pequeno rejeito, onde em algumas estações mostram que as zonas de cisalhamento deixaram os litotipos Alter do Chão totalmente brechados.



**Figura 9.** Distribuição das unidades litológicas. (A) Perfil latossólico argilo-arenoso amarelo, situado acima da Fm. Alter do Chão. (B) Exposição em corte de estrada do nível caulínítico da Fm. Alter do Chão, mostrando estratos tabulares arenosos e argilosos. (C) Margem direita do rio Amazonas na área do Porto das Lajes que mostra a distribuição vertical dos níveis caulínítico (acima) e ferruginoso (avermelhado) na base. (E) Depósito de colúvio na margem do rio Amazonas. (F) Detalhe do nível basal composto por fragmentos de laterita retrabalhado e grãos de quartzo. Fonte: Silva (2005).

### **2.3.3 Caracterização dos solos**

Foram descritas duas unidades predominantes de solo na cidade de Manaus: os Latossolos e os Neossolos, que são resultado da ação intempérica sobre os sedimentos da Formação Alter do Chão, Cobertura Argilosa do Terciário e plintitos/laterito (VIEIRA, 1975).

Conforme Vieira (1975), os Latossolos são os solos mais evoluídos da paisagem e, como consequência das enérgicas transformações no material constitutivo, são praticamente destituídos de minerais primários ou secundários, menos resistentes ao intemperismo e apresentam baixa reserva de nutrientes. Rodrigues (1996) e Lima (2001) destacam o elevado grau de intemperismo e a pobreza do material de origem, que esses solos apresentam. De maneira geral, são solos muito ácidos e pobres em nutrientes e com elevado teor de alumínio.

Já os Neossolos, segundo Souza (1991), são pouco profundos com típicos materiais arenosos, extremamente lavados, de coloração esbranquiçada de acumulação de húmus e sesquióxidos ou ferro e/ou alumínio.

### **2.3.4 Características das águas superficiais**

A qualidade das águas superficiais é representada por um conjunto de parâmetros, geralmente mensuráveis, de natureza química, física e biológica. Dentro do cenário local, essas características tornam-se bastante evidentes quando consideramos os dois maiores corpos hídricos superficiais que banham a cidade de Manaus, os rios Negro e Amazonas.

O rio Negro nasce na região pré-andina da Colômbia e corre ao encontro do Solimões, logo abaixo de Manaus, para formar o Amazonas, em seu curso, percorre 1.700 quilômetros, drena áreas de baixo relevo e terrenos consolidados, razão da sua baixa velocidade e erosão (CUNHA, PASCOALOTO, 2006). Sua cor é oriunda da drenagem de solos ricos em solutos, provenientes da matéria orgânica em decomposição da floresta e compõem cerca de 50% do material orgânico solúvel (LEENHEER, 1980).

De acordo com Cunha e Pascoaloto (2006), além das variações temporais na composição química das águas que drenam a região periférica na zona Norte de Manaus, os rios Negro e Tarumã-Mirim têm uma concentração bem menor de eletrólitos (15% da

concentração encontrada na região periférica Oeste–rio Solimões); são relativamente ácidas (pH 5,1), havendo dominância de metais alcalinos sódio (Na) e potássio (K) e escassez de metais alcalinos terrosos como o cálcio (Ca), magnésio (Mg) e carbonatos; sua composição é constituída de elementos traços (24%), principalmente ferro (Fe) e alumínio (Al). Os autores comentam ainda, que águas com pH ácido, em torno de 4,5, extremamente pobres em eletrólitos, com predominância bastante acentuada de metais alcalinos (57%), elementos traços (32%) e somente 11% de Ca e Mg (alcalinos terrosos) caracterizam os pequenos igarapés que escoam das florestas de terra-firme da Amazônia Central.

A confluência do rio Negro e Solimões, ocorrida em frente da cidade de Manaus, forma o rio Amazonas. Os dados do rio Amazonas registrados na literatura mostram valores de pH maiores que 6,0 e condutividade elétrica em média de  $99,0 \mu\text{S cm}^{-1}$  (SEYLER, BOAVENTURA, 2003; CUNHA, PASCOALOTO, 2006).

O equilíbrio entre as variáveis físico-químicas, a composição de substâncias na água, vai depender da influência de todo o ecossistema que está presente nos corpos d'águas, por exemplo, o ciclo hidrológico, a lixiviação dos solos pelas chuvas, a derrubada de florestas e a ocupação por população que vem crescendo ao longo do tempo nos grandes centros, além das instalações de empreendimentos na orla das cidades como indústrias ou portos (CAMPOS, 1994; DUPRÉ *et al.* 1996; SHILLER, 1997; VIERS *et al.*, 1997; HORBE *et al.* 2005).

Estudo realizado por Oliveira (2002) mostrou elevadas concentrações de metais como cobre (Cu), crômio (Cr), níquel (Ni), Zinco (Zn), chumbo (Pb) que foram registradas na região do Distrito Industrial de Manaus (Igarapé do Quarenta), onde todas as malhas hídricas desaguam na microbacia do Educandos, que é uma das principais vias de escoamento urbano de Manaus, no rio Negro. Neste estudo, apresentaram concentrações de  $0,02\text{-}9,40 \text{ mg L}^{-1}$  entre os metais Ni, Cr e Cu, e de  $0,47\text{-}29,0 \text{ mg L}^{-1}$  entre os metais Fe, Zn e Mn, que foram encontradas em amostras de água (DIAS, 2001) e valores de  $2,02\text{-}1594 \text{ mg kg}^{-1}$  entre os metais Ni, Cu e Zn na fase de maior labilidade nos sedimentos.

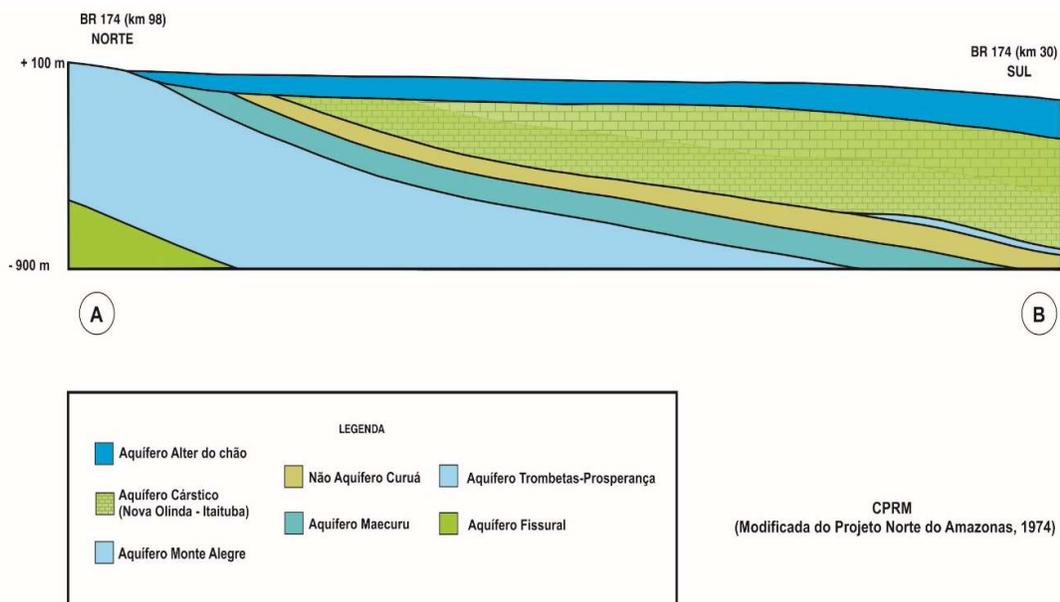
De acordo com Elias e Silva (2001), apesar da grande carga de poluição por metais, que é descarregada no rio Negro, esta, ainda não chegou a influenciar suas características naturais: ácidas, com baixa condutividade, demonstrando grande poder de autodepuração. No entanto, valores menores, de concentrações em água, de n.d.- $0,14 \text{ mg L}^{-1}$  entre os metais Pb, Cu, Ni, Zn e V, foram registrados em estudo ambiental realizado na

região do Rio Amazonas em frente ao município de Novo Remanso (OLIVEIRA, VIEIRA, 2007) à jusante de Manaus.

### 2.3.5 Características das águas subterrâneas de Manaus

A Formação Alter do Chão está inserida na Bacia Sedimentar do Amazonas, ocorrendo de forma aflorante com uma área em torno de 436.000 Km<sup>2</sup> e, na Bacia Solimões em subsuperfície, com uma área de 629.000 km<sup>2</sup>, conforme dados dos estudos de Aguiar, *et al.*, (2002), (Figura 10). Na porção aflorante, trata-se de um aquífero principalmente livre, entretanto na Bacia do Solimões encontra-se confinado, sotoposto à Formação Solimões predominantemente argilosa, e pouco se sabe de suas características hidrogeológicas.

A formação Alter do Chão é responsável pelo abastecimento público dos municípios do Estado do Amazonas como: Manaus, Manacapuru, Rio Preto da Eva, Silves, Itacoatiara, Urucará, São Sebastião do Uatumã, Nova Olinda do Norte, Autazes, Careiro, Careiro da Várzea, Manaquiri, Novo Airão, Iranduba, Itapiranga, Maués, Manicoré, Boa Vista do Ramos, Parintins e Nhamundá.



**Figura 10.** Seção hidrogeológica esquemática da Bacia do Amazonas. Fonte: Aguiar (2012).

Importante destacar que em Manaus a espessura da Formação Alter do Chão é em torno de 230 metros, dos quais 175 metros estão saturados. Para uma porosidade efetiva de 20% em uma área de 500 km<sup>2</sup> tem-se uma reserva de água de 10 km<sup>3</sup>. O nível freático médio das águas do aquífero é de 28 metros. A transmissividade, parâmetro utilizado para medir a facilidade das águas subterrâneas ao atravessar uma seção vertical de largura unitária do aquífero, sugere que os maiores valores ocorram nos setores sudoeste, norte e leste da cidade, e os menores encontrem-se na zona central. Em média situa-se em torno de 3,3 m<sup>3</sup>/h.m, e devido às características intrínsecas dos aquíferos, ou seja, baixa condutividade hidráulica e gradientes, a velocidade de deslocamento das águas é pequena, na ordem de 2,0 cm/dia, segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2002), como apresentado na tabela 2.

**Tabela 2.** Parâmetros hidrogeológicos do aquífero Alter do Chão.

Área da cidade	500 km <sup>2</sup>
Espessura do aquífero	230 m
Porosidade efetiva (estimada)	20%
Reserva subterrânea total	13 km <sup>3</sup>
Velocidade média das águas	2 cm dia <sup>-1</sup>
Profundidade média das águas	28 m
Elevação média das águas	30 m

Fonte: CPRM/AM (2002).

De acordo com o estudo da CPRM (2002) o fluxo principal das águas subterrâneas na cidade é de nordeste para sudoeste (NE-SW), sendo que os fluxos Secundários, com direções diversas, são gerados principalmente pelo rebaixamento provocado pelos igarapés Quarenta, Mindú e Bolívia, associados à baixa transmissividade e a uma exploração elevada nas imediações.

Para Shaft Consultoria (2005), a região de Manaus poderia ser considerada um aquífero único, hidráulicamente indivisível, com características de sistema do tipo livre ou semi-livre. Entretanto, a seção superior do aquífero apresenta estratos argilosos pouco permeáveis intercalados a níveis arenosos, além da presença de horizontes também pouco

permeáveis do arenito silicificado Manaus, que apontam umas condições de fluxos verticais bastante desfavoráveis.

Acrescenta ainda o estudo feito pela Água do Amazonas (2005), que essas condições sugerem a separação de Alter do Chão em dois subníveis aquíferos, sendo o superior (aquífero superior), predominantemente pelítico, caracterizado por forte anisotropia, condutividades hidráulicas verticais sensivelmente menores que as horizontais, em função da presença de horizontes argilosos horizontalmente descontínuos, porém, sucessivos no sentido vertical. O nível aquífero inferior (aquífero inferior) apresenta valores de condutividade hidráulica maiores que os do nível aquífero superior, fluxos horizontais intensos e localmente convergentes para os atuais centros de produção de água subterrânea, assumindo condição de sistema drenante do subnível superior, a partir do rebaixamento generalizado da sua potenciométrica em consequência dos bombeamentos históricos ocorridos na área.

Outra importante observação referente à Formação Alter do Chão foi feita por Souza e Verma (2006), destacando que na cidade de Manaus os aquíferos confinados ou semiconfinados, os poços apresentam vazões até 300 m<sup>3</sup>/h, com profundidades de aproximadamente 220 metros.

#### *2.3.5.1 Os riscos de contaminação*

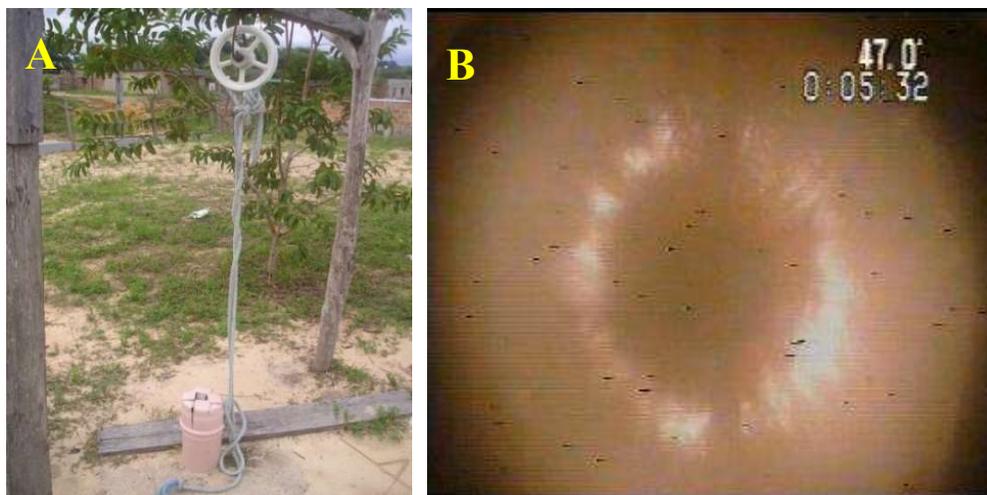
De acordo com Silva e Bonotto (2000), que analisaram 15 poços em Manaus, os valores encontrados para o pH variam de 4,1 a 5,4, indicando que são ácidas as águas dos poços amostrados. A condutividade elétrica variou de 15,1 a 82,9  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , valores que são baixos e indicam que as águas são fracamente mineralizadas, os teores de nitrato são baixos e sempre inferiores a 1,02 mg L<sup>-1</sup>.

Costa et al. (2004), realizaram análise bacteriológica de água realizadas em 120 poços tubulares rasos e profundos da cidade de Manaus, revelando que 60,5% dos poços apresentam água inadequada para o consumo devido à presença de coliformes termotolerantes. Neste mesmo estudo, 75% das amostras apresentam águas inadequadas para o consumo devido à presença de coliformes totais. Estes resultados estão interligados com a profundidade do poço menor de quarenta metros.

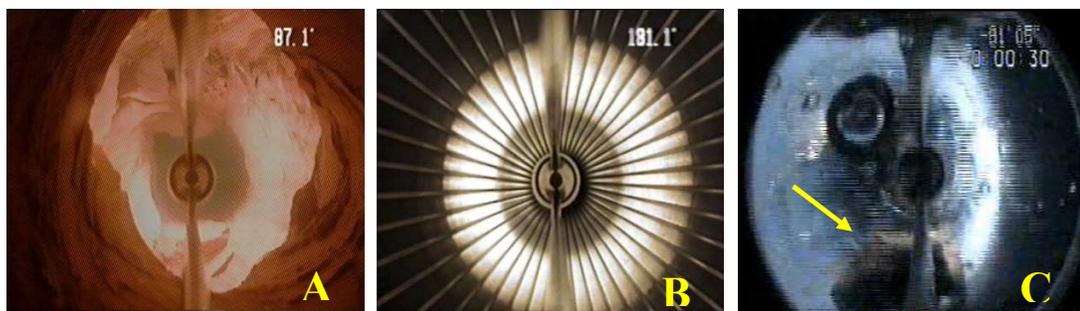
Os aquíferos são menos vulneráveis à poluição do que as águas superficiais. No entanto, produzida a contaminação nos aquíferos, a recuperação, dependendo do tipo de contaminante, pode levar muitos anos e até mesmo tornar-se economicamente inviável (MANOEL FILHO, 1997). Aguiar *et al.* (2002) afirmam que o risco de contaminação do aquífero se dá pela interação de dois fatores: carga contaminante e a vulnerabilidade natural. Desta forma, um aquífero vulnerável numa região deserta, seria de baixo risco.

Segundo Santos e Horbe (2007), as águas subterrâneas podem sofrer contaminação por meio de poços abandonados e/ou pelas deficiências construtivas. Para os autores, o elevado custo de tratamento e distribuição deficiente de água potável em Manaus levou a população a procurar alternativas de abastecimento, e assim, passaram a utilizar mais das águas subterrâneas, e conseqüentemente, procuraram os perfuradores locais para construir os seus próprios poços (rasos e profundos) em condomínios, residências, indústria, comércios e outros.

Entretanto, alguns desses poços apresentam problemas de ordem técnicas construtivas, como pode-se observar nas figuras 11 e 12.



**Figura 11.** Poço raso. (A) Poço de 24 m de profundidade, sem especificação técnica de construção. (B) Água com turbidez acima de 5,0 NTU. Fonte: Santos (2007).



**Figura 12.** (A) Poço com incrustações de óxido-hidróxido de ferro, (B) poço após assepsia e (C) poço com presença de objeto de origem animal no seu interior. Fonte: Santos (2007).

Outra forma muito comum de captação das águas subterrâneas em Manaus, é por meio de cisternas, cacimbas e poço amazonas (Figura 13), que estão proibidas nas sedes municipais da Região Metropolitana de Manaus (RMM). Essas captações trazem sérios problemas, pois são fontes mais rápidas de contaminação dos aquíferos livres, principalmente por foco oriundo de fossas construídas de maneira precária e por lixos depositados próxima as cacimbas.



**Figura 13.** Cacimbas construídas nas periferias de Manaus (aquíferos livres). Fonte: Santos (2007).

A Resolução do Conselho Estadual Recursos Hídricos do Amazonas (CNRH/AM) n° 01, de 19/07/16, prescreve sobre esta matéria em seu art. 11<sup>1</sup>. Por se tratar de um aquífero livre, pouco protegido, praticamente restrito à presença da zona saturada, esses aquíferos vêm apresentando sinais de contaminação em várias localidades da cidade. Outra

<sup>1</sup> **Art. 11** Fica proibida a construção, nas sedes municipais da região metropolitana de Manaus, de escavações conhecidas regionalmente como, cacimbas e poços amazonas para fins de consumo humano.

preocupação do CERH/AM é em relação, a vulnerabilidade dos aquíferos subterrâneos da cidade, devidos às quantidades poços existentes desativados ou abandonados, muito ainda abertos e sem o devido tamponamento encontrado na RMM (Figura 14).



**Figura 14.** Poços abandonados. Fonte: O Autor (2017).

#### 2.3.5.2 Os riscos da superexploração

A superexploração das águas subterrâneas tem provocado importantes rebaixamentos de solo em vários locais, como por exemplos Bangcoc (Tailândia), Jacarta (Indonésia), Xangai (China) e Nova Orleans (EUA), segundo levantamento da Universidade de Utrecht, na Holanda (ABAS, 2014).

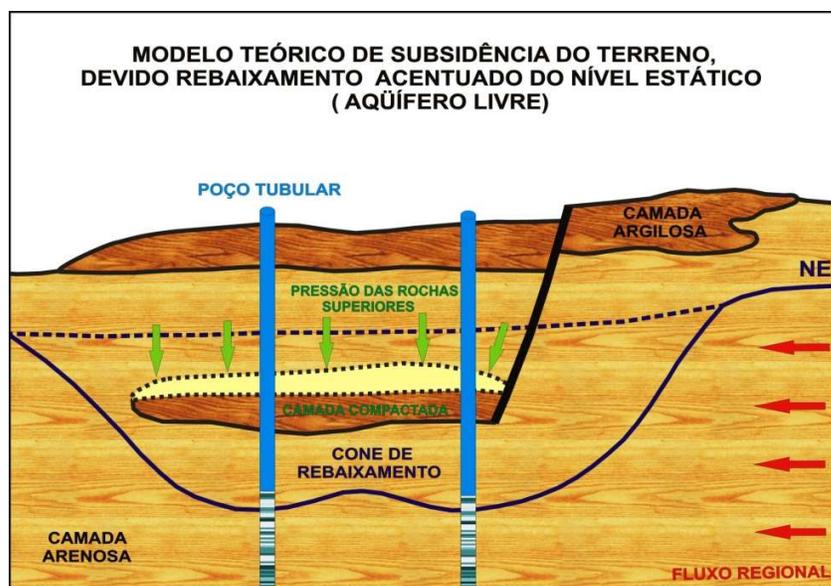
Para a Associação Brasileira de Água Subterrânea (ABAS, 2014), a subsidência (deslocamento para baixo) é o movimento descendente da superfície do terreno, distinta de outras formas de movimento de massa, provocada pela compactação dos materiais de grão fino, de baixa permeabilidade e pode ser provocada por um grande número de fenômenos, entre eles a extração dos fluidos do subsolo e a desidratação das argilas.

Em algumas cidades brasileiras a superexploração já é vivenciada, como por exemplo em Recife (PE). Nesta cidade, o principal aquífero da região, o Beberibe, ocorre há mais de 15 anos e onde a água já foi jorrante os níveis chegam a mais de 100 metros de profundidade (COSTA, et al, 2010).

De acordo com ABAS (2014) a superexploração já foi detectada nas cidades de Maceió (AL) e Mossoró (RN), contudo ainda não foi evidenciado qualquer afundamento do solo, apenas rebaixamento dos níveis d'água, embora esse fenômeno não esteja fora de cogitação para o futuro.

Para Aguiar (2012), a exploração das águas subterrâneas no Estado do Amazonas começou no final dos anos 1970. Segundo o autor, na época não se tinha ideia do potencial aquífero, apenas que as vazões se mostravam sempre significativas, à medida que novos poços foram perfurados nas zonas norte e leste ocasionou mais de 130 metros de rebaixamento das águas nesses locais. Recentemente, as atividades desses poços vêm sendo desativados, devido à nova Estação de Tratamento de Água (ETA), localizada na parte leste da cidade (bairro Mauazinho).

Aguiar (2012) exemplifica por simulação de modelo teórico de subsidência do terreno (Figura 15), que a exploração de um poço causa rebaixamento do nível d'água em seu entorno, na forma de cone, que pode causar interferência em outro existente, dependendo de distanciamento, características construtivas e de volume de água explorada. Fatos estes comprovados levam a conflitos de impactos socioeconômicos e assim, baseados pela linha de interpretação, a exploração intensiva de água subterrânea diminui a espessura saturada nos reservatórios subterrâneos, causando a desativação de poços tubulares mais rasos.



**Figura 15.** Modelo teórico de subsidência do terreno. Fonte: Aguiar (2012).

A superexploração pode acarretar sérias consequências como o rebaixamento dos aquíferos, o que acaba causando o afundamento do solo. Para Costa *et al.* (2010), o rebaixamento acentuado (superexploração) dos níveis de água do aquífero acarreta consequências, tanto ambiental como social e implicações indesejáveis tais como: salinização da água em aquíferos costeiros, recalques, colapso ou subsidência, gera um extenso e profundo cone de rebaixamento, alteração características hidrogeológicas, complexidade técnica na construção e exploração dos poços tubulares profundos.

Para gerenciar a situação do superexploração, o Estado de São Paulo, através do Comitê da Bacia Hidrográfica do Pardo (CBH - PARDO) criou uma Deliberação (Deliberação CBH - PARDO nº 171, de 22 de junho de 2012), que estabelece áreas de restrição e controle temporário para captação e uso das águas subterrâneas, em virtude do rebaixamento que vem ocorrendo no Aquífero Guarani. Em 2016, ocorreu uma nova Deliberação nº 229, de 02 de dezembro de 2016 que retifica critérios técnicos para a Autorização de Perfuração de Poços Tubulares Profundos no Município de Ribeirão Preto.

## **2.4 Aspectos legais dos recursos hídricos**

### ***2.4.1 Água e recurso hídrico***

Ao analisar a expressão água e recurso hídrico tem-se a noção que ambas compartilham o mesmo significado, porém, isso não procede. Sobre a visão da natureza jurídica existem sutis diferenças entre as duas expressões como bem salienta Pompeu (2006) detalhando que:

“Água” é o elemento natural descomprometido com qualquer uso ou utilização. É o gênero. “Recurso hídrico” é a água que possui um valor econômico, passível de utilização com tal fim (grifo nosso).

O autor deixa claro na citação acima, que a principal diferença que se salienta entre os dois vocábulos consiste em ter ou não valor econômico. Enquanto a água é desprovida de qualquer valor monetário, o recurso hídrico possui um valor no mercado de consumo. Para Aguinaga (2007), se faz necessário discutir a diferenciação feita por alguns autores entre recursos hídricos e águas.

Granziera (2011) considera penosa a tarefa de distinguir o termo água da expressão recurso hídrico. Segundo a autora o Código de Águas não realizou distinção entre os termos e, também, não estabeleceu o uso diferenciado conforme as hipóteses de aproveitamento econômico. Assim, informa que a água, como elemento natural do planeta, só passa a ser considerado recurso a partir do momento que se torna necessária para atividades específicas de interesse do homem. Por outro lado, continua a autora em sua argumentação, a Lei nº 9.433/97, não faz diferença entre os termos água e recursos hídricos, e que o objeto da Lei de Águas “é a água contida nos corpos hídricos, passíveis de várias utilizações”, adotando, portanto, ambas as terminologias águas e recursos hídricos tanto no singular, quanto no plural.

Neste estudo, compartilhamos o entendimento que a utilização econômica é dos recursos hídricos, apensar de alguns autores, considerarem que a água passe a ser reconhecida como um recurso hídrico, semelhante aos recursos minerais (ouro, estanho, cobre, manganês e outros) quando utilizados economicamente, e que deve ser pago pelos seus usuários.

#### ***2.4.2 Aspectos legais da cobrança***

A constituição Federal do Brasil de 1988 especifica em seu Art. 20, inciso III<sup>2</sup>, as águas como domínio federal, as declarando com bens da União. E ao mesmo tempo, incluem as águas que são das esferas estaduais, em consonâncias com o Art. 26, inciso I<sup>3</sup>, referindo-se exclusivamente às águas subterrâneas (aquíferos) pertencentes aos Estados. E assim, a dominialidade das águas está prevista na Constituição Federal, somente aos dois entes federativos (União e Estado), ou seja, não sendo as águas da União, as demais serão das incumbências dos Estados. Nota-se claramente que os municípios não foram contemplados com o domínio sobre os rios, lagos e aquíferos.

Neste mesmo ordenamento constitucional de 1988, estabeleceu que todas as águas são públicas e atribui privativamente à União competência para legislar sobre os Recursos

---

<sup>2</sup> Os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais.

<sup>3</sup> As águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

Hídricos. Várias constituições estaduais apresentaram dispositivos para estabelecimento de instrumentos de gestão por meio da cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos.

Após nove anos do advento da CF de 1988, foi consolidada Art. 21, inciso XIX<sup>4</sup>, da Carta Magna, com a Lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a referida Lei das Águas, passos muito importantes para que se entenda e se aplique a boa gestão de recursos hídricos.

Para Gerber (2013), a Lei Federal 9.433, de 8/01/97 (PNRH), classificou a água como bem de domínio público, sendo o Poder Público o gestor desse bem, devendo administrá-lo em prol da coletividade.

Outra inovação da referida lei é a definição das prioridades de uso da água nos casos de escassez do recurso, sendo este o abastecimento humano e dessedentação de animais. Apresenta que sua gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público e da sociedade civil (usuários, organizações civis outros).

A Lei das Águas definiu cinco instrumentos de gestão, para planejar e regular os usos e aproveitamento das águas superficiais e subterrâneas que são:

1 - Planos de Recursos Hídricos: são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos (Art. 6º);

2 - Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes: visa assegurar às águas a qualidade compatível com os usos mais exigentes a que se destinarem e diminuir os custos de combate à poluição mediante ações preventivas permanentes (Art. 9º);

3 - Outorga: é o instrumento de gestão que assegura o efetivo exercício dos direitos de acesso à água aos usuários (Art. 11º);

4 - Cobrança pelo uso de recursos hídricos: objetiva reconhecer a água como bem econômico e incentivar a racionalização do seu uso e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos (Art. 19º);

5 - Sistemas de Informação sobre os Recursos Hídricos (SIRH): o Sistema de Informações é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão (Art. 25º).

---

<sup>4</sup> XIX - Instituir Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso; (Regulamento).

Neste contexto, cumpre destacar que Lei Federal nº. 9.433/97 determina que a água um bem de domínio público, recurso natural limitado, dotado de valor econômico, e passível de cobrança pelos os Estados e União. Silva (2011) apresenta uma síntese da evolução das legislações federais sobre águas e suas abordagens a respeito da cobrança pelo uso, conforme pode ser observado na tabela 3.

**Tabela 3.** Histórico dos fundamentos legais da cobrança pelo uso da água.

(Continua)

FUNDAMENTOS LEGAIS	DESCRIÇÃO
Código Civil (Lei Federal nº 10.406, de 2002), baseado no Código de 1916.	“O uso comum dos bens públicos pode ser gratuito ou retribuído, conforme for estabelecido legalmente pela entidade a cuja administração pertencerem” (art. 103).
Código de Águas (Decreto Federal nº. 24.643, de 1934).	“É assegurado o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente de águas, para as primeiras necessidades da vida, se houver caminho público que a torne acessível” (art. 34) e “o uso comum das águas pode ser gratuito ou retribuído, conforme as leis e regulamentos da circunscrição administrativa a que pertencerem” (§ 2º, art. 36);
Política Nacional de Irrigação Lei nº. 6.662 (1979). Decreto nº. 89.496 (1984)	Dispõe que o uso de águas públicas, para fins de irrigação e atividades decorrentes dependerá de remuneração (Art.21)
Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) Lei nº. 6.938 (1981)	A lei dispõe que política visará à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos (Art.4, inciso VII).
Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente-COSAMA nº. 20 (1986)	Criação de um instrumento importante para a proteção das águas, que estabelece as classes de enquadramento dos corpos de águas.;

**Tabela 3.** Histórico dos fundamentos legais da cobrança pelo uso da água.

(Conclusão)

<b>FUNDAMENTOS LEGAIS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Constituição Federal de 1988	Segundo o Artigo 21, inciso XIX compete a União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A CF estabelece em seu Artigo 26, a dominialidade dos corpos hídricos. Tendo como proprietários, os Estados e a União. Aqueles que são bens dos Estados se referem “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União”. (Art. 26)
Lei n°. 9.433 (1997) PNRH	Institui a cobrança como instrumento de gestão prevendo, para tanto, o estabelecimento de critérios.
Decreto Federal n°. 2.612, de 03 de junho de 1998, regulamenta o Conselho Nacional dos Recursos Hídricos-CNRH.	Art. 1º órgão consultivo e deliberativo, a que cabe às competências elencadas nos incisos de referido art., como Ex: II- arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos; IX aprovar o Plano Nacional dos Recursos Hídricos; X estabelecer critérios gerais de outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos e a cobrança pelo seu uso.
Resolução do CNRH n°.05, de 10 de abril de 2000.	Estabelece diretriz para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas, de forma a implementar o s Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Resolução do CNRH n°.05, de 10 de abril de 2000.	Estabelece diretriz para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas, de forma a implementar o s Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Instrução Normativa n°.04, de 21 de junho de 2000- Ministério do Meio Ambiente – MMA.	Estabelece os procedimentos administrativos para emissão da outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, bem como renovação, alteração, transferência, desistência, suspensão, e revogação de outorga, em corpos de água sob o domínio da União e o cadastramento dos usos que independente de outorga.
Lei n°.9.984, de 17 de julho de 2000-Criação da Agência Nacional de Água (ANA).	Define como atribuição da ANA, entre outras, arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédios da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, na forma de disposto no Art. 22 da Lei n°. 9.433, de 1997 (Art.4, IX); inclui entre as receitas da ANA os recursos decorrentes da cobrança pelo uso de água em corpos hídricos de domínio da União (Art.20II).
Lei n°. 10.881/2004	Assegura as transferências da ANA às entidades delegatária dos recursos arrecadados na bacia por meio da cobrança
Resolução do CNRH n°. 48 (2005)	Estabelece critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Fonte: Silva (2001), com atualizações feitas pelo Autor (2018).

Como foi visto na tabela 3, a cobrança pelo uso da água também é prevista em outras legislações, como na Lei Federal nº 6.662/79 que dispõe que o uso de águas públicas para fins de irrigação e atividades decorrentes dependerá de remuneração e a Lei Federal nº 6.938/81, que trata da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), que adota o Princípio Usuário Pagador (PUP) e o Princípio Poluidor Pagador (PPP), aplicado aos recursos ambientais e inclui entre estes, os recursos hídricos. De acordo com, o princípio poluidor pagador, se todos têm direito a um ambiente limpo, o poluidor deve pagar pelo dano que provocou (...), e segundo o princípio usuário pagador, paga-se pela utilização da água, em detrimento dos demais usuários (CÁNEPA *et al.*, 1999).

Segunda Granziera (2006), a cobrança tem três finalidades básicas: A primeira, didática, é a de reconhecer o valor econômico da água. A segunda é incentivar a racionalização, por uma questão lógica: pelo fato de se pagar, se gasta menos e buscam-se tecnologias que propiciem a economia. Por último, financiar todos os programas que estiverem contidos no plano, quer dizer, um instrumento de financiamento da recuperação ambiente dos recursos hídricos.

### ***2.4.3 Legislação do estadual***

A Lei Amazonense das Águas foi instituída pela Lei nº 2.712/2001, reformulada pela Lei 3.167, de 27 de agosto de 2007, que possui 90 artigos e está dividida em 4 títulos:

1 - Da Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), compostas pelos capítulos I - Dos Fundamentos; II - Dos Objetivos; III - Das Diretrizes Gerais de Ação; IV - Dos Instrumentos; V - Das Águas Subterrâneas e IV - Da Ação do Poder Público.

2 - Do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, composta pelo capítulo I - Dos Objetivos e da Composição.

3 - Da Fiscalização, das Infrações e Penalidade, compostas pelos capítulos I - Da Fiscalização; II - Das Infrações e III - Das Penalidades, e

4 - Das Disposições Gerais e Transitórias.

O capítulo I dispõe sobre os fundamentos da PERH, que são os mesmos da Lei federal nº. 9.433/97. Além dos três objetivos da Política Nacional previstos em seu art. 2º a

lei estadual enumera mais oito objetivos<sup>5</sup>, voltados para a produção e divulgação de conhecimentos e tecnologias sobre a matéria (VI e IX), que assegurem a qualidade e quantidade das águas e uso racional (IV, V e VIII), a articulação entre os entes federados (X) e promoção do desenvolvimento econômico com proteção do meio ambiente (IX e XI).

Dentre as diretrizes gerais de ações da PERH, previstas no art. 3º, destacam-se seis no que se refere às águas subterrâneas: I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade; IV - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo; V - a descentralização da gestão das águas, mediante o gerenciamento por bacia hidrográfica, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos e das fases meteórica, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico, assegurada a participação do poder público, dos usuários e da comunidade; XIV - a execução do mapeamento hidrológico do Estado do Amazonas, visando ao conhecimento do potencial hídrico subterrâneo e, em particular, dos ambientes favoráveis à formação de reservatórios mineralizados; XVI - o estabelecimento de cadastro de poços, inventário e cadastro de mananciais e de usuários, com vistas à racionalização do uso da água subterrânea; XIX - o inventário, cadastramento e a classificação dos corpos d'água.

Além disso, a lei prevê de forma expressa a articulação do Estado com a União, para o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum (art. 3º).

O art. 4º apresenta um elenco variado de instrumentos para a PERH, além dos Planos de Recursos hídricos, do enquadramento de corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, a outorga dos direitos de uso, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, a lei estadual traz o Plano Estadual de Recursos Hídricos, os Planos de Bacia Hidrográfica, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, o Zoneamento Ecológico-Econômico e o Plano Ambiental do Estado do Amazonas.

O capítulo V é todo dedicado às águas subterrâneas. Logo, no primeiro artigo é direcionado a aplicação dos fundamentos, objetivos, diretrizes gerais de ação e os

---

<sup>5</sup>São outros objetivos da PERH: IV - garantir a boa qualidade das águas, em acordo com os seus usos múltiplos; V - assegurar o florestamento e o reflorestamento das nascentes e margens de cursos hídricos; VI - estimular a capacidade regional em ciência e tecnologia para o efetivo gerenciamento dos recursos hídricos; VII - desenvolver o setor hídrico do Estado, respeitando os ecossistemas originais, em conformidade com a legislação ambiental; VIII - disciplinar a utilização racional das águas superficiais e subterrâneas; IX - difundir conhecimentos, visando a conscientizar a sociedade sobre a importância estratégica dos recursos hídricos e sua utilização racional; X - viabilizar a articulação entre União, o Estado, os Municípios, a sociedade civil e o setor privado, visando à integração de esforços para implementação da proteção, conservação, preservação e recuperação dos recursos hídricos e XI - compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a proteção do meio ambiente.

instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos (art.43). O parágrafo único do respectivo artigo informa que na edição do regulamento e normas decorrentes da lei estadual, será considerada a interconexão entre águas subterrâneas e superficiais, bem como as interações com o ciclo hidrológico. Existe a visão à preservação e correta administração dos aquíferos subterrâneos, comuns a mais de uma unidade federativa, o Poder Executivo poderá celebrar acordos e convênios com outros Estados (Art.47).

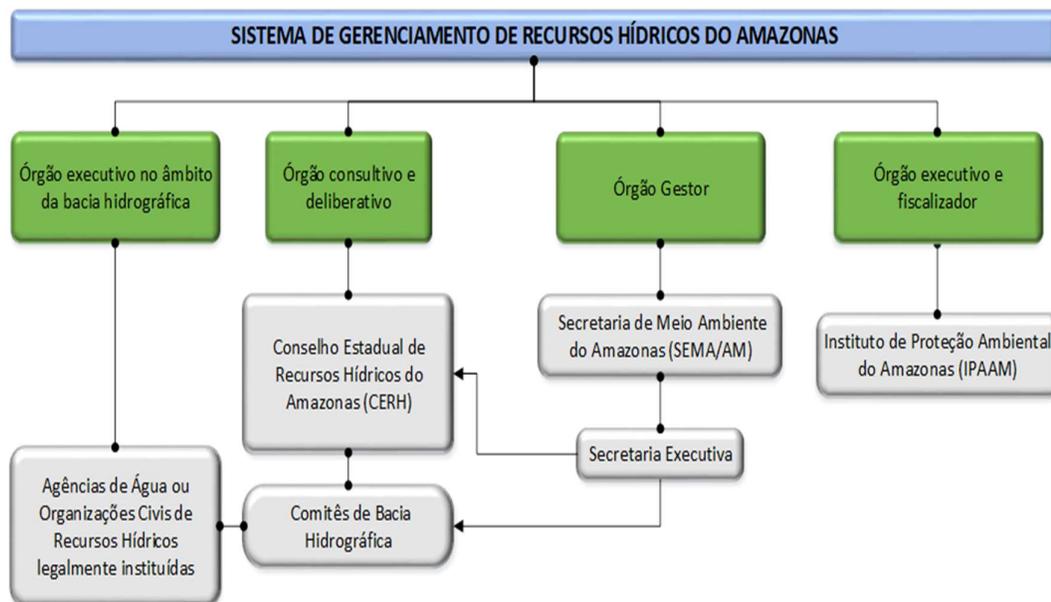
Os estudos hidrogeológicos e projetos de obras de captação deverão ser protocolados no Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas, com fins de análise e emissão das autorizações, bem como o exercício da gestão das águas subterrâneas (art. 62).

Após 02 anos da reformulada Lei das Águas amazonense nº 3.167/2007 (PERH), foi publicado o Decreto nº. 28.678, de 16 de junho de 2009, que regulamenta a referida Lei. Só a partir de sua regulamentação começou a ter de ganhar efetividade sobre as normais disciplinadora da Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos (SEGREH).

#### *2.4.3.1 Sistema Estadual de Gerenciamento do Recurso Hídrico Estadual (SEGREH)*

A PERH/AM criou o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos (SEGREH), o referido sistema estadual tem como objetivos: (I) coordenar a gestão integrada das águas; (II) arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; (III) implementar todos os instrumentos definidos pela política estadual; (IV) planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos e (V) promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

No âmbito do Estado dividem a competência no gerenciamento dos recursos hídricos as seguintes Instituições estaduais: (I) - o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/AM); (II) - os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's); (III) - Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA); (IV) - Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) e (V) Agências de Água, conforme mostra a Figura 16.



**Figura 16.** SEGRENH do Estado do Amazonas. Fonte: Autor (2017).

#### 2.4.3.1.1 Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/AM)

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos é o órgão colegiado, deliberativo e normativo, vinculado ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas (SIGRH/AM), composto por organizações governamentais, não governamentais e sociedade civil organizada, tendo suas atribuições estabelecidas pelo Decreto Estadual nº 25.037 de 01 de junho de 2005, estabeleceu a composição do CERH no Estado do Amazonas e Regimento Interno da deliberação Normativa CERH/AM nº Deliberação Normativa CERH - AM nº 001/2012, de 29 de novembro de 2012, sem prejuízo de outras funções ou atribuições instituídas pela Lei nº. 3.167 de 27 de agosto de 2007. Atualmente, o CERH/AM conta com 38 instituições, entre titulares e suplentes. O conselho, porém, ainda não dispõe, de fato, de um orçamento próprio, haja vista que atualmente o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH) não se encontra implementado. A Secretaria Executiva do CERH/AM é exercida pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA).

#### 2.4.3.1.2 Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH's)

Os Comitês de Bacia Hidrográfica são colegiados consultivos e de deliberação circunscrita à área de abrangência da bacia hidrográfica, conforme delimitação aprovada por ato do Chefe do Poder Executivo, devendo exercer as atribuições seguintes, além de outras estabelecidas em regulamento (Art. 64 da Lei Estadual nº 3.167 de 27/08/07)

Atualmente, o Estado do Amazonas possui dois CBH's, instituídos pelos seguintes decretos estaduais: i) nº 29.249, de 19 de outubro de 2009 - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu (CBH-Rio Tarumã-Açu); e ii) nº 37.412, de 25 de novembro de 2016 - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Puraquequara - (CBH-Rio Puraquequara). Sua importância também pode promover uma gestão das águas descentralizada, compartilhada e participativa.

A doutrina do artigo 26 da Lei nº 3.167 de 27/08/07 (PERH/AM) prescreve que os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que, foram gerados e serão utilizados. Ressalta ainda, que os mecanismos de cobrança e valores a serem cobrados são discutidos no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica entre os representantes dos diversos setores de usuários da água, das organizações civis e dos poderes públicos.

Em 2016, a publicação da Resolução CERH/AM nº. 003, de 13/09/2016, dividiu o Estado em nove regiões hidrográficas, para fins de gerenciamento de recursos hídricos. É importante salientar, que qualquer adoção para o gerenciamento de recursos hídricos, deve considerar a divisão legal de bacias e suas regiões hidrográficas, bem como as particularidades da região, as dimensões geográficas e a realidade do homem amazônico.

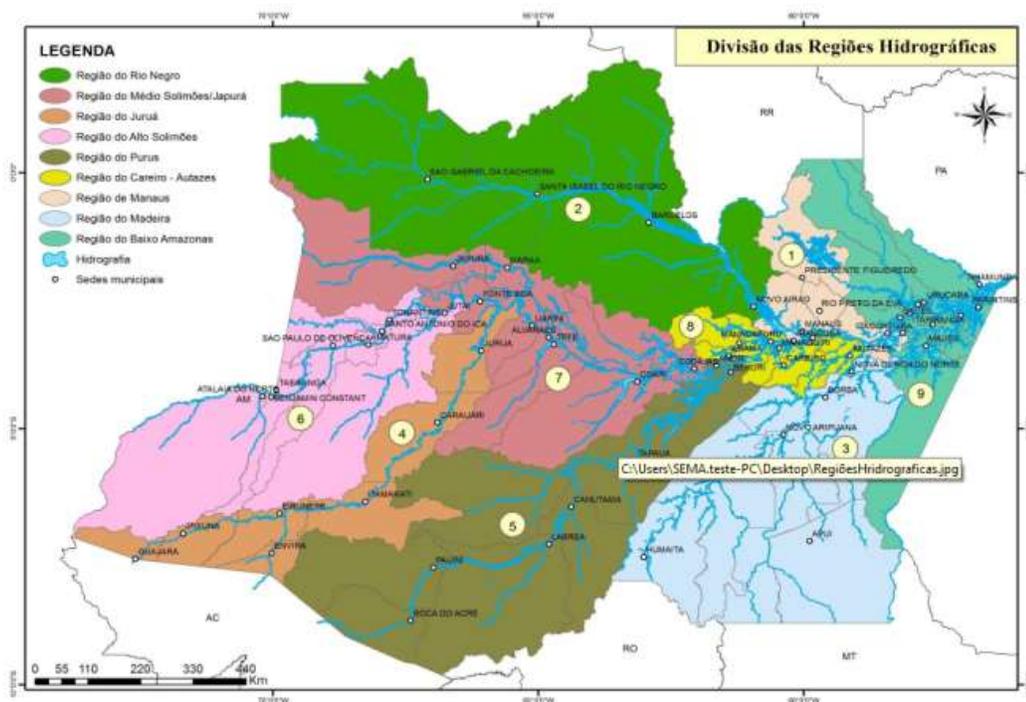
A definir da divisão hidrográfica do estado do Amazonas, em 9 (nove) regiões Hidrográficas (RHs)<sup>6</sup>, para fins de gerenciamento podem ser observados na Figura 17.

Com o propósito de contribuir, para o aperfeiçoamento da atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas e sua consolidação como espaços efetivos de formulação da política de recursos hídricos, em consonância com os fundamentos da descentralização e da participação, preconizados pela Política Nacional de Recursos Hídricos, o CERH/AM deliberou a Resolução n.º 02, de 13 de setembro de 2017, que aprova o Quadro de

---

<sup>6</sup> I-Região Hidrográfica do Rio Negro; II-Região Hidrográfica do Alto Solimões; III-Região Hidrográfica do Jurúá; IV-Região Hidrográfica do Purus; V-Região Hidrográfica do Médio Solimões/Japurá; VI-Região Hidrográfica do Careiro-Autazes; VII-Região Hidrográfica do Madeira e IX- Região Hidrográfica do Baixo Amazonas.

Indicadores e Metas do Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (PROCOMITES).



**Figura 17.** Divisão hidrográfica estadual. Fonte: CERH/AM (2016).

#### 2.4.3.1.3 Secretaria de Estado Meio Ambiente (SEMA)

Em decorrência da reforma administrativa realizada pelo Governador do Estado, no início do ano de 2015, para adequação à crise econômica, foram extintas várias Secretarias entre elas a Secretaria de Estado de Mineração Geodiversidade e Recursos Hídricos (SEMGRH), conforme explicita a Lei Ordinária nº. 4.163, de 09 de março de 2015, no Capítulo IV, do Art. 20, item I, alínea b, incorporando suas atividades a Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação (SEPLANCTI).

Após três meses da data de publicação da Lei Ordinária nº 4.163 de 09/03/15, ocorreu uma nova alteração na respectiva Lei, através da Lei nº. 4.193, de 22 de junho de 2015, com a seguinte redação:

“Secretaria de Estado de Mineração, Geodiversidade e Recursos Hídricos (SEMGRH), cujas atividades relativas à Mineração e Geodiversidade serão absorvidas pela Secretaria

de Estado de Planejamento, Desenvolvimento, Ciência, Tecnologia e Inovação (SEPLANCTI), ficando as atividades relativas de Recursos Hídricos absorvidos pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA)”.

Desta forma, a partir da publicação da Lei nº. 4.193/2005, toda a gestão dos recursos hídricos no estado, ficou sobre a responsabilidade da SEMA.

Por conseguinte, a SEMA é responsável pelo planejamento e pela gestão dos recursos hídricos. Assim cabe a essa Secretaria coordenar e executar as PERH, articulando e integrando as suas respectivas políticas com as de âmbito regional e nacional, bem como aquelas que estão elencados no Art.62 da Lei 3.167/07:

(I) - A expedição, com exclusividade, de Instruções Normativas voltadas à fiel execução desta Lei e de seu Regulamento;

(II) - Representar e defender os interesses do Estado do Amazonas no Conselho Nacional de Recursos Hídricos;

(III) - Representar e operacionalizar o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos no âmbito de suas relações frente aos órgãos, entidades e instituições públicas ou privadas, nacionais e internacionais;

(IV) - Encaminhar à deliberação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos a proposta do Plano Estadual de Recursos Hídricos e suas modificações, tendo os Planos de Bacia Hidrográfica como base;

(V) - Acompanhar e avaliar o desempenho do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos;

(VI) - Gerir o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos e manter cadastro de uso e usuário das águas, considerando os aspectos de derivação, consumo e diluição do efluente, com a cooperação dos Comitês de Bacia Hidrográfica;

(VII) - Exercer outras ações, atividades e funções estabelecidas em lei, regulamento ou decisão do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, compatíveis com a gestão de recursos hídricos;

(VIII) - Divulgar e estabelecer às entidades de governo, usuários e sociedade civil os direitos sobre o uso da água, preconizados na Constituição Federal e Estadual e legislação aplicável;

(IX) - Proceder estudos técnicos necessários e preparar as propostas orçamentárias de custeio e financiamento das atividades do Sistema de Informações sobre Recursos

Hídricos, para inclusão nos Projetos de Lei do Plano Plurianual, das Diretrizes Orçamentárias e do Orçamento Anual do Estado e, quando viável ou cabível, da União;

(X) - promover o desenvolvimento de estudos de engenharia e de economia de recursos hídricos do Estado;

(XI) - Elaborar relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado;

(XII) - Analisar propostas e celebrar convênios, acordos, ajustes, contratos, parcerias e consórcios com órgãos e entidades públicas e privadas, nacionais e internacionais, para o desenvolvimento do setor de recursos hídricos, que envolvam contrapartidas e compromissos financeiros do Estado, diretamente ou mediante aval;

(XIII) - Prestar orientação técnica aos Municípios;

(XIV) - Fazer-se representar nos Comitês de Bacia Hidrográfica de rios federais, objetivando compatibilizar os interesses das bacias ou rios tributários do domínio estadual, com os das bacias hidrográficas de que se trate;

(XV) - Estabelecer cooperação técnica com organismos, para obtenção de dados de estações hidrometeorológicas por eles mantidas ou operadas;

(XVI) - Coordenar o processo de elaboração e revisão periódica do Plano Estadual de Recursos Hídricos, incorporando e compatibilizando as propostas técnicas apresentadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica para posterior apreciação pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos;

(XVII) - Estabelecer cooperação técnica com organismos nacionais e internacionais visando o desenvolvimento dos recursos hídricos;

(XVIII) - Estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo e

(XIX) - Promover a capacitação de recursos humanos para o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos da bacia hidrográfica.

#### 2.4.3.1.4 Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM)

O Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) é o órgão executivo da PERH e cabem a implementação do cadastro dos usuários, o licenciamento, a fiscalização, o monitoramento, a outorga e a pesquisa das águas superficiais e subterrâneas, nos seus

diversos usos e acompanhamento de suas interações com o ciclo hidrológico e cobrança pelo uso da água no Estado de Amazonas.

A Lei nº. 3.167/07 atribuiu outras competências, conforme explicita o art. 63:

(I) Outorgar e suspender o direito do uso de água, mediante procedimentos próprios e vigência vinculada à publicação do ato no Diário Oficial do Estado;

(II) Estabelecer, com base em proposição dos Comitês de Bacia Hidrográfica, as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;

(III) Aplicar penalidades por infrações previstas nesta Lei, em seu regulamento e nas normas deles decorrentes, inclusive as originárias de representação formal, subscritas por unidades executivas descentralizadas;

(IV) Exercer o poder de polícia administrativa no tocante às águas sob sua responsabilidade;

(V) Validar licenças ambientais para captação de água potável obtida de poços tubulares, expedidas anteriormente à vigência desta Lei, sujeito o licenciado às normas e condições necessárias à continuidade do uso da água;

(VI) Promover estudos visando à elaboração de inventários de necessidade de água, características do meio hidrográfico do Estado, evolução da qualidade da água e pesquisa de inovações tecnológicas;

(VII) Implantar, operar e manter estações medidoras de dados hidrometeorológicos, em acordo com critérios definidos nos Planos de Bacia Hidrográfica ou no Plano Estadual de Recursos Hídricos;

(VIII) Controlar, proteger e recuperar os recursos hídricos nas bacias hidrográficas do Estado;

(IX) Fazer cumprir as disposições legais relativas à utilização, ao desenvolvimento e à conservação dos recursos hídricos do Estado;

(X) Exercer o controle do uso da água, bem como proceder à correção de atividades degradantes dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Estado;

(XI) Empreender diretamente estudos recomendados pelos Planos Estaduais Hídricos, ou confiá-los a organismos especializados;

(XII) Desenvolver estudos envolvendo o uso e a preservação da água, considerando os aspectos físico, socioeconômico, ambiental e jurídico, para aprimorar o conhecimento do setor no âmbito do Estado;

- (XIII) Implantar e operacionalizar o sistema de cobrança pelo uso da água;
- (XIV) Acompanhar e cadastrar a execução de obras previstas nos planos de usos múltiplos de águas, levadas a efeito no território estadual;
- (XV) Promover o embargo às intervenções levadas a efeito nas bacias hidrográficas, julgadas incompatíveis com a Política Estadual de Recursos Hídricos ou com o uso racional da água;
- (XVI) Assessorar os Comitês de Bacia Hidrográfica, na busca de soluções para seus problemas específicos;
- (XVII) Manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos no Estado;
- (XVIII) Analisar e emitir parecer sobre os projetos e obras a serem financiadas com recursos gerados pela cobrança do uso de recursos hídricos, dentro do limite previsto para este fim, disponível na subconta correspondente, e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos;
- (XIX) Promover o cadastramento, a avaliação e a classificação dos usos insignificantes, de acordo com os parâmetros estabelecidos em Regulamento e
- (XX) Autorizar, previamente, a captação de água para fins de distribuição por caminhões ou carros-pipa, com natureza comercial ou não, com exigência de encaminhamento trimestral, pelos responsáveis, dos resultados de análises físico-química e biológica, sem prejuízo de outros tipos de análise tido por necessárias, no resguardo do interesse público.

#### 2.4.3.1.5 Agência de água

As Agências de Águas são órgãos executivos e de apoio aos Comitês de Bacia Hidrográfica, que tem como atribuições propor ao Comitê os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos e efetuar a cobrança pela utilização dos recursos hídricos da bacia por usuários.

De acordo, com o Art. 57, V, da Lei nº 3.167 de 27/08/07, integram o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, as agências de águas, ou, enquanto estas não forem constituídas, as organizações civis de recursos hídricos legalmente constituídos. Entretanto, até o presente momento, nenhuma Agência de Água foi

implementada no Estado do Amazonas. De forma, simplificada temos a Matriz Institucional do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos representada na Figura 18.



**Figura 18.** Matriz Institucional do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Fonte: O Autor (2018).

## 2.5 Cobranças pelo uso dos recursos hídricos de domínio estadual

Recentemente, foram aprovados duas Resoluções junto ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/AM). As Resoluções 01 e 02 de 19/07/16, que estabelece critérios técnicos a serem utilizados pelo IPAAM para o processo de análise de pedido de outorga do direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Amazonas.

Outro marco importante para a gestão estadual é o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas que se encontra na fase de elaboração pela empresa Magna Engenharia Ltda, após assinatura do nº 002/2018, celebrado entre o Estado do Amazonas, por intermédio da SEMA e a empresa no dia 20 de abril de 2018.

No tocante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, ainda não foi concebida pelo Estado, apesar de estar prevista na Lei Estadual nº 3.167 de 27 de agosto de 2007, no capítulo IV, na seção V. O embasamento legal estadual, também apresenta os mesmos objetivos que propõem a Lei Federal, a respeito da cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Contudo, é necessário fazer uma análise nas questões relevantes a respeito da objetividade da cobrança de domínio estadual. Quando o referido diploma legal ao tratar

água como bem econômico e reconhecendo junto aos usuários o seu real valor, entende-se que a natureza jurídica da cobrança pelo uso dos recursos hídricos é preço público, pois se trata de fonte de exploração de bem de domínio público, cabendo ao detentor do domínio estadual estabelecer o respectivo valor dentro de critérios técnicos. Nota-se que o instrumento da cobrança é o reconhecimento de que a água apresenta uma indicação de seu real valor.

Em relação à obtenção de recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos, a referida Lei Estadual dispõe que o Estado assegurará meios financeiros e institucionais para atendimento deste disposto no Art. 26 <sup>7</sup>. Destaca-se ainda na legislação estadual que os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente nas bacias hidrográficas em que foram geradas alterações dos seus usos, tanto na quantidade como na qualidade da água. Tal fato, citado para a objetividade da cobrança, só pode existir quando os usuários tiverem sido outorgados, conforme a consonância do artigo 20 da Lei Federal nº 9.433, de 1997. Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga, nos termos constantes no artigo 12, da mesma lei.

É de competência estadual editar normas administrativas sobre a gestão e cobrança das suas águas e estabelecer critérios técnicos para fixar os valores de cobrança de usos estaduais. A legislação estadual não definiu os valores de ponderação legais e técnicos para cada fase de uso: captação, consumo e lançamento, seus mananciais (superficial e subterrâneo) e preço padrão (PP) para fins de uso industriais, conforme anexo único da Lei nº 3.167 de 27/08/07 (Quadro 01).

A ausência de preço padrão (PP) regulatório estadual para fins de industriais, vem na contramão do disciplinamento e proteção das águas subterrâneas que incentivam a racionalização do seu uso.

---

<sup>7</sup> Art. 26. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados: (I) no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos no PERH; (II) no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos; (III) em despesas com execução do Plano de Bacia Hidrográfica ou qualquer de suas fases, respeitado o indicativo de prioridade a ser definido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

§ 1.º A aplicação nas despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a sete e meio por cento do total arrecadado. § 2.º Os valores previstos no caput deste artigo poderão ser aplicados, a fundo perdido, em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade ou o regime de vazão de um corpo de água.

**Quadro 1.** Anexo único da Lei da PERH/AM.

<b>PADRÃO</b>	<b>(PP)</b>
Abastecimento público na região metropolitana	0,0200
Abastecimento público, nas demais regiões do interior do Estado	0,0100
Piscicultura em tanques escavados	0,0030
Piscicultura em tanques rede	0,0060
Piscicultura em canal de igarapé	0,0120
Piscicultura em barragem	0,0240
Irrigação com consumo de 1.500 m <sup>3</sup> /mês até 5.999 m <sup>3</sup> /mês	0,0010
Irrigação com consumo de 6.000 m <sup>3</sup> /mês até 11.999 m <sup>3</sup> /mês	0,0020
Irrigação com consumo de 12.000 m <sup>3</sup> /mês até 19.999 m <sup>3</sup> /mês	0,0025
Irrigação com consumo de 20.000 m <sup>3</sup> /mês até 49.999 m <sup>3</sup> /mês	0,0030

Fonte: Lei Estadual Lei nº. 3.167 de 27/08/07.

Embora a Lei das águas Amazonenses (PERH) defina a fórmula que deveria ser utilizada para calcular e efetuar a cobranças ( $PPu = (PP \times Vef)^8$ ), percebe-se que a mesma não possui critérios técnicos para o consumo de água e lançamento de efluentes em funções de uso específico e nem Preço Padrão (PP) para os respectivos usos.

Desta forma, o modelo básico de cobrança é somente pela retirada de água e não contempla um modelo de cobrança pelo consumo e lançamento de efluentes (sem o PPU de consumo e de Lançamento).

O Quadro 2 apresenta um panorama geral da situação legislativa da gestão dos recursos hídricos e detalha o estágio de implementação dos instrumentos de gestão entre a União e Estado do Amazonas.

**Quadro 2.** Situação legislativa da gestão dos recursos hídricos e detalha o estágio de implementação dos instrumentos de gestão entre a União e Estado do Amazonas.**(Continua)**

<b>BRASIL</b>	
<b>BASE JURÍDICA FEDERAL</b>	- Constituição Federal de 1988; - Lei das Águas - Lei nº 9.433/1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SINGRE) e estabelece o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

<sup>8</sup>(PPu) = preço público, em reais; (PP = preço padrão); (Vef = volume mensal consumido pelo usuário, em metros cúbicos)

<b>ÓRGÃOS FEDERAIS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conselho Nacional de Recursos Hídricos;</li> <li>- Ministério do Meio Ambiente (MMA);</li> <li>- Agência Nacional de Água (ANA)</li> </ul>	
<b>NORMATIVOS - INSTRUMENTOS DE GESTÃO</b>	Plano de Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei nº 9.433/1997: Institui o Plano Nacional de Recursos Hídricos como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;</li> <li>- Resolução do CNRH nº 58/2006: Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determina que o mesmo deve ser revisado a cada 4anos.</li> </ul>
	Enquadramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei nº 9.433/1997: Institui o enquadramento dos corpos de água como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;</li> <li>- Resolução do COMAMA nº 357/2005: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento;</li> <li>- Resolução do COMAMA nº 430/2011: dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes complementam e alteram a Resolução do COMAMA nº 357/2005.</li> </ul>
	Outorga	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei nº 9.433/1997: Institui a outorga de direito de uso como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;</li> <li>- Resolução ANA nº 707/2004: disciplina os procedimentos de natureza técnica e administrativa para emissão das outorgas;</li> <li>- Resolução ANA nº 219/2005: apresenta diretrizes para outorgas de lançamento de efluentes;</li> <li>- Resolução ANA nº 131/2003 e nº 25/2012 e nº 463/2012: disciplina diretriz de Reserva de Disponibilidade Hídrica para aproveitamento hidrelétrico;</li> <li>- Resolução ANA nº 1.175/2003 e nº 1.403/2013: disciplinam os critérios para a definição dos usos insignificantes e para aqueles comiserados não sujeitos à outorga</li> </ul>
	Cobrança pelo Uso de Recurso Hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei nº 9.433/1997: Institui a cobrança pelo uso dos recursos hídricos como um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;</li> <li>- Lei nº 10.881/2004: assegura as transferências da ANA às entidades delegatárias dos recursos hídricos;</li> <li>- Resolução ANA nº 48/2005: estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos</li> </ul>
	Sistema de Informações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei nº 9.433/1997: estabeleceu que os dados gerados pelos órgãos integrantes do SINGREH serão incorporados ao Sistema de Informações sobre os Recursos Hídricos- SNIRH;</li> <li>- Lei nº 9.984/2000: atribui a ANA a responsabilidade de organizar, implementar e gerir o SNIRH</li> </ul>
	Cadastro de Usuários	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resolução ANA nº 317/2007: Institui o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos- CNARH</li> </ul>
	<b>AMAZONAS</b>	
<b>BASE JURÍDICA FEDERAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Constituição Estadual Atualizada de 2014;</li> <li>- Lei nº 3.167/ 2007. Reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos</li> <li>- Decreto nº 28.678/ 2009. Regulamenta a Lei 3.167 de 27 de agosto de 2007, que reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual.</li> </ul>	
<b>ÓRGÃOS ESTADUAIS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conselho Estadual de Recursos Hídricos;</li> <li>- Secretaria do Estado do Meio Ambiente do Amazonas-SEMA;</li> <li>- Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM.</li> </ul>	

**Quadro 2.** Situação legislativa da gestão dos recursos hídricos e detalha o estágio de implementação dos instrumentos de gestão entre a União e Estado do Amazonas.

(Continuação)

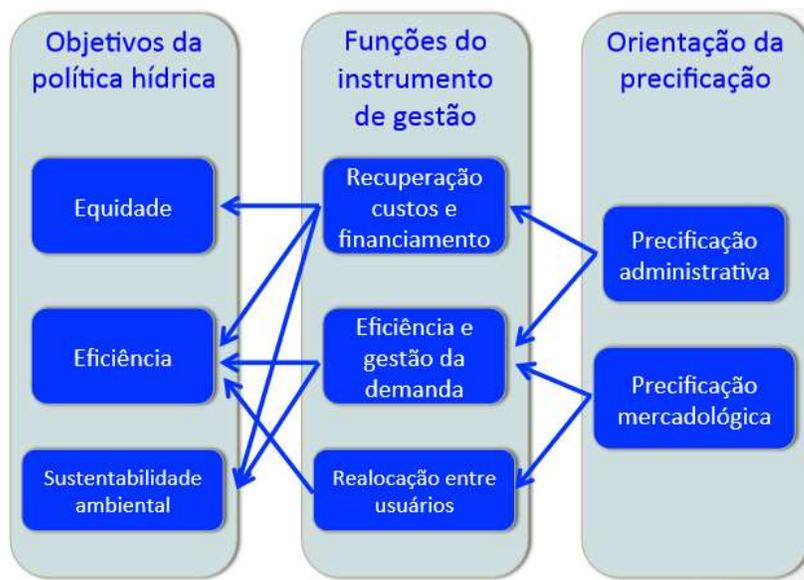
<b>NORMATIVOS - INSTRUMENTOS DE GESTÃO</b>	Plano de Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei nº 3.167/ 2007: Institui o Plano Estadual de Recursos Hídricos como um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos;</li> <li>- Contrato de elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas, Contrato nº. 002/2018 celebrado entre o Estado do Amazonas, por intermédio da SEMA e a empresa no dia 20 de abril de 2018.</li> </ul>
	Enquadramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei nº 3.167/ 2007: Institui o enquadramento dos corpos de água como um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos;</li> <li>- Enquanto não estiverem definidos os parâmetros de classificações e os enquadramentos de corpos de água de domínio estadual, utilizar-se-á, subsidiariamente o disposto nas seguintes resoluções:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 17 de março de 2005;</li> <li>- Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008;</li> <li>- Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 91, de 05 de novembro de 2008;</li> <li>- Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011 e;</li> <li>- Resolução CNRH nº 15, de 11 de janeiro de 2001.</li> </ul> </li> </ul>
	Outorga	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei nº 3.167/ 2007: Institui a outorga de direito de uso como um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos;</li> <li>- Resolução CERH-AM nº 01, de 19 de julho de 2016. Estabelece critérios técnicos a serem utilizados pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas-IPAAM para o processo de análise de pedido de outorga do direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Amazonas</li> <li>- Resolução CERH-AM nº 02, de 19 de julho de 2016. Estabelece critérios e classifica os usos insignificantes de derivação, captação, acúmulo e lançamento de recursos hídricos de domínio do Estado do Amazonas, que são dispensados de outorga.</li> </ul>
	Cobrança pelo Uso de Recurso Hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei nº 3.167/ 2007: Institui a cobrança pelos usos dos recursos hídricos como um dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos;</li> </ul>
	Sistema de Informações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lei nº 3.167/ 2007: estabeleceu que os dados gerados pelos órgãos integrantes do SINGREH serão incorporados ao Sistema de Informações sobre os Recursos Hídricos- SNIRH;</li> <li>- Os dados cadastrais de todas as solicitações de outorga de uso de recursos hídricos de domínio estadual deverão ser registrados no Cadastro Nacional de Usuário de Recursos Hídricos – CNARH-40.</li> </ul>

Fonte: O Autor (2018).

## 2.6 Aspectos conceituais dos modelos econômicos

A instrumentalização de um modelo para determinação dos preços da água (precificação) requer os atendimentos dos princípios da equidade (acesso à água),

eficiência (maiores números de usuários) e sustentabilidade ambiental (assegura água para as atuais e futuras gerações de usuários) (Figura 19).



**Figura 19.** Modelos para determinação dos preços da água. Fonte: Marques (2017).

Desta forma, dois grandes grupos de modelos econômicos para determinação dos preços da água podem ser considerados:

Os modelos arrecadatórios: Priorizam critérios técnicos ponderando o valor unitário da água através de coeficientes (em função de fatores físicos e sociais), conciliando-se, ou não, a eficiência econômica, sendo este modelo arrecadatório conhecido como Precificação Administrativa. Este modelo foi empregado no processo de elaboração da metodologia desta dissertação.

Os modelos econômicos: Também, conhecidos como Precificação Mercadológica, buscam ou priorizam algum dos três princípios econômicos básicos (eficiência econômica; eficiência distributiva ou equidade e; recuperação dos custos e auto sustentabilidade financeira).

### **2.6.1 Modelo Arrecadatório (Precificação Administrativa)**

O modelo Arrecadatório ou Precificação Administrativa é determinado diretamente por uma autoridade pública (que pode ser o provedor ou operador de um serviço público ou ainda um regulador). Segundo Marques (2017), no Brasil a cobrança pelo uso recursos hídricos, implementados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH) é o Instrumentos Econômicos (IE's) de gestão que mais se alinha a essa orientação sob a visão administrativa.

Segundo Pearce e Turner (1990), tradicionalmente a gestão ambiental conta com sistemas administrativos de controle centralizados em órgãos governamentais. Esses sistemas são fortemente baseados em instrumentos legais, tais como: regulamentos, multas e penalidades e, são chamados de Sistemas de Instrumento de Comando e Controle (ICC).

O sistema tipo ICC adota, geralmente, mas não exclusivamente, a abordagem por padrões uniformes de emissão. Contudo, existe a possibilidade de realizar políticas de gestão mais eficazes que as implementadas pelo sistema ICC, baseadas em IE's, (UFSM e UFCG, 2008). Atividades dos órgãos gestores são de suma importância, sabendo administrar os múltiplos agentes utilizadores da água, conhecendo dinâmicas muito distintas dos aquíferos, e posicionando-se em relação aos conflitos existentes entre os usuários e com a proteção ambiental (FREIRE, 2005).

Porém, existe uma dicotomia, entre a eficácia da regulação, instrumentos Econômicos da água (IE's) e o ICC (outorga do direito de uso), pelos economistas. Os IE's tornam-se mais eficientes, nos casos de escassez, pois não necessitam de toda a estrutura do Estado (monitoramento, fiscalização e licenciamento). Em vias de regras, o custo ambiental hídrico, torna-se mais baixa, quando se tem a cobrança bem definida. Já o ICC, é resolvido através de normatização, que garanta o poder de polícia do Estado (órgãos gestores) que estabelece as normas que deverão ser cumpridas.

Cánepa *et al.* (1999) enfatizam que os IE's fazem uso de incentivos econômicos para induzir usuários e poluidores a adotar níveis de uso e de controle das cargas poluentes compatíveis com o objetivo ambiental, estabelecido previamente para o meio.

Assim, a aplicação dos IE's na gestão de recursos hídricos tem como principal objetivo a internalização pelos usuários e poluidores das externalidades negativas geradas pelos seus respectivos usos vazões captadas e/ou consumidas e cargas poluentes lançadas no meio hídrico (UFSM e UFCG, 2008). Além disso, os IE's são também instrumentos de geração de receita para financiamento do sistema de gestão, podendo chegar a financiar

ações de proteção e recuperação da água em termos de qualidade e quantidade (SANTOS, 2002).

É importante enfatizar que embora a teoria de usar IE's, para os propósitos ambientais seja conhecida, a sua aceitação pela administração pública foi lenta. Existe a crença que esse tipo de controle ambiental não é adequado à maioria das ações antrópicas e eles ainda são muito confundidos com os ICC (CÁNEPA, 2000).

Existem outros IE's de gestão que em linhas gerais proporcionam os custeios dos serviços de gestão, nos quais se destacam as Taxas Ambientais, Mercados, Sistemas de depósito e reembolso, Subsídios, formas de viabilizar o reuso com instrumentos econômicos, conforme a tabela 4.

**Tabela 4.** Instrumentos Econômicos.

(Continua)	
INSTRUMENTO ECONÔMICO	EXEMPLOS
<b>I - Taxas Ambientais</b> (Preços a serem pagos pela poluição)	1-Taxas por emissão, em que os valores são proporcionais à carga ou ao volume (por exemplo: efluentes líquidos, emissões atmosféricas, ruído e substâncias perigosas); 2-Taxas ao usuário, pagamento direto por serviços de tratamento público ou coletivo de efluentes (por exemplo: rejeitos sólidos domésticos e despejo ou tratamento de esgotos) 3-Taxas por produto, acrescentadas ao preço de produtos que causam poluição (por exemplo: combustíveis com alto teor de enxofre, pesticidas, baterias e CFCs); 4-Taxas administrativas, para cobrir os custos do governo com o licenciamento, o controle, o registro e outros serviços; 5-Taxação diferenciada, aplicada a produtos similares com efeitos ambientais diversos;
<b>II - Taxas de Mercados</b>	1-Disponibilizam aos poluidores, para compra ou venda, direitos de poluição; 2-A licença negociável começa quando o governo estabelece um nível global de controle, ou, de equivalentemente, uma quantidade máxima de emissões. 3- <u>Quotas de emissão</u> são então alocadas ou vendidas aos poluidores, que mais adiante podem passar suas quotas adiante num mercado; 4-Uma possibilidade é a redução gradual do número total de licenças, até que a meta de qualidade ambiental seja atingida; 5-Aqueles poluidores, cujos custos marginais de controle forem menores que o preço de uma quota de poluição deve instalar equipamentos de controle;
<b>III - Sistemas de depósito e reembolso</b>	1-Exige dos consumidores o pagamento de um depósito sempre que comprarem produtos potencialmente poluidores; 2-Na devolução dos produtos usados a centros autorizados de reciclagem ou reutilização, o depósito é retornado; 3-Sistemas de depósito e reembolso são comumente usados para a reciclagem de latas de alumínio, baterias, embalagens de pesticidas e fertilizantes, vidros, carrocerias de automóveis e outros.

**Tabela 4.** Instrumentos Econômicos**(Conclusão)**

<b>INSTRUMENTO ECONÔMICO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
<b>IV-Formas de viabilizar o reuso com instrumentos econômicos</b>	<p>1-A água proveniente de reuso pode ser disponibilizada a um grupo de usuários, como alternativa à água bruta;</p> <p>2-Em bacias críticas (situação de conflito) onde já não é mais possível emitir outorgas para captação, a água de reuso representa uma alternativa com maior garantia, e, portanto, ser cobrada tarifa de maior valor, que poderá custear o sistema de reuso;</p> <p>3-Usuários cuja produção tem maior valor, podem preferir pagar mais por uma água de maior garantia (reuso), reduzindo assim o risco da sua atividade;</p> <p>4-Na medida em que mais água de reuso é empregada substituindo a água bruta, esta (em menor garantia) terá maior disponibilidade para ser ofertada a outros usuários de menor valor de produção, a tarifas menores.</p>

Fonte: Marques (2017).

Outras importantes informações, a respeito de precificação relacionada aos usos da água foram extraídas, do Grupo de Trabalho de Finanças da Iniciativa da Água da União Europeia/EUWI-FWG (2012), que apresentam o escopo do Instrumento de Gestão em todas estas Políticas de Recursos Hídricos estaduais e nacional, conforme a tabela 5.

**Tabela 5.** Instrumentos de precificação relacionados ao uso da água**(Continua)**

	<b>Preços Instrumento</b>	<b>Quem Paga</b>	<b>Racionalidade</b>	<b>Uso de receitas</b>
<b>Cobrança pela regulação/ taxa de fiscalização de uso/ emolumento para outorga</b>	Taxas de Regulação	Partes regulamentadas que exigem serviços de regulamentação	Processamento de certos serviços de regulamentação (como a emissão de captações de água ou licenças de pesca) implica custos, enquanto os benefícios se acumulam de forma exclusiva para a parte regulamentada.	As receitas podem ser utilizadas para financiar custos de processamento de licenças e outros serviços de regulamentação
<b>Cobrança pelo uso de recursos hídricos (Lei 9.433/97)</b>	Taxas de uso da água	Usuários de água	Os usuários obtêm um benefício do consumo (por exemplo, água extraída para irrigações) ou uso não consuntivo de água (por exemplo, energia hidrelétrica, transporte fluvial, pesca), bem como materiais para o rio.	As receitas podem ser utilizadas pelas autoridades da água para financiar as funções de governança e a infraestrutura requer para gerenciar recursos hídricos e ecossistemas

**Tabela 5.** Instrumentos de precificação relacionados ao uso da água

				<b>(Conclusão)</b>
	<b>Preços Instrumento</b>	<b>Quem Paga</b>	<b>Racionalidade</b>	<b>Uso de receitas</b>
<b>Cobrança Pela poluição da água</b>	Poluidores das águas	Poluidores das águas	Incentivar reduções na poluição e aplicar o princípio do poluidor-pagador	As receitas geradas por essas taxas (por exemplo, taxas de efluentes e impostos sobre pesticidas) podem financiar ações para compensar o dano produzido.
<b>Cobrança pelos serviços de água</b>	Taxas de serviço de água	Os usuários e beneficiários de serviços relacionados com a água	Os usuários e beneficiários obtêm um benefício de serviços relacionados com a água (por exemplo, controle de inundações, provisão de água em massa, tratamento de águas residuais).	As receitas geradas por taxas e taxas de serviços relacionados à água podem ser usadas para financiar a prestação desses serviços
<b>Multas e compensações</b>	Penas de multas e compensações de danos	Partes regulamentadas que não cumprem os regulamentos	O principal raciocínio é incentivar o cumprimento das normas de água, mas essas taxas também podem ser usadas para aplicar o princípio do poluidor-pagador.	As receitas podem ser utilizadas pelas autoridades da água para financiar o custo da remediação dos danos causados pelo comportamento ilegal. As receitas geradas por multas também podem ser usadas para cobrir os custos de promoção e aplicação da conformidade (mas deve-se ter cuidado para garantir que o comportamento das autoridades da água não seja afetado)

Fonte: Grupo de Trabalho de Finanças da Iniciativa da Água da União Europeia / EUWI - FWG (2012).

Existem diferenças entre TAXA e TARIFA. De acordo com a ANA (2012), a TAXA é um tributo autônomo e vinculado à sua geração sempre corresponderá a uma atividade estatal específica dirigida de modo especial ao contribuinte, seja decorrente do exercício regular do poder de polícia ou decorrente da utilização de serviços públicos específicos ou divisíveis, prestado ao contribuinte. A taxa é coativa e o exercício da prestação é impositivo, de natureza pública e independe da vontade do contribuinte. A TARIFA não tem natureza tributária, mas contratual. Constituída como receita originária e facultativa originada da utilização pelo particular por um bem, utilidade ou serviço em uma relação negociada em que está presente a vontade do particular. Um ponto importante é que a tarifa, ou preço público é fixado de modo que a arrecadação cubra toda a despesa,

sendo a sua cobrança justificada pelo serviço prestado. Este pode ser múltiplo e diversificado para diferentes categorias de usuários, (característica de bilateralidade), conforme a tabela 6.

**Tabela 6.** A classificação da receita cobrança pelo uso.

Classificação da receita	TAXA	TARIFA	CONTRIBUIÇÃO DE MELHORIA	PREÇO PÚBLICO
	Tributária	Por Serviços públicos	Tributária	Patrimonial
Base de cálculo (aplica-se a)	Exercício do poder de polícia ou serviço público essencial	Serviço público não essencial por meio de concessão ou permissão	Obras que promovam ganho patrimonial a terceiros	Uso de bem ou serviço público por meio de autorização
Mensuração do uso ou serviço	Sim	X	X	X
	Não	X		
Situação do uso ou serviço	Efetivamente prestado	Aplicável a ambos os casos	X	X
	Compulsório			
Instrumento para o estabelecimento	Lei	Decreto do executivo	Lei	Contrato ou Resolução que o efetive
Competência para a arrecadação	Poder público	Concessionário de serviço	Poder público	Poder público
Possibilidade de delegação	Delegável somente a ente público	Delegável a prestador privado	Delegável somente a ente público	Delegável somente a ente público
Vigência temporal	A partir de 1º de janeiro	A partir da vigência do Decreto	A partir de 1º de janeiro	A partir da vigência contratual
Exemplos práticos	Taxa de fiscalização/ Taxa de limpeza pública	Serviços de água e esgoto	Serviços de asfaltamento urbano	<b>COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA</b>

Fonte: SAG/ANA, (2014).

### 2.6.2 Modelo Otimização Econômica (Precificação Mercadológica)

Na Precificação mercadológica os preços são determinados indiretamente, de forma descentralizada por algum mecanismo (ex: mercado), ou seja, os preços são resultados de uma interação entre vários atores e determinado por fatores incluindo Demanda, Oferta, História, Política e Questões Sociais. Cabe aos agentes reguladores determinar as condições sob as quais a água pode ser negociada, transferida e utilizada.

Sob a ótica das teorias econômicas de valoração da água, a UFSM e UFCG (2008) destacam de forma resumida a: (1) Teoria Clássica: cujo valor da água depende da quantidade de trabalho utilizado para produção com preço em função da oferta e demanda; (2) Teoria Marxista: que introduz a Teoria Clássica o tempo de trabalho socialmente necessário para a produção do bem e (3) Teoria Neoclássica: que reflete a tendência clássica e socialista em utilizar o trabalho como índice de valor para água, ressaltando, dentre outros elementos, o custo de oportunidade. Quanto maior for a necessidade (escassez) da água, maior será o seu preço, que se traduz no livre jogo entre oferta e demanda. Sendo assim, necessário se faz a estimativa do valor da água.

Sobre a Teoria Neoclássica, Thomas (2002), os modelos de otimização econômica para determinação do preço com objetivo principal a racionalização do uso da água, as mais utilizadas são: (1) Teoria da Demanda e a Disposição a Pagar; (2) Política de Preços Ótimos ou Análise Custo Benefício; (3) Análise Custo Efetividade e (4) Mercado de Direitos de Uso da Água, que serão apresentadas de forma resumida, a seguir:

#### *2.6.2.1 Teoria da Demanda e a disposição de pagar*

Os Preços de Demanda (curvas de demanda por água), para Medeiros e Ribeiro (2006), as funções de demanda por água são componentes fundamentais no desenvolvimento de um modelo de cobrança com caráter econômico. A partir delas é possível verificar a sensibilidade que o usuário tem a pagar pela água em situações hipotéticas de escassez hídrica.

Segundo Carrera-Fernandez e Garrido (2002), os modelos baseados na teoria da demanda podem ser oriundos tanto da teoria do consumidor quanto da teoria da firma (função de custo), o que dependerá da finalidade que o usuário der para a água. Assim, também segundo os autores, se a água for utilizada como produto final (bem de consumo), então é a teoria do consumidor que estabelecerá os fundamentos para a sua valoração; por outro lado, se a água for utilizada como insumo de produção, para um bem final, os fundamentos para valoração da água ficarão a cargo da teoria da firma, com seus componentes de produção e custos.

As principais definições para a confecção das curvas de demanda por água são a Curva de Demanda "Tudo ou Nada" e a "Elasticidade" preço da demanda.

A Curva de Demanda “*Tudo ou Nada*” utilizam o conceito de custo de oportunidade<sup>9</sup>, segundo o tipo de usuário (preço de reserva e sua respectiva demanda), ou seja, são informações extraídas em situação hipotética de interrupção no fornecimento de água existente, condicionando o usuário a buscar uma alternativa que produza o mesmo efeito e supra as suas necessidades hídricas. (MEDEIROS, RIBEIRO, 2006).

De acordo com Marques (2017), as referências dos usuários para determinar a sua percepção de valor sobre os bens ou um serviço (“disponibilidade a pagar”) são também influenciadas pelo contexto social, quantidade de informação disponível a estes usuários e quando estaria disposto a pagar para obter de outra fonte alternativa.

O Curva *Elasticidade-preço* da demanda está diretamente relacionada com os dados de preço e demanda. Neste caso, verificar a sensibilidade do usuário de água frente a um dado aumento no preço do metro cúbico de água. O parâmetro elasticidade-preço mede a variação percentual da demanda  $x$  em resposta a uma variação percentual no preço da água, ou seja, quanto o consumidor estaria disposto a reduzir o seu consumo de água caso ela sofresse um aumento de preço. (UFSM, UFCG, 2008).

Quando se faz análise a respeito do consumo de água no campo mercadológico percebe-se que exibem os mesmos comportamentos dos demais bens de consumo. Alguns economistas utilizam o termo *Elasticidade e Preço da demanda de Água*<sup>10</sup>, para a cobrança do uso da água. No entanto, água não pode ser considerada elástica, ela é inelástica, ou seja, em geral não responde ao porcentual que foi aumentado. Para exemplificar esse entendimento, suponha que ocorra um aumento no preço da água em 1%, espera-se que o consumo de sua demanda reduza a 1%. Contudo, isto não ocorre, o seu efeito é lento e existem outras tangentes (preço de reserva, questões sociais, política, oferta, outra fonte alternativa, etc.). Se o objetivo for à redução do consumo de água é necessário colocar preços relativamente mais elevados, com bônus incentivando uma redução no consumo. Percebe que também, não ocorre redução do consumo, quando os preços forem muitos baixos.

---

<sup>9</sup>Um usuário com acesso a uma quantidade limitada de água gratuita pode facilmente perceber o custo de oportunidade de não aplicar a água para seu uso mais produtivo dentro de sua propriedade

<sup>10</sup> A relativa mudança da demanda de água (ou, matematicamente: a variação percentual na quantidade procurada dividida pela variação percentual no preço) – é o momento decisivo no âmbito do efeito incitativo da cobrança.

### 2.6.2.2 Política de Preços Ótimos ou Análises Custo Benefício

Política de Preços Ótimos ou Análise Custo Benefício: O preço ótimo é aquele que induz à maximização da diferença entre os benefícios totais e os custos totais, e é representado pelo ponto onde os benefícios marginais se igualam aos custos marginais (Ferguson, 1990 apud Thomas, 2002). Essa metodologia gera eficiência econômica e distributiva. A política de preços ótimos minimiza as distorções na alocação dos recursos hídricos entre seus vários usuários, ou seja, é cobrando preços diferenciados que as distorções na utilização dos recursos hídricos são minimizadas (CARRERA-FERNANDEZ *et al.*, 2003).

Segundo Ribeiro (2000), com a Análise Custo Benefício busca-se a valoração monetária dos efeitos desfavoráveis (custos) e favoráveis (benefícios) de um empreendimento qualquer que oferta um bem relacionado com a água, em termos qualitativos ou quantitativos. Também segundo a autora, esta abordagem é mais utilizada quando está relacionada à poluição hídrica, assim, a curva de custos totais está relacionada com o custo total equivalente de cada nível de abatimento da poluição e a curva de benefícios totais representa a disposição a pagar dos envolvidos pela despoluição da bacia.

### 2.6.2.3 Análise Custo Efetividade

Análise Custo Efetividade: Na metodologia do custo efetividade, a quantidade ótima é definida de forma acordada pela sociedade (CÁNEPA *et al.*, 1999). Para os referidos autores, o preço a ser cobrado é o valor do custo marginal de redução de uso no ponto correspondente à quantidade de redução necessária para atingir o nível desejado de uso quantitativo ou qualitativo. Assim, na Análise Custo Efetividade, segundo Ribeiro (2000), não se busca a máxima eficiência econômica no uso do recurso, mas o atendimento de certas metas previamente negociadas no âmbito da bacia hidrográfica.

### 2.6.2.4 Mercado de Direito de uso da Água

Mercado de Direitos de Uso da Água: Nesta metodologia o valor da água é estabelecido através de um mercado de livre negociação sendo seu preço fixado automaticamente pelas leis de mercado.

De acordo com Ribeiro (2000), no mercado da água, teoricamente, o usuário que promova o uso econômico mais eficiente da água compraria o direito de uso de outro que o faça com menor eficiência.

Conforme Marques (2017), os preços definidos pelo mercado podem realocar água entre usuários, exemplos disto, são as experiências no Oeste americano, Chile e Austrália, normalmente envolvendo usuários agrícolas, ou seja, quando for possível com baixos custos de transação para mitigar externalidades<sup>11</sup>(positiva ou negativava), corrigidos as assimetrias de informações ou outras falhas do mercado, o preço irá realocar a água de usuários com baixa produtividade para usuários com produtividade mais alta. Outro destaque que o referido autor, faz ao o mercado é como lidar com *trade-off*<sup>12</sup> (perda ou ganho), com as demandas ambientais, uma parcela pode ser negociada e transferida.

Com relação ao Brasil, o mercado de águas não está previsto na Lei nº. 9.433/97, e nem pode ser inserido em sua regulamentação, pois é inconstitucional. Como o mercado de águas pressupõe que a água possa ser um bem privado, a sua criação foi eliminada pela CF de 1988, através da definição de que a água é um bem público, cuja dominialidade é inalienável e pertencente à União e aos Estados, (UFSM, UFCG, 2008).

Para Oliveira Filho (2004), a inexistência de mercados de água, ao impossibilitar a obtenção de dados estatísticos sobre esse produto, não permite que se estime o valor que os seus usuários estariam dispostos a pagar por cada metro cúbico de água bruta captada e/ou consumido. A tabela 7 apresenta os principais preços que estão ligados aos modelos de otimização econômica aplicada e que foram expostos de forma sucinta nesta dissertação.

---

<sup>11</sup> Efeitos direto ou indireto causado por uma atividade a outras atividades de consumo ou produção que não está refletido obrigatoriedade no preço de mercado dos produtos. A externalidade pode onerar terceiros. EXTERNALIDADE NEGATIVA – ou a eles produz benefícios – EXTERNALIDADE POSITIVA (Baseada em Pindyck, 2005).

<sup>12</sup> Troca (perda e ganho) entre qualidade ambiental e atividades econômicas, também não é socialmente desejável, na maioria dos casos, uma restrição dos investimentos totais por meio da fora regeneradora do meio ambiente. No entanto, uma poluição reduzida não precisa ser necessariamente equiparada a uma atividade econômica reduzida (Cf também Almeida (1998), pág.32 ss. ou Brauch, 1998).

**Tabela 7.** Os principais métodos econômicos (Modelo Otimização) da valoração da água utilizados na aplicabilidade dos Recursos Hídricos

<p><b>Custo de Oportunidade</b> <b>- Demanda Tudo ou Nada</b></p>	<p>É preço de reserva é o custo adicional que o usuário de água estaria disposto a pagar para obtê-la de uma fonte alternativa, sendo o mesmo estimado através de uma situação hipotética, onde através de uma interrupção no fornecimento da água os usuários seriam levados a buscar uma solução alternativa mais barata, ou menos cara, que suprisse suas necessidades de água;</p> <p>A Equação abaixo se calcula o custo de oportunidade ou preço de reserva da água, o qual revela o máximo valor que os usuários estariam dispostos a pagar a mais para cada metro cúbico de água consumida da solução alternativa.</p>
<p><b>Custo de Oportunidade</b> <b>- Demanda Tudo ou Nada</b></p>	$Pr_{abast} = (1 + \lambda_h)C_h - (1 + \lambda_f)C_f$ <p>Sendo: Prabast=custo de oportunidade ou preço de reserva da água no abastecimento atual; Ch= custo médio de água captada na alternativa hipotética; Cf = custo médio de água captada da fonte do abastecimento atual; <math>\lambda_j</math> = perda de água de cada sistema; h = referente à alternativa hipotética; f = referente aos serviços da fonte do abastecimento atual.</p>
<p>Custo Marginal</p>	<p>A formação de preço pelo custo marginal possui dois espaços de tempo: <b>curto prazo e longo prazo</b>. Considera-se custo marginal de curto prazo, aquele destinado à cobrança pelo uso da água, baseado nos custos de operação, manutenção e reposição nos sistemas de provimento de água ou de tratamento de despejos.</p>
<p>Preços Ótimos</p>	<p>A metodologia dos preços ótimos é fundamentada em uma política de preços que maximiza a diferença entre os benefícios e custos sociais e, ao mesmo tempo, minimiza os impactos distributivos na economia;</p> <p>No método de preços ótimos, a variação percentual de preço em relação ao custo marginal é inversamente <b>proporcional à elasticidade-preço da demanda</b>. Dessa forma, quanto menor for a elasticidade-preço para uma determinada modalidade de uso da água, maior deverá ser o seu preço em relação ao custo marginal e vice-versa. Essa metodologia gera eficiência econômica e distributiva.</p>
<p>Elasticidade-preço da Demanda de Água</p>	<p>A elasticidade-preço da demanda mede a variação, em porcentagem, da quantidade demandada em resposta a uma variação percentual no preço da água. Isso verifica em quanto o consumidor estaria disposto a reduzir o seu consumo de água caso ela sofresse um aumento de preço. A elasticidade-preço é calculada pela Equação</p> $ED = \% \Delta QD / \% \Delta P$ <p>Sendo: ED = elasticidade-preço da demanda; <math>\Delta QD</math> = variação da quantidade demandada; <math>\Delta P</math> = variação do preço.</p>

## 2.7 Estruturas de cobrança pelo uso da água

No Brasil as metodologias mais utilizadas para definir os principais usos que geram pagamento são: (1) Captação ou Derivação de Águas Bruta - pagamento referente à retirada de corpos hídricos (superficial ou subterrâneo); (2) Consumo de Água Bruta -

pagamento referente à parcela do uso de captação que não retorna aos corpos hídricos e (3) Lançamento de Carga Orgânica - refere-se à cobrança pelo lançamento de efluentes no corpo hídricos receptores (ANA, 2014).

Desta forma, os mecanismos de cobrança pelo uso são compostos pela Equação (01):

$$\text{Valor de Cobrança} = \text{Base de cálculo} \times \text{Preço Unitário} \times [\text{Coeficientes}] \dots\dots\dots (01)$$

Genericamente, obtêm-se os valores monetários específicos para cada uso de água bruta (captação, consumo e lançamento) através da multiplicação de três parcelas: A base de cálculo, O preço unitário (Pu) e os Coeficientes (k's), conforme o Quadro 03, onde estão descritos cada um desses componentes.

**Quadro 3.** Estrutura básica dos mecanismos de cobrança.

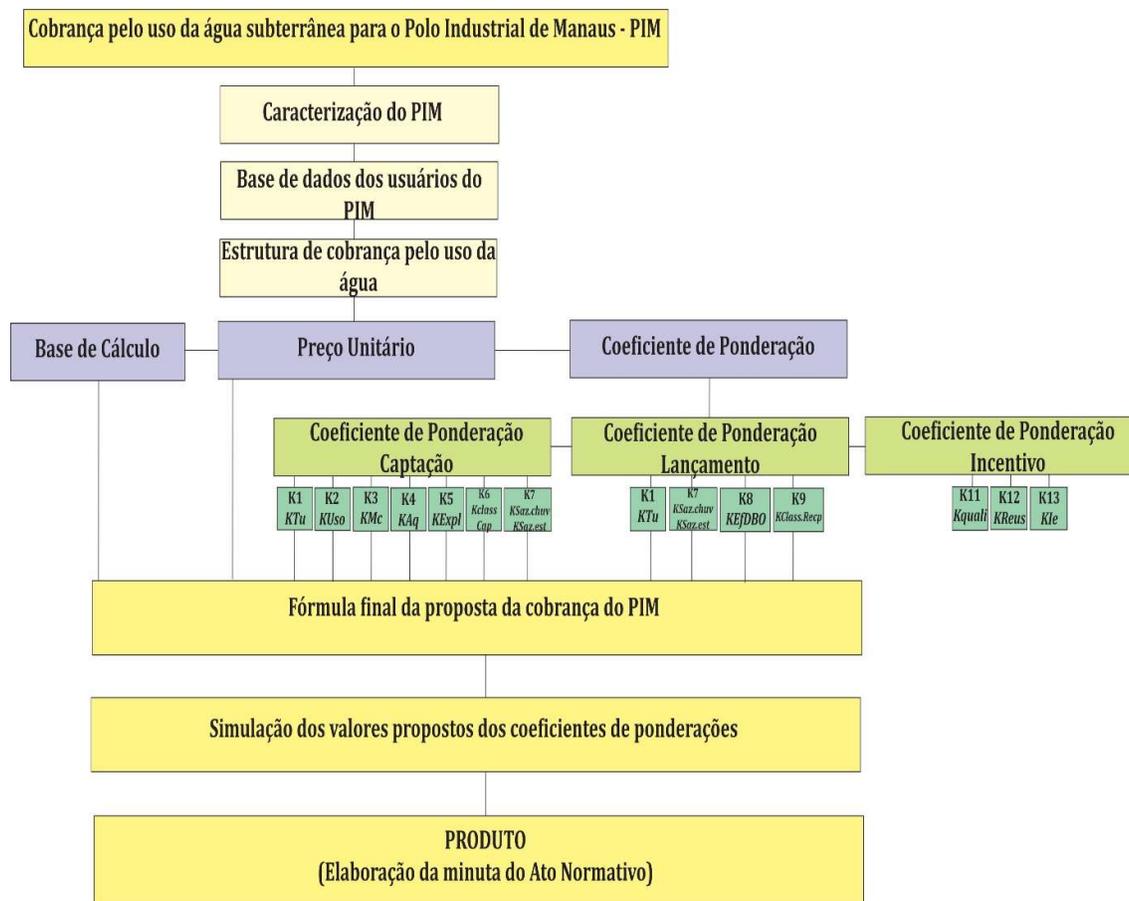
<b>COMPONENTE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>Valor de Cobrança</b>	Valor financeiro total correspondente à cobrança pelo uso de recursos hídricos.
<b>Base de cálculo</b>	Visa a quantificar o volume utilizado de água para captação, consumo, lançamento (e/ou diluição) e transposição.
<b>Preço Unitário (Pu)</b>	Define o valor financeiro unitário de determinado volume de uso da água, com base nos objetivos do instrumento da Cobrança.
<b>Coeficientes (K)</b>	Visa adaptar os mecanismos definidos a objetivos, particularidades da bacia, ou usos específicos.

Fonte: SAG/ANA (2014).

Contudo, faz-se necessário destacar que não é considerado um imposto, mas um preço público (PP), seus mecanismos de valores são negociados a partir de debate público no âmbito dos Comitês de Bacia e não por meio de decisões isoladas de instâncias governamentais (ANA, 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido de acordo com as etapas apresentadas na Figura 20.



**Figura 20.** Etapas metodológicas. Fonte: O autor (2018).

#### 3.1 Caracterização do polo industrial de Manaus (PIM)

##### 3.1.1 Aspectos históricos e econômicos

O Novíssimo Dicionário de Economia (1999) traz uma definição sucinta sobre zona franca, tratando-a como: “Área delimitada no interior de um país e beneficiada com incentivos fiscais e tarifas alfandegárias reduzidas ou ausentes. Seu objetivo é estimular o comércio e, às vezes, acelerar o desenvolvimento industrial de uma região” (Grifo nosso).

O Brasil é considerado o primeiro país a criar um modelo de zona franca diferente daquele dos EUA e da China, porque ao criar a Zona Franca de Manaus (ZFM), no Estado do Amazonas, definiu que esta seria voltada a atender o mercado interno (LEOCÁDIO, 2016).

Segundo, os dados da Superintendência da Zona Franca de Manaus, SUFRAMA (2017), a ZFM foi conjecturada pelo Deputado Federal Francisco Pereira da Silva e criada pela Lei Nº 3.173 de 06 de junho de 1957, como Porto Livre.

Dez anos depois, o Governo Federal do Marechal Humberto de Alencar Castelo Branco, por meio do Decreto-Lei Nº 288, de 28 de fevereiro de 1967, ampliou essa legislação e reformulou o modelo, estabelecendo incentivos fiscais por 30 anos para implantação de um polo industrial, comercial e agropecuário na Amazônia. Foi instituído, assim, o atual modelo de desenvolvimento, que engloba uma área física de 10 mil km<sup>2</sup>, tendo como centro a cidade de Manaus, e está assentado em Incentivos Fiscais e Extrafiscais, instituídos com objetivo de reduzir desvantagens locacionais e propiciar condições de alavancagem do processo de desenvolvimento da área incentivada.

A partir de 1989, a SUFRAMA, que administra o modelo, passou a abrigar em sua área de jurisdição sete Áreas de Livre Comércio (ALCs), criadas com objetivo de promover o desenvolvimento de municípios que são fronteiras internacionais na Amazônia e integrá-los ao restante do país, por meio da extensão de alguns benefícios fiscais do modelo ZFM, da melhoria na fiscalização de entrada e saída de mercadorias e do fortalecimento do setor comercial, agroindustrial e extrativo.

A primeira a ser criada foi a de Tabatinga, no Amazonas, por meio da Lei nº 7.965/89. Nos anos seguintes, foram criadas as de Macapá-Santana (Lei nº 8.387/91, artigo II), no Amapá; Guajará-Mirim (Lei nº 8.210/91), em Rondônia; Cruzeiro do Sul e Brasiléia-Epitiaciolândia (Lei nº 8.857/94), no Acre; e Bonfim e Boa Vista (Medida Provisória 418/08), em Roraima, (SUFRAMA, 2017).

Para Leocádio (2016), com quase 50 anos de criação, a ZFM nasceu da necessidade de ocupação de áreas estratégicas do Brasil na parte ocidental do território nacional e foi à estratégia do Estado Brasileiro para atrair o capital internacional para seu projeto de Industrialização por Substituição de Importações, na região Norte.

Foi também uma resposta à região, até então alijada de todo e qualquer projeto de desenvolvimento regional. Baseado na indústria incentivada pelas isenções fiscais, o

modelo de desenvolvimento, concentrado na capital do Amazonas, passa por um momento de projeção de cenários para sobreviver às mudanças no mercado internacional, valendo-se da excepcionalidade de isenções para também desenvolver produtos com matérias-primas da biodiversidade (LEOCÁDIO, 2016).

Atualmente, o PIM possui aproximadamente 600 indústrias de alta tecnologia gerando mais de meio milhão de empregos, diretos e indiretos, principalmente nos segmentos de eletroeletrônicos, duas rodas e químico (Apêndice1). Entre os produtos fabricados destacam-se: aparelhos celulares e de áudio e vídeo, televisores, motocicletas, concentrados para refrigerantes, entre outros. O polo Agropecuário abriga projetos voltados às atividades de produção de alimentos, agroindústria, piscicultura, turismo, beneficiamento de madeira, entre outras.

Em resumo, tem-se que o desenvolvimento urbano de Manaus está diretamente relacionado com a implantação da Zona Franca, pois esta propiciou o aumento das atividades comerciais e industriais. Com isso possibilitou a absorção da mão de obra assalariada advinda do interior do estado e de outras regiões do país, tendo como resultado uma modificação acentuada dos seus padrões econômicos, sociais e de infraestrutura urbana. (ROQUE, 2006).

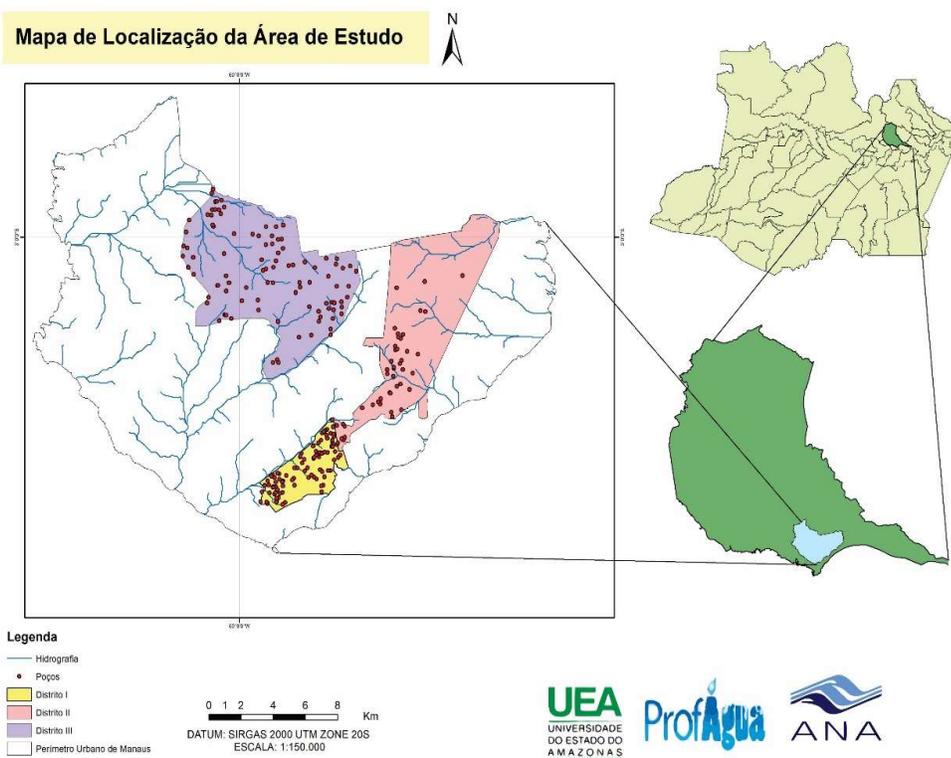
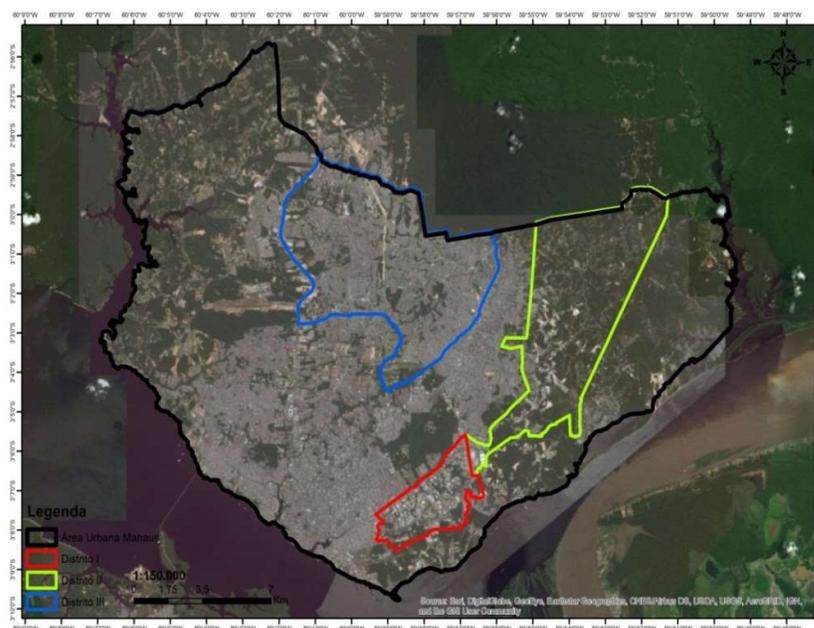
### ***3.1.2 Localização da área de estudo***

A cidade de Manaus está situada na margem esquerda do rio Negro, na confluência deste com o rio Solimões (Figura 21), entre os paralelos 2°57'00'' e 3°09'30'' de latitude Sul, e dos meridianos 59°53'00'' e 60°07'30'' de longitude Oeste. Sua área de aproximadamente 500 km<sup>2</sup> e tem uma população de 2.130.264 habitantes (Segundo estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2017 - IBGE).

Nota-se que as indústrias do PIM têm utilizados nos seus processos produtivos águas provenientes dos mananciais subterrâneos e superficiais, sendo todo o setor industrial de Manaus abastecido exclusivamente por poços tubulares e recursos superficiais tem servido para lançamento e diluição de efluentes das indústrias.

A Figura 21 mostra como estão distribuídos em os poços tubulares nos distritos I (área de 13,43km<sup>2</sup> de perímetro de 9,34km), distrito II (área de 52,38km<sup>2</sup> de perímetro de

45,01km) e distrito III, (área de 66,20km<sup>2</sup> de perímetro de 19,34km), totalizando uma área de 132,01 km<sup>2</sup>.



**Figura 21.** Mapa da área de Manaus e localização dos poços do PIM. Fonte: O Autor (2017).

## **3.2 Base de dados usuários do PIM**

### ***3.2.1 Uso da Plataforma do CNARH-40***

Os dados cadastrais do Estado do Amazonas estão sendo armazenados no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH-40), instituído pela Resolução ANA nº 317, de 26 de agosto de 2003, e tendo por objetivo registrar as informações sobre o uso da água de pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, em todo o país. Esse registro de informações possibilita ao órgão gestor, conhecer e mapear a distribuição dos usos múltiplos da água e de seus usuários, assim como manter, atualizar e complementar seus dados. É importante destacar, que o cadastro de usos de recursos hídricos tem por objetivo principal o conhecimento da demanda de água em uma determinada bacia hidrográfica. Sobre ele estão baseados alguns dos principais instrumentos da gestão de recursos hídricos, como a outorga, cobrança e fiscalização.

Outro ponto de grande relevância do cadastro é a função de suprir a carência de dados qualitativos e quantitativos desatualizados e/ou subutilizados nos diversos bancos de dados de recursos hídricos. Com informações mais precisas e objetivas, o banco de dados estruturado subsidia os órgãos gestores a constatar as demandas por água por região e, também, a evitar os possíveis conflitos pelo seu uso; sendo o primeiro passo do ciclo da gestão de recursos hídricos, as informações serão registradas a partir de: Identificação do usuário para pessoa física (nome completo, N° de CPF); Pessoa Jurídica é preciso informar o nome do proprietário, a razão social e o CNPJ, além do nome do responsável, número do CPF e endereço completo para correspondência; a vazão utilizada; Local de captação (georreferenciada); Denominação e localização do curso d'água; Empreendimento do usuário; sua atividade e outros dados.

Cabe salientar, ainda, para a que identificação dos usuários e os tipos de uso da água subterrânea na área de estudo, consideram as informações contidas no cadastro de outorga do IPAAM, presente no CNARH-40, a partir de janeiro de 2016 a agosto de 2018, dividido em duas categorias: os que se encontram outorgado e não outorgado. Posteriormente, serão separados de acordo com a finalidade de uso identificada: abastecimento humano, abastecimento industrial e outros usos.

Assim, com aporte dessas informações, foi possível mapear os principais os usuários dos recursos hídricos subterrâneos, nas atividades industriais do Estado, tanto na quantidade e qualidade, como em relação aos lançamentos de efluentes tratados ou não.

### ***3.2.2 Uso de documentos técnicos e legais***

Foram utilizados como fontes de informações de mecanismos de cobrança de Comitês de Bacias Hidrográficas Brasileiras (CBH's), documentos técnicos como relatórios de construção de poços tubulares do segmento empresarial de perfuração e Atos Normativos pertinentes à cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Leis, resoluções, portarias, deliberações e outros).

É oportuno destacar, que este trabalho preservou a identificação do nome da indústria estudada, para garantir as regras adotadas pela organização no sentido de preservar a confidencialidade dos dados e informações institucionais.

### **3.3 Estruturas de cobrança pelo uso da água do PIM**

A determinação do valor a ser cobrado pelo uso da água gera muitas dificuldades (PEREIRA, 2002), essas dificuldades estão relacionadas à complexidade de tratar-se de um bem ambiental e que proporciona inúmeros usos e é variável no tempo e espaço.

De acordo com Ribeiro e Lanna (2001) existem quatro tipos de usos de água que podem ser objeto de cobrança. São eles: (1) Uso da água disponível no ambiente (água bruta) como fator de produção ou bem de consumo final; (2) Uso de serviços de captação, regularização, transporte, tratamento e distribuição de água (serviço de abastecimento, a usuários domésticos, agrícolas, industriais, etc); (3) Uso de serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final de esgotos (serviço de esgotamento) e (4) Uso da água disponível no ambiente como receptor de resíduos.

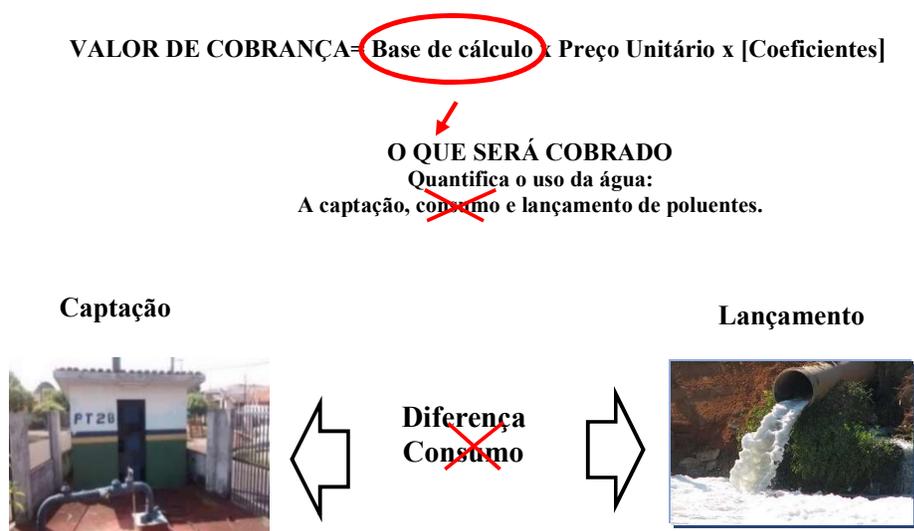
Os usos tipo 2 e 3 são comumente cobrados pelas companhias de saneamento e o tipo 2 pelas entidades que têm atribuições no fomento de projetos de irrigação. A oportunidade da cobrança dos usos dos tipos 1 e 4 tem sido considerada nos processos de modernização dos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos e do ambiente realizados no âmbito federal e dos estados brasileiros (RIBEIRO, LANNA, 2001),

As propostas de elaboração da cobrança pelo uso dos recursos hídricos para o PIM foram baseadas pelo os tipos 1 e 4, pelo modelo de precificação administrativa, onde os preços são determinados diretamente por uma autoridade pública (que pode ser o provedor ou operador de um serviço público ou ainda um regulador), essa estrutura é basicamente:  $\text{Cobrança} = \text{Base de Cálculo} \times \text{Preço Unitário} \times \text{Coeficientes}$ .

Dessa forma, o valor da cobrança é o resultado da multiplicação da base de cálculo pelo preço unitário. A base de cálculo quantifica o volume de água utilizado para o uso de captação, consumo ou diluição (CARRERA-FERNANDEZ, GARRIDO, 2002).

Assim, a estrutura de cobrança que foi proposto para o PIM teve o seu ordenamento em função do produto nos critérios: Base de Cálculo, Preço Público Unitário (PPU) e Coeficiente de ponderação (CP).

A Base de cálculo foram as vazões de captação (volume de água retirado do aquífero) e efluente tratado (lançamento de carga de  $\text{DBO}_{5,20}$ ), não estando incluso o volume de consumo, ou seja, não contemplando a cobrança pelo consumo (volume de água que não retorna ao corpo hídrico). Ou seja, a Base de cálculo do PIM, abrange somente dois parâmetros que são expressos em termo de volumes outorgados de captação e diluição, com os Coeficientes de Ponderação que são os pesos atribuídos a critério técnicos específicos para a captação e a diluição, conforme a Figura 22.



**Figura 22.** Proposta de Estrutura de cobrança para o PIM.

### 3.2.1 Base de Cálculo

A base de cálculo é o componente da estrutura dos mecanismos de cobrança que visa quantificar o uso da água, que pode ser o uso de captação, de consumo ou de diluição. O uso de captação é definido como a retirada de água do corpo hídrico.

De acordo com o exposto no escopo desse trabalho a estrutura de cobrança para o PIM só contemplará o uso quantitativo da água (a captação) e a carga orgânica (efluentes). Desta forma, a Base de Cálculo foi decorrente dos volumes de águas captadas pelos poços (subterrâneas) e o lançamento da diluição de efluentes tratado nos corpos hídricos (superficial) da microbacias existente da área do PIM em relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>)<sup>13</sup>.

A água subterrânea captada pelas indústrias encontra-se fisicamente disponível no aquífero, porém, está legalmente indisponível se não houver a outorga do direito de uso. Nesse contexto, a Base de Cálculo para captação utilizou somente uso de águas subterrâneas de usuários do PIM que estão outorgados, junto ao órgão responsável, o IPAAM.

No que diz a respeito ao lançamento de efluentes do PIM, considerou-se somente a carga de poluente lançada (Carga KgDBO<sub>5,20</sub>), definida pela massa de um poluente que é lançado por uma unidade de tempo, onde o seu volume dar-se-á pela a subtração da vazão pela captação pela vazão de consumo, conforme a Equação (2).

$$\text{Vazão Efluente (Q.Ef)} = \text{Vazão de captação (Qcap)} - \text{Vazão de Consumo (Q.con)} \quad (2)$$

### 3.2.2 Preço Unitário

O arcabouço legal amazonense (Lei nº 3.167 de 27/08/07-PERH/AM) definiu a formulação que deveria ser utilizada para calcular os valores a serem cobrados. Contudo, quando se observa a fórmula  $PPu = (PP \times Vef)$ , nota-se, que os legisladores não definiram os critérios técnicos, nem as suas periodicidades e as funções de usos específicos.

A fórmula estabelecida pela Lei estadual (Lei nº 3.167/2007) é um Modelo Básico de Cobrança pela Retirada (MBCR), ou seja, considera-se somente uma parcela referente

---

<sup>13</sup>DBO- é a quantidade oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C.

para cobrança de retirada (captação) de água bruta e determinou um PPU para denominado de Valor Unitário de Retirada (VUR) e não contempla a cobrança pelo consumo e lançamento de efluentes (sem o PPU, valor unitário de consumo e lançamento).

Neste sentido, o marco legal estadual deixou lacunas. Assim, os resultados deste trabalho podem suprir as pendências a respeito da extração de água de aquífero subterrâneo para o uso industrial, bem como, o lançamento em corpo de água.

Com relação ao Preço Público Unitário (PPU), ele é um valor de referência para a cobrança. Pode ser arbitrado, calculado ou negociado no âmbito do comitê de bacia. Considerando a ótica arrecadatória, os recursos advindos da cobrança devem corresponder ao montante necessário para viabilizar os instrumentos previstos para a bacia, (UFMS e UFCG, 2008).

Desta forma, os preços públicos unitário deste trabalho foram o  $PPU_1$ , que corresponde à cobrança pela captação (R\$/m<sup>3</sup>) e o  $PPU_2$ , que corresponde à cobrança pela diluição de efluente (preços (R\$/DBO<sub>5,20</sub>), sendo arbitrados levando em conta as bases dos preços dos valores estabelecidos para os *PPU's* de cobrança dos principais comitês de Bacias Hidrográficas do Brasil (Agência das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá-PCJ; Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul-CEIVAP, e Rio Santa Maria e outros.)

Na metodologia para valoração das águas (subterrânea/ superficial) do PIM, os preços que deverão ser cobrados pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos devem ser aplicados integralmente no financiamento dos custos pela gestão das bacias da área do PIM. Vale lembrar que os custos para gestão, são aqueles necessários para o bom funcionamento do sistema de gestão de recursos hídricos, nos quais se incluem as despesas com administração (aluguel de sede, salário de funcionários, etc.) e operação e manutenção do sistema (emissão de outorgas, cobranças, monitoramento, fiscalização, etc.). A outra parte desses recursos deverá ser aplicada em intervenções contidas nos planos da bacia, que incluem as despesas relativas às intervenções estruturais (construção de ETE's, reservatórios, etc.) e não estruturais (mobilização, capacitação, etc.).

### **3.3.3 Coeficientes**

O coeficiente de ponderação é o terceiro componente da estrutura dos mecanismos de cobrança. Segundo Thomas (2002), sua aplicação resulta da necessidade, em alguns casos, de adaptação do mecanismo a objetivos específicos. Para Medeiros e Ribeiro (2006) esses coeficientes associam fatores externos que estão diretamente relacionados com as condições físicas da região, finalidade de uso, estação do ano e usuários e outros. Existe, porém, a problemática que tais coeficientes não são quantificados de maneira adequada, são apenas arbitrados, ou definidos em reuniões de comitês, causando, muitas vezes, significativas mudanças na finalidade da cobrança e no preço final a ser cobrado de cada usuário (UFSM, UFCG, 2008).

Como foi mencionada anteriormente, a fórmula de cobrança estadual foi adaptada para um modelo de retirada de água bruta, sem a adoção dos coeficientes de ponderação. O modelo básico é o mais simples com nenhum ou apenas poucos coeficientes. O modelo avançado é o mais complexo de todos com a consideração de diversos coeficientes.

Para atender os objetivos específicos desta dissertação foram definidos os coeficientes de ponderação de critérios técnicos que foram multiplicadores para a base de cálculo da captação e da diluição de efluentes. Também foram estabelecidos Coeficiente de Ponderação de Incentivo ( $C_{PI}$ ), compostas, pelo índice de reuso ( $K_{reuso}$ ), pacto das metas progressivas de melhoria da qualidade da água ( $K_{quali}$ ) e investimentos estruturais ( $K_{ie}$ ), porém não fizeram parte da estrutura de base de cálculo da cobrança desta proposta, deixando a critério do IPAAM para possível desconto para as indústrias que contribuam para a melhoria na quantidade e/ou qualidade dos recursos hídricos, ou mesmo para aqueles que possuam uma menor capacidade de pagamento. Dentre os coeficientes de ponderação utilizados neste estudo, alguns foram obtidos a partir da literatura específica e outros foram estimados a partir de cálculos e interpretações.

### *3.3.3.1 Coeficientes de ponderação de captação ( $CP_{cap}$ )*

O coeficiente de ponderação de captação tem por finalidade fazer uma cobrança mais técnica, onde possa ocorrer uma valoração das águas subterrâneas, adaptada nas particularidades do aquífero, dos seus usuários (industriais) e usos específicos.

Desta forma, o trabalho selecionou um conjunto de características específicas (adimensional) de sete ponderações técnicas, para atender a adoção do uso racional deste

recurso natural. Ficam definidos para efetuar a cobrança pela captação os valores dos coeficientes de:  $K_1$  (*Tipo de usuário -  $K_{TU}$* );  $K_2$  (*Tipo de uso -  $K_{Uso}$* );  $K_3$  (*Tipo de manancial -  $K_{Mc}$* );  $K_4$  (*Característica do aquífero -  $K_{Aq}$* );  $K_5$  (*Reserva explotável -  $K_{Expl}$* );  $K_6$  (*Classe -  $K_{Classe}$* ) e  $K_7$  (*Sazonalidade-Chuvosas e Estiagem -  $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$* ).

#### 3.3.3.1.1 Coeficiente $K_1$ (*Tipo de usuário - $K_{TU}$* )

O  $K_1$  (*Tipo de usuário -  $K_{TU}$* ) procura diferenciar os usuários sujeitos a cobrança segundo sua capacidade de pagamento, bem como prioridades legais, sociais e econômicas da região. Esta variável permite diferenciar os usuários em urbano, rural, industrial, agrícola, entre outros. Normalmente, devido à sua baixa capacidade de pagamento, os usuários agrícolas pagam menos que os usuários de abastecimento, que por sua vez pagam menos que os usuários industriais, (UFSM, UFCG, 2008). No caso deste estudo o usuário é o setor industrial, sendo utilizados os valores dos coeficientes encontrados na literatura concernente à cobrança (CBH-Rio Santa Maria - RS).

#### 3.3.3.1.2 Coeficiente $K_2$ (*Tipo de uso - $K_{Uso}$* )

O  $K_2$  (*Tipo de Uso -  $K_{Uso}$* ) diferencia a cobrança em função dos tipos de uso: captação, consumo, geração de energia, transposição de vazões, diluição, etc., sendo, geralmente, o uso da captação mais barato. No caso de estudo é a captação e diluição.

#### 3.3.3.1.3 Coeficiente $K_3$ (*Tipo de manancial - $K_{Mc}$* )

O  $K_3$  (*Tipo de manancial -  $K_{Mc}$* ) determina a ponderação relativa à fonte de suprimento de água. Se a fonte é subterrânea, este coeficiente apresenta maior valor, pois a água é geralmente de melhor qualidade. No caso deste estudo trata-se do aquífero Alter do Chão onde estão localizados os poços tubulares do PIM.

No entanto, têm-se diferentes tipos de indústrias que utilizam água de acordo com as vazões para suprir as atividades desenvolvidas. Como isto, o uso deste coeficiente busca a incentivar as industriais a utilizar a rede de abastecimento público.

Desta forma, foi adotado o valor para o sistema público que é 1, sendo acrescido a esse valor os índices obtidos a partir dos cálculos de vulnerabilidade do aquífero. Assim, o  $K_{Mc}$  para o manancial subterrâneo do PIM foi calculado da seguinte forma:

$$K_{mc} = 1 + \text{Índice de Vulnerabilidade.}$$

O índice de vulnerabilidade natural dos aquíferos foi calculado segundo o método GOD de Foster e Hirata (1988). O método GOD, por suas iniciais em inglês, significa respectivamente *Groundwater hydraulic confinement* (Grau de confinamento hidráulico - condição do aquífero), *Overlaying Strata* (Ocorrência do substrato litológico - caracterização geral), *Depth to groundwater table* (Distância da água, ou seja, profundidade do lençol d'água ou teto do aquífero confinado). A estimativa do índice de vulnerabilidade envolve três etapas: (1º) identificado o grau de confinamento hidráulico do aquífero, atribuir-lhe um valor que varia entre 0,0 e 1,0; (2º) conhecidas às características litológicas em função de sua capacidade de atenuação de contaminantes, atribuir-lhe um valor que varia entre 0,4 e 1,0; (3º) para a distância ou profundidade do nível de água a escala de valores a ser atribuído varia em uma escala de 0,6 a 1,0.

O método GOD, além de permitir obter os coeficientes de ponderação do  $K_3$  (*Tipo de manancial -  $K_{Mc}$* ), possibilitou ter os valores para o coeficiente do  $K_4$  (*Característica do Aquífero -  $K_{Aq}$* ) e também conhecidos com a vulnerabilidade do Aquífero.

#### 3.3.3.1.4 Coeficiente $K_4$ (*Característica aquífero - $K_{Aq}$* )

No  $K_4$  (*Característica do Aquífero -  $K_{Aq}$* ) os valores do coeficiente relacionado às classes de vulnerabilidade natural dos aquíferos para induzir a captação em poços nas áreas menos sujeitas à contaminação. A Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos pode ser determinada segundo o método G.O.D, descrito por Foster e Hirata (1988).

#### 3.3.3.1.5 Coeficiente $K_5$ (*Reserva explotável - $K_{Expl}$* )

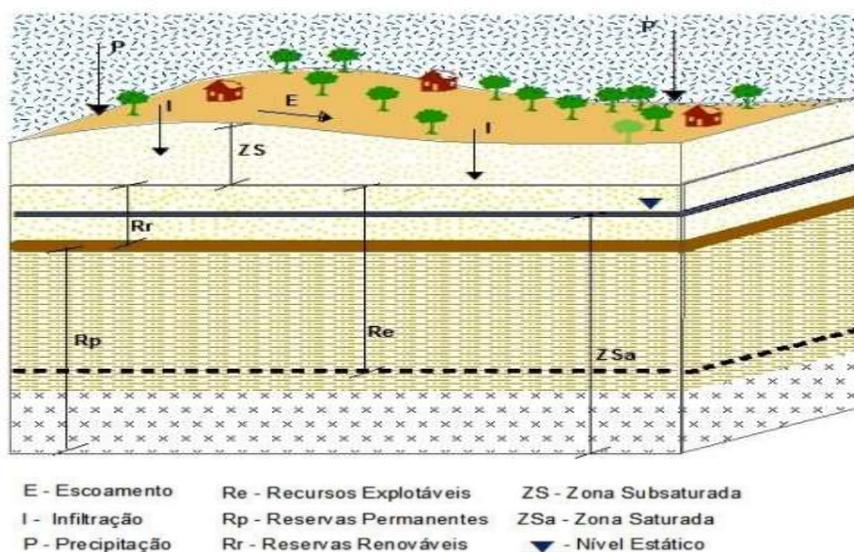
O  $K_5$  (*Reserva explotável -  $K_{Expl}$* ) representa os volumes que podem ser utilizados das reservas naturais dos aquíferos, ou seja, com o propósito de resguardar as reservas

subterrâneas e sua disponibilidade efetiva atribuiu o coeficiente o  $K_5$  (Reserva explotável -  $K_{Expl}$ ). Não existe nenhum coeficiente encontrado na literatura concernente à cobrança.

Para estabelecer o Coeficiente de Reserva Explotável -  $K_{Expl}$  foi necessário calcular a reserva do aquífero ( $R_r$ ;  $R_p$ ;  $R_e$ ; e  $R_t$ ) e a sua disponibilidade hídrica subterrânea do PIM, por meio dos resultados de trabalho técnicos de Hidrogeologia do Aquífero Alter do Chão e a situações de bombeamento dos poços existentes na área de estudo, a integração dessas informações, culminando com a estimativa das reservas hídricas subterrâneas do PIM.

De acordo, com Matta e Cavalcante (2015), vários parâmetros influenciam no cálculo de reservas das águas subterrâneas, tais como precipitação pluviométrica, tipo de aquífero, características dimensionais e hidrodinâmicas do meio e qualidade da água. Tradicionalmente, os dois tipos de reservas mais utilizados para as análises integradas dos recursos hídricos subterrâneos são as reservas renováveis e as reservas permanentes (MATTA, 2002).

As reservas totais são obtidas pela somatória das reservas renováveis e permanentes. Sob uma análise integrada, em função de escala de tempo de renovação e uso das águas, a classificação de reservas permanentes (não renováveis) não encontra respaldo, pois se sabe que a água subterrânea não está desconectada do ciclo hidrológico, participando efetivamente à medida que existe recarga, extração através de poços tubulares e descarga (Figura 23).



**Figura 23** Classificação das reservas hídricas subterrâneas Fonte: Cavalcante (2014).

Neste trabalho foram calculadas as reservas dos aquíferos: (1) Reserva Renovável ( $R_r$ ), Reserva Reguladora ou Reserva Ativa ( $R_a$ ); (2) Reserva Permanente ( $R_p$ ) ou Reservas Seculares ( $R_s$ ); (3) Reservas Explotáveis ( $R_e$ ) ou Potencialidade Aquífera ( $P$ ) e (4) Reservas Totais ( $R_t$ ).

### 3.3.3.1.5.1 Reserva Renovável ( $R_r$ ), Reserva Reguladora ou Reserva Ativa ( $R_a$ )

Existem várias maneiras de se realizar o cálculo destas Reservas Renováveis ( $R_r$ )/Reguladoras ( $R_r$ )/Ativa ( $R_a$ ), sendo as mais comuns:

a) Cálculo da Vazão de Escoamento Natural ( $VEN$ ), que sob condições de equilíbrio natural representa a recarga anual efetiva do aquífero, expressa pela Equação:

$$VEN = T.i.L$$

onde:

$T$ =transmissividade hidráulica ( $L^2T^{-1}$ );

$i$ =gradiente hidráulico e;

$L$ = comprimento da frente de escoamento;

b) Hidrograma de escoamento superficial, com cálculos a partir das curvas de recessão, no trecho correspondente à restituição do excesso infiltrado no meio poroso. A restituição das reservas hídricas somente inicia-se quando toda a água superficial é escoada, ou seja, no período de estiagem (COSTA, 2010) e;

c) Método volumétrico, tendo-se por base a flutuação ( $\Delta h$ ) dos níveis da água nos aquíferos livres.

As reservas renováveis são representadas pelo volume de águas armazenadas no meio aquífero, função direta da porosidade eficaz, que varia anualmente em decorrência dos aportes sazonais de água (superficial e pluviométrica), do escoamento subterrâneo e dos exutórios, tendo como limite os níveis de flutuação máximo e mínimo da água dos aquíferos livres (CAVALCANTE, 1998).

Neste trabalho foi utilizado o método volumétrico, que tem por base a flutuação ( $\Delta h$ ) dos níveis de água dos aquíferos livres, sendo utilizada a equação 3:

$$Rr = A \times \Delta h \times \eta e \quad (3)$$

Onde

$Rr$  = Reserva renovável (m<sup>3</sup>/ano);

$A$  = Área de ocorrência do aquífero (m<sup>2</sup>);

$\Delta h$  = Variação do nível d'água (m);

$\eta e$  = Porosidade efetiva (adimensional)

Na cidade de Manaus, o Aquífero Alter do Chão possui uma espessura saturada estimada em 160m, com profundidade do nível d'água de aproximadamente 30m (SOARES; WAHNFRIED; DINO, 2016). Na literatura existem diferentes valores de porosidade efetiva utilizados para o Alter do Chão; neste trabalho, o valor usado no cálculo de reservas foi de 15% para a cidade de Manaus, conforme foi proposto por Aguiar (2012.)

#### 3.3.3.1.5.2 Reserva Permanente (Rp), Reserva Seculare (Rs)

As reservas permanentes representam o volume de água subterrânea contida nos aquíferos em função da porosidade eficaz ou do coeficiente de armazenamento e que não varia em função das variações sazonais, ou seja, participa do ciclo hidrológico numa escala de tempo plurianual, centenária ou milenar. Corresponde à água permanentemente presente no aquífero, localizada abaixo da zona de flutuação do nível estático (Cavalcante, 1998).

O cálculo destas reservas foi realizado através do método volumétrico utilizando a equação 4:

$$Rp = A \times h_o \times \eta e \quad (4)$$

Onde:

$Rp$  = Reserva permanente (m<sup>3</sup>);

$A$  = Área de ocorrência do aquífero (m<sup>2</sup>);

$h_o$  = Espessura média saturada (m)

$\eta e$  = Porosidade efetiva (adimensional).

#### 3.3.3.1.5.3 Reservas Explotáveis (Re) ou Potencialidade Aquífera (P)

As reservas exploráveis das águas subterrâneas, ou potencialidade aquífera, representam os volumes que podem ser utilizados das reservas naturais, em função das reservas renováveis (reguladoras) ou dos meios técnico-financeiros de que se disponha, ou seja, da variável de decisão que leva em consideração outros objetivos e fatores limitantes, a exemplo da taxa de renovabilidade natural (CAVALCANTE, 1998). Ou seja, são volumes de água que podem ser economicamente extraídos, sem provocar exaustão ou degradação do aquífero como meio de armazenamento natural ou artificial de água. A sua importância, no contexto hidrogeológico é que não ocorra a utilização de uma parcela da reserva permanente.

Assim, a reserva explorável é o volume total da reserva renovável que não produz diminuição da reserva permanente. Adota-se, em escala regional, como sendo de 1/3 a 2/3 das reservas reguladoras ou, no máximo, um volume anual equivalente a essas reservas. Para este estudo, adotou-se 2/3 da reserva reguladoras.

O cálculo para a reserva explorável é obtido através da equação 5:

$$Re = Rr + 2/3 \times Rt \quad (5)$$

Onde:

$Re$  = Reserva Explorável ( $m^3$ /ano)

$Rr$  = Reserva renovável ( $m^3$ );

$Rt$  = Reservas Totais ( $m^3$ )

#### 3.3.3.1.5.4 Reservas Totais ( $Rt$ ) ou Reservas Naturais

As reservas totais de um sistema aquífero representam o somatório das reservas renováveis e permanentes consistindo, assim, na totalidade das águas subterrâneas que estão armazenadas no aquífero. O cálculo destas reservas é efetuado através da equação 6:

$$Rt = Rr + Rp \quad (6)$$

Onde:

$Rt$  = Reserva Total ( $m^3$ /ano);

$Rr$  = Reserva Renovável ( $m^3$ /ano);

$Rp$  = Reserva Permanente ( $m^3$ ).

### 3.3.3.1.5.5 Disponibilidade

A disponibilidade está relacionada sobre a ótica de planejamento das águas subterrâneas, ou seja, devem ser incorporadas aos projetos relacionados de captações diversas com as condições hídrica dos aquíferos. Assim, a disponibilidade é o volume que pode ser explotado sem risco de exaustão do sistema aquífero (Reservas Explotáveis), que não acarreta depleção nas reservas permanentes.

Sob os vários aspectos da disponibilidade do sistema de aquífero (virtual, potencial, instalação de poços ou efetiva), buscamos efetivar os cálculos da Disponibilidade Efetiva (Disponibilidade Instalada dos poços), que corresponde ao volume de água subterrânea que pode ser captado a partir das obras instaladas, adotando-se a vazão máxima permissível de cada poço em regime de bombeamento contínuo.

### 3.3.3.1.5.6 Disponibilidade Efetiva (disponibilidade Instalada)

Representa os volumes de águas subterrâneas normalmente captadas pelos poços instalados em funcionamento, o tempo médio de bombeamento varia de acordo com a necessidade do usuário, (CAVALCANTE, 1998). Assim, o cálculo dessas reservas é feito através da equação 7:

$$De = n \times Qm \times th \quad 07$$

Onde:

$De$  = Disponibilidade Efetiva (m<sup>3</sup>/h);

$n$  = números de poços em usos;

$Qm$  = vazão média (m<sup>3</sup>/h);

$th$  = taxa média de bombeamento (h/dia).

Para fazer uma análise a respeito da disponibilidade efetiva para a região de estudo, se o aquífero utilizado, encontra-se comprometido ou não, em termos de disponibilidade foram analisados dois possíveis cenários:

Cenário 1: Considerando que do total de duzentos e quarenta e dois (242) poços cadastrados no CNARH-40, no ano de 2017, 131 poços estão em uso, com vazão média de  $10\text{m}^3/\text{h}$  e a taxa de bombeamento com média de 8 horas diárias, durante 22 dias do mês

Cenário 2: Considerando que estão instaladas no PIM 600 indústrias e que cada indústria tenha em média três (03), destes 02 poços estão em uso, com vazão média de  $10\text{m}^3/\text{h}$  e a taxa de bombeamento com média de 8 horas diárias, durante 22 dias do mês.

Os resultados destes dois cenários estão expostos no capítulo seguinte.

### 3.3.3.1.6 Coeficiente $K_6$ (Classe do corpo captação - $K_{ClasseCap}$ )

O  $K_6$  (*Classe -  $K_{Classe}$* ) é utilizado para determinar preços diferenciados em função da qualidade da água no ponto de captação ( $K_{Classe Cap}$ ) e a diluição ( $K_{Classe Rept}$ ), que são definidos pelas classes de enquadramento do corpo hídrico. Para a captação e a diluição a qualidade da água interferirá na cobrança, ou seja, a classe em que está enquadrado o corpo da água superficial e a subterrânea.

A importância desta variável é definida pelo grau de qualidade que o corpo hídrico está enquadrado, de acordo com as resoluções do CONAMA (nº.396, de 3/04/02 e nº.357/2005), tanto para as águas subterrâneas superficiais respectivamente.

Para exemplificar, se uma indústria lança seus efluente em um trecho de uma bacia com classe 2 e outro em um trecho de classe 4, com base na Resolução CONAMA nº. 357/05, o primeiro pagará valores maiores que o segundo. O mesmo ocorrerá para o usuário de captação de água subterrânea.

### 3.3.3.1.7 Coeficiente $K_7$ (Sazonalidade-Chuvosas e Estiagem - $K_{Saz.Chu}$ e $K_{Saz.Sesti}$ )

O  $K_7$  (*Sazonalidades-Chuvosas e Estiagem -  $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$* ) é utilizado para definir preços diferenciados conforme as estações do ano. O valor deste coeficiente varia em decorrência dos índices pluviométricos, limitando-se a estações de estiagens e chuvosas. Esta variável foi determinada pelos índices pluviométricos da cidade de Manaus.

### 3.3.3.2 Coeficientes de Ponderação de Lançamento ( $C_{Planç}$ )

Quando uma indústria lança efluentes líquidos em um corpo de hídrico, próxima de sua instalação ou na rede de tratamento é possível, que esteja agregando uma série de substâncias com características físico-químicas e biológicas distintas das originalmente presentes no corpo hídrico. É necessário, portanto, que se conheçam os impactos qualitativos e quantitativos que cada indústria ocasiona nos mananciais.

Neste sentido, o coeficiente de ponderação para fins de diluição de efluentes possibilitou aprimorar as estruturas de cobrança pelo uso de recursos hídricos para corroborar para o conhecimento dos impactos causados pela diluição de efluente.

Atualmente, o Estado por meio do CERH/AM, elaborou a Resolução CERH/AM, nº. 01, de /19/06/16<sup>14</sup>, em seu Art. 30, apresenta a fórmula matemática do balanço de massa (Equação 8), para os procedimentos das análises dos pleitos de outorga de lançamento de efluentes:

**Art. 30** Na concentração permitida de DBO no corpo de água onde é realizado o lançamento, a concentração da mistura deverá ser obtida mediante a seguinte expressão:

$$C_{mistura} = \frac{C_e \cdot Q_e + C_r \cdot Q_r}{Q_e + Q_r} \quad (8)$$

Sendo:

$C_e$  = concentração de DBO no corpo efluente (mg/L);

$Q_e$  = vazão do efluente (m<sup>3</sup>/s);

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

$Q_r$  = vazão do rio (m<sup>3</sup>/s);

Para o balanço qualitativo a mesma Resolução, apresentou a Equação (9), que foi proposta por Kelman (1997), que é expressa no Art. 27 da referida Resolução: “A outorga deverá ser analisada em função da vazão de diluição, ou seja, a quantidade de água necessária para a diluição da concentração de DBO, conforme a expressão”:

---

<sup>14</sup>**Art. 26** Os parâmetros básicos para análise do processo de outorga em lançamento de efluentes em corpos de águas superficiais de domínio do Estado serão os constantes nas Resoluções CONAMA nº 357/2005 e 430/2011 ou Resoluções que venham a substituir ou complementar. Parágrafo único. O IPAAM poderá a qualquer momento, mediante a fundamentação técnica, acrescentar outras condições de padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor.

$$Q_{dil} = \frac{Q_{ef}(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{nat})} \quad (9)$$

Onde:

$Q_{dil}$  = vazão adequada para a diluição do efluente no corpo de água (m<sup>3</sup>/s);

$Q_{ef}$  = vazão do efluente que contém o parâmetro DBO (m<sup>3</sup>/s);

$C_{ef}$  = concentração de DBO no efluente (mg/L);

$Q_{perm}$  = concentração permitida de DBO no corpo de água onde é realizado o lançamento (mg/L); e

$C_{nat}$  = concentração natural de DBO no corpo de água onde é realizado o lançamento (mg/L).

Nota-se, que a análise de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é o parâmetro básico para análise do processo de outorga em lançamento de efluentes em corpos de águas superficiais de domínio do Estadual.

Desta maneira, para o modelo de cobrança pelo lançamento de efluentes para o PIM foi simulado um modelo simples denominado Modelo Básico de Cobrança pelo Lançamento de Efluentes (MBCLE), em que a Base de Cálculo de carga poluidora do parâmetro de qualidade DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio).

O valor unitário do lançamento do parâmetro DBO é ponderado por quatro coeficientes de:  $K_1$  (*Tipo de usuário -  $K_{TU}$* );  $K_8$  (*Eficiência de DBO -  $K_{E\text{DBO}}$* );  $K_7$  (*Sazonalidades-Chuvosas e Estaiagem -  $S_{K\text{saz.Chu}}/S_{K\text{saz.Sesti}}$* ) e o  $K_9$  (*Classe do corpo receptor -  $K_{Clas Rep}$* ). Sendo descritos a seguir:

3.3.3.2.1 O  $K_1$  (*Tipo de usuário- $K_{TU}$* ),  $K_7$  (*Sazonalidades-Chuvosas e Estaiagem -  $S_{K\text{saz.Chu}}/S_{K\text{saz.Sesti}}$* ) e  $K_9$  (*Classe do corpo receptor -  $K_{Classe Recp}$* )

Os coeficientes  $K_1$ ,  $K_7$  e o  $K_9$ , já foram descritos anteriormente e seus valores serão utilizados para o estabelecimento da cobrança de lançamento de efluentes.

### 3.3.3.2 Coeficientes $K_{10}$ (*Eficiências de DBO - $K_{EjDBO}$* )

O  $K_7$  (*Eficiência de DBO -  $K_{EjDBO}$* ) busca verificar a eficiência na remoção da DBO (um dos parâmetros qualitativos escolhidos para as simulações de cobrança) das estações de tratamentos de efluentes (ETE's) nas indústrias do PIM. As indústrias que apresentaram baixa eficiência tiveram maiores coeficientes de ponderação para cobrança.

### 3.3.3.3 Coeficiente de Ponderação de Incentivo ( $CP_I$ )

Esse coeficiente tem o propósito de incentivo para as indústrias em busca de novas tecnologias de tratamento de efluentes (*ETE's*), o reuso da água, e metas progressivas para alcançar a melhoria da qualidade da água superficial do PIM. Esses coeficientes servirão de descontos para indústrias quando realizarem os seus pagamentos pertinentes à cobrança pelos usos dos recursos hídricos de domínio estadual. Buscará premiar os usuários (industriais) individualmente ou conjuntos pelo seu desempenho, em função reaproveitamento da água e a redução da carga de orgânica (DBO), outros poluentes.

Cabe ressaltar que  $CP_I$  foi idealizado para atender o disposto legal do Art.77 do Decreto estadual nº. 28.678, de 16/06/09, em que explicita o seguinte:

“Os “usuários que devolverem a água em qualidade igual ou superior àquela determinada pela legislação e normas existentes, poderão receber compensação de acordo com as características do empreendimento, tipo e volume de efluente e tipo de tratamento, conforme parecer técnico e decisão do Presidente do IPAAM, em até 90% (noventa por cento)” (Grifo nosso).

Neste sentido o modelo proposto para esse trabalho compactua com as ideias de Silva (2007), que destacou que a cobrança deve estabelecer um Fator de Alcance de Metas de Qualidade do Corpo Hídrico (F), sendo um fator que avalia o desempenho do conjunto dos usuários na redução das cargas de poluentes, ou seja, o pacto progressivo ou redução de poluição.

Neste sentido, estabeleceu-se o conjunto de três coeficientes de ponderação de incentivos ( $CP_I$ ), composto pelo:  $K_{10}$  (*Pacto da meta progressiva de melhoria da qualidade*

da água -  $K_{quali}$ ),  $K_{11}$  (*Índice de Reuso -  $K_{Reuso}$* ) e o  $K_{12}$  (*Investimentos estruturais -  $K_{ie}$* ). Todos esses coeficientes dependerão da comprovação junto ao órgão fiscalizador de recursos hídricos (IPAAM).

#### 3.3.3.3.1 Coeficientes $K_{10}$ (*Pacto de meta progressiva de melhoria da qualidade da água - $K_{quali}$* ).

O  $K_{10}$  (*Pacto das metas progressivas de melhoria da qualidade da água  $K_{quali}$* ) proposto por esta dissertação contempla o atendimento ao grau de qualidade desejado na bacia ou sub-bacia do PIM.

Este atendimento é fundamentado na Resolução do CONAMA n° 357/05 (CONAMA, 2005), de acordo com a concentração limite do parâmetro e o disposto no artigo 38 VII<sup>15</sup>, §2 a §3, da resolução n°.357, de 17/03/05, do CONAMA, que determina a necessidade de estabelecimento de metas de melhoria da qualidade da água para efetivação do enquadramento dos corpos de água, visando a subsidiar as ações de gestão referentes ao uso de recursos hídricos.

No caso desse estudo, os parâmetros considerados é o DBO com concentração limite 5 mg/l, para a classe 2 da referida resolução em que se enquadram os corpos receptores da bacia. Considera a classe em que está enquadramento o corpo da água. A incorporação desse coeficiente tenta traduzir a importância de conservação do grau de qualidade do corpo receptor em seu enquadramento e buscará mecanismo para melhora o lança do efluente e trecho de curso d'água.

#### 3.3.3.3.2 Coeficiente $K_{11}$ (*Índice de reuso - $K_{reuso}$* )

As indústrias do PIM que utilizarem técnicas de reuso<sup>16</sup> da água ou aquelas que investem em tecnologia que reduzir o seu consumo deverão obter desconto de sua cobrança.

<sup>15</sup> **Art. 38. § 1º** O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos. **§ 2º** Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, **deverão ser estabelecidas metas obrigatórias**, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais. **§ 3º** As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, **tais como a outorga e cobrança pelo uso da água**....., deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

<sup>16</sup> Resolução n°.54, de /28/11/05. Art. 3- IV - **reuso para fins industriais**: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais.

### 3.3.3.3.3 Coeficiente $K_{12}$ (*Investimento estrutural - $K_{1e}$* )

Em consonância com o pacto do quadro de metas progressivas para alcance da melhoria da qualidade da água do PIM, nada mais justo, que as indústrias possam investir em obras estruturantes de saneamento, sendo as mesmas usuárias de recursos hídricos, quando capta e lança suas águas.

Os investimentos estruturais que beneficiem as microbacias existentes da área do PIM poderão favorecer as indústrias, reduzindo em até 50% o valor total cobrado anualmente ou redução completa até completar o investimento gasto na bacia decorrente dos valores das obras realizada, mediante a devida comprovação de despesas previamente autorizadas pelo IPPAM.

## 3.4 Fórmula final da proposta de cobrança do PIM

A fórmula básica da Cobrança é escrita da seguinte forma: ( $C = Vazão * Preço * Coeficiente\ de\ Ponderação$ ). A cobrança deste estudo baseia-se, em informações dos mananciais subterrâneas e superficiais, em ao mesmo tempo, é pioneiro na cobrança pelo uso da captação de água bruta (subterrâneo) e o lançamento de efluente industrial para a região norte.

Essas foram organizadas em critérios técnicos com base no fato gerador do princípio usuário pagador (captação) e poluidor pagador (lançamento de carga poluente), segundo a ótica do modelo arrecadatário.

Outro ponto que merecem ser destacado, na proposta da cobrança do PIM foi a questão técnica da superexploração, pois as extrações das águas subterrâneas do PIM, estão sendo maior do que a capacidade de reposição. Isto foi facilmente verificado nos níveis hidráulicos (níveis estáticos e dinâmicos) que caíram ao longo dos anos, após a implementação do PIM, e conseqüentemente, comprometeram seriamente o recurso subterrâneo deste local.

Neste sentido, as indústrias deverão pagar pela captação das águas subterrâneas, independentemente do uso que fizer da água, uma vez que, água é de domínio público e adotado de valor econômico.

O princípio básico, não é onerar a cobrança do uso industrial, mas sim, que consiga a melhoria da qualidade de água dos igarapés, tendo as indústrias como parceiras na meta pelo um pacto progressivo de enquadramento. Além disso, as indústrias que investirem em novas tecnologias de tratamento de efluentes (ETE's) e no reuso da água terão uma redução, paliativamente em suas cobranças.

A proposta de precificação das águas subterrâneas para o uso do PIM será desmembrada a seguir:

$$VT = VCC(Q_{cap} \times CP_{cap} \times PPU_1) + VCC_{con}(\cancel{Q_{con}} \times \cancel{K} \times PPU_2) + VCL(CODBO_{5,20} \times K_{lanç} \times CP_{lanç} \times PPU_3)$$

Assim, proposta de precificação das águas subterrâneas para o uso do PIM é definida como:

$$VTC = VCC + VCL + PPU's$$

Na qual:

$VTC$  = Valor Total a ser Cobrança mensal (R\$/mês);

$VCC$  = Valor de cobrança mensal pela captação (R\$/mês), tendo variações sazonalidades (período Estiagem e chuvoso),

$VCL$  = Valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora (R\$/mês), tendo variações sazonalidades (período Estiagem e chuvoso),

$PPU's$  = Preços Públicos Unitários (captação e lançamento)

$$VCC = Q_{cap} \times CP_{cap} (K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7) \times PPU_1$$

Onde:

$VCC$  = valor total a ser cobrança mensal (R\$/mês) pela captação;

$Q_{cap}$  = é a vazão de captação outorgado mensal (m<sup>3</sup>/mês);

$CP_{cap}$  = é a expressão o multiplicador de preço público unitário para a captação, ou seja, são os coeficientes de ponderação que foram atribuídos pelos os critérios específicos.

Sendo assim:  $K_1$  (Tipo de usuário -  $K_{TU}$ );  $K_2$  (Tipo de uso -  $K_{Uso}$ );  $K_3$  (Tipo de manancial -  $K_{Mc}$ );  $K_4$  (Característica do Aquífero -  $K_{Aq}$ );  $K_5$  (Reserva explotável -  $K_{Expl}$ );  $K_6$  (Classe -  $K_{Classe}$ ) e  $K_7$  (Sazonalidades-Chuvosa e Estiagem -  $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$ ):

$PPU_1$  = Preço em Reais por metro cúbico de água captada.

$$VCL = Q.Ef \times K_{lan\varphi} (K_1 \times K_7 \times K_8 \times K_9) \times PPU_2$$

2ª Parcela

$$VCL = Q.Ef \times K_{lan\varphi} \times (K_1 \times K_7 \times (K_8 = (K_{EIDBO1} \text{ ou } K_{EIDBO2} \text{ ou } K_{EIDBO3} \text{ ou } K_{EIDBO4} \text{ ou } K_{EIDBO5})) \times K_9 \times PPU_2$$

Onde:

$VCL$  = Valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora (R\$/mês);

$Q.Ef$  (Vazão Efluente) = Vazão de captação ( $Q_{cap}$ ) – Vazão de Consumo ( $Q_{con}$ );

$CP_{lan\varphi}$  = Coeficiente ponderação para lançamento de diluição

$CP_{Lan\varphi} = K_1$  (Tipo de usuário- $K_{TU}$ );  $K_7$  (Sazonalidades-Chuvosa e Estiagem -  $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$ );  $K_8$ (Eficiência de DBO -  $K_{EfDBO}$ ) e  $K_9$  (Classe do corpo receptor -  $K_{Clas Rep}$ ).

$PPU_2$  = Preço em Reais por metro cúbico de água diluição de efluente tratado em (Demanda Bioquímica de Oxigênio (de 5dias a 20°C) -  $DBO_{5,20}$ ).

### FÓRMULA FINAL, BASEADO NA CAPTAÇÃO E O LANÇAMENTO DE EFLUENTE, COM OS SEUS RESPECTIVOS MECANISMOS COBRANÇA

(Equação 10):

$$VTC = VCC = Q_{cap} \times CP_{cap} (K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7) \times PPU_1 + VCL = Q.Ef \times K_{lan\varphi} (K_1 \times K_7 \times K_8 \times K_9) \times PPU_2$$

### 3.5 Simulações dos valores prepostos dos coeficientes de ponderação

Após as identificações das indústrias, por meio do CNARH-40 foram calculados os volumes de captação e lançamento de efluente com os seus respetivos os valores de

PPU's, com os coeficientes de ponderação propostos para captação e o lançamento, conforme a fórmula da Equação 10.

### **3.6 Elaboração da minuta do Ato Normativo**

O produto desta dissertação será apresentado a Câmara Técnica de Outorga, Cobrança e Compensações (CTOCC) do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas (CERH/AM), por meio de uma minuta do Ato Normativo que Aprove a Cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos de domínio estadual (água subterrânea), assim como informações para subsidiar as implementações da Regulamentação de Cobrança pelo uso a outros setores como do abastecimento público, comércio e outros.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

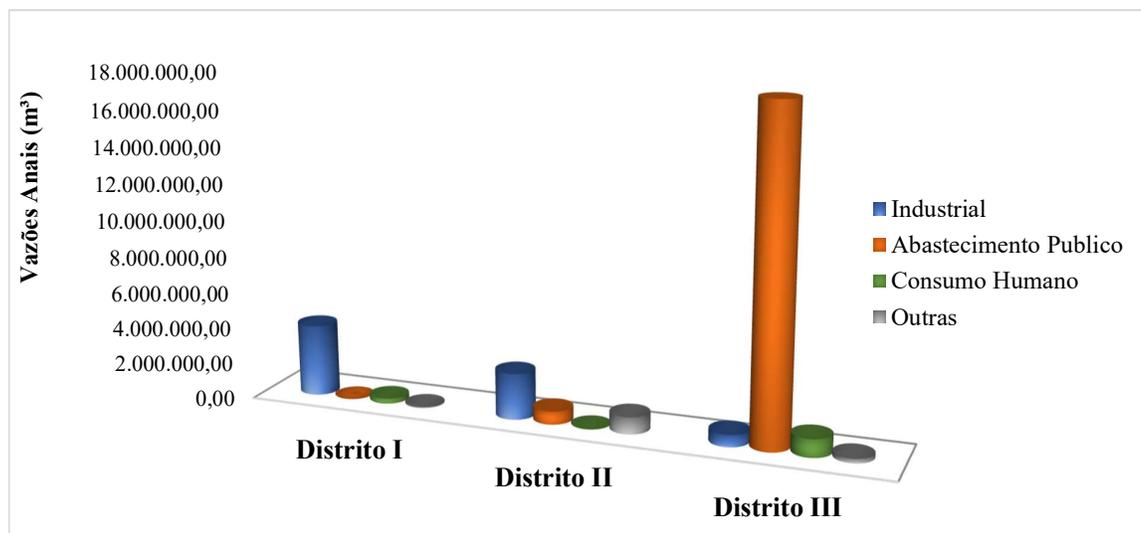
### 4.1 Base de dados usuários do PIM

#### 4.1.1 Uso da plataforma do CNARH-40

Com o uso da plataforma do Cadastro Nacional de Usuário de Recurso Hídrico versão 40 (CNARH-40) foi possível obter informações dos poços que estão em fase de análise de outorga do direito de uso, no período de janeiro de 2017 a abril de 2018:

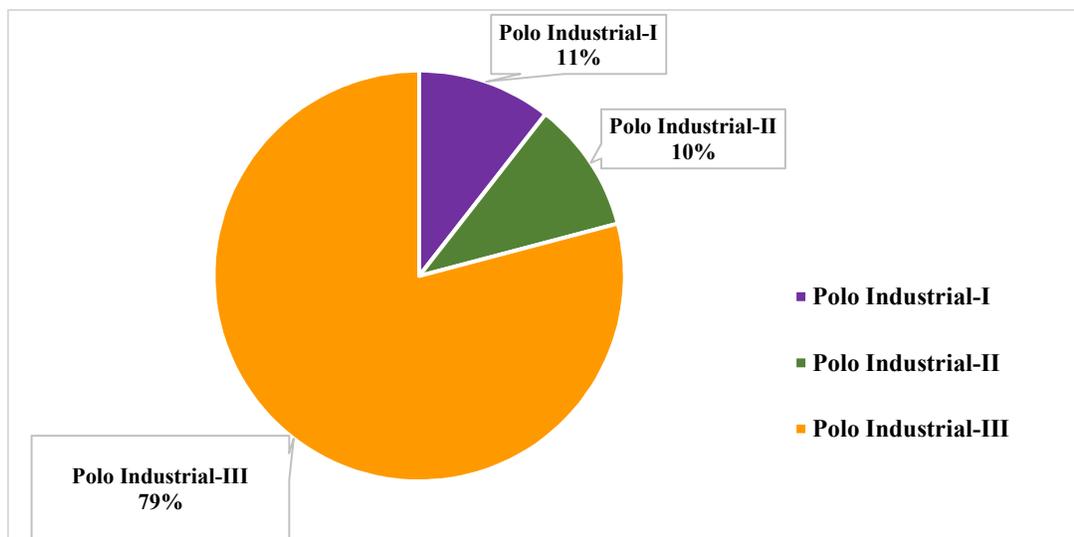
a) Os maiores consumidores de água subterrânea que estão presentes nas regiões do PIM (Distrito I, II e III) são as indústrias e as Concessionárias dos Serviços de Tratamento e Distribuição de Água, Coleta e Tratamento de Esgoto da cidade de Manaus (Manaus Ambiental), Apêndices 2, 3 e 4.

b) No setor industrial, destacado no Distrito I e II, as vazões dos poços chegam à ordem de aproximadamente  $4 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ . A concessionária apresenta uma vazão de exploração significativa no Distrito III, de aproximadamente de  $16 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ . Os poços de abastecimento público são os maiores exploradores do aquífero, conforme mostra a Figura 24.



**Figura 24.** Usuários de águas subterrâneas localizadas nas regiões do PIM. Fonte: O Autor (2018).

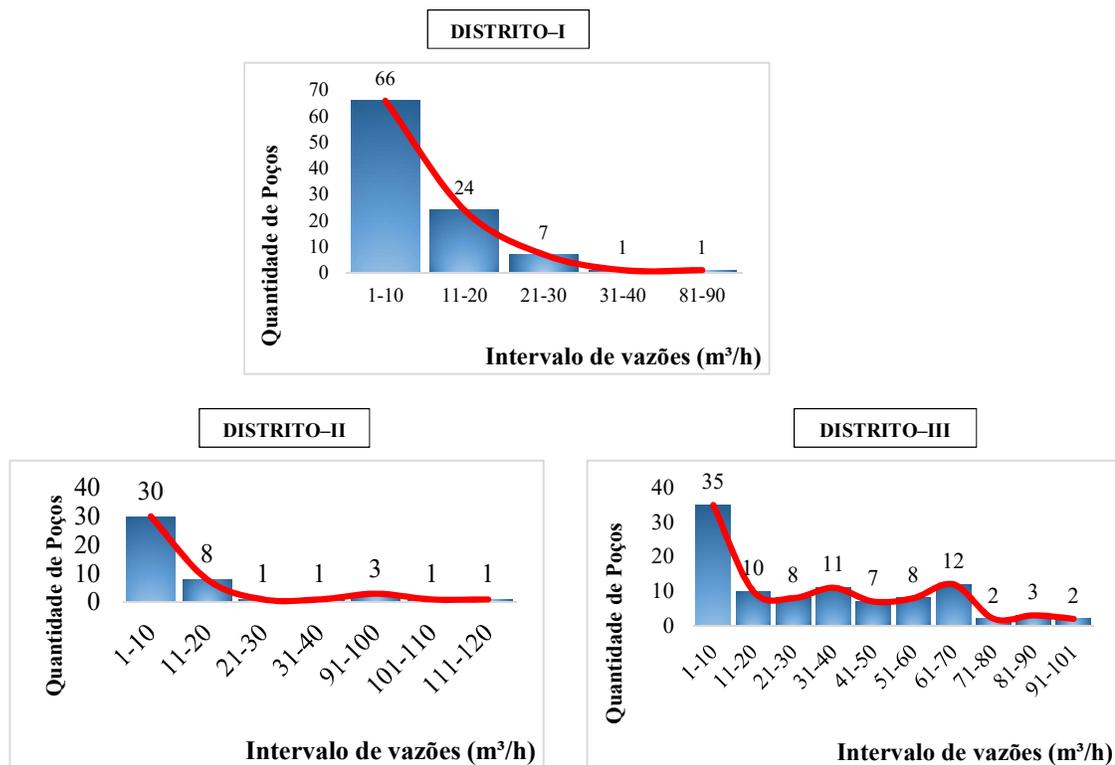
c) Nos poços das indústrias da área do PIM (Distrito I, II e III), os volumes percentuais captados em  $\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$  representam 79% das explorações de águas subterrâneas. Com destaque aos poços da área do Distrito III (11%). Esses maiores volumes percentuais são decorrentes de maiores emissões de outorgas entre janeiro/2017 e abril/2018 (Figura 25).



**Figura 25.** Regiões produtivas do PIM ( $\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$ ). Fonte: O Autor (2018).

d) A Figura 26 apresenta os resultados da quantidade de poços tubulares existentes com os seus intervalos de vazões para cada distrito. No Distrito I, 66 poços possuem vazão inferior a  $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , o Distrito II apresenta uma graduação de suas vazões, seus poços de maiores produtividades estão presentes nos intervalos de 1 a  $20 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e no Distrito III, em 35 poços, observou-se que estão nos intervalos de vazões de 1 a  $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , sendo o polo industrial em que se concentram as maiores vazões e poços.

e) As vazões dos poços tubulares do PIM concentram-se nos intervalos de 1 a  $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e serviram para simulação da cobrança para diversos cenários de retirada de água das fontes subterrâneas.



**Figura 26.** Quantidades de poços distribuídos nos seus distritos. Fonte: O Autor (2018).

#### 4.1.2 Uso de documentos técnicos

A partir de testes de bombeamento de relatório técnico de perfuração na área do PIM foi possível obter as seguintes informações:

a) A Hidrogeologia da área do PIM está inserida no aquífero da Formação Alter do Chão. Os perfis litológicos dos poços perfurados para as industriais, de uma maneira geral, apresentam camadas estratificadas caulínicas, ferruginosas da porção incoesa, presença de pacotes sedimentares compostos por sedimentos inconsolidados como areia fina, media e grossa, e argilas plásticas que são encontradas em grandes profundidades, observadas durante a fase de perfuração.

b) O aquífero é semiconfinado, heterogêneo e anisotrópico.

c) Os ensaios de bombeamento realizados em campo nos poços do PIM demonstraram uma ótima dinâmica da capacidade de armazenagem/rebaixamento de nível

de água, constatada a qualidade da construção dos poços em relação às de vazões de exploração

d) Os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero do poço “x” do Distrito II estão resumidos na tabela 8, com valores de parâmetro hidrodinâmico muito similares após certo tempo de bombeamento para os distritos I e II (Tabelas 8 e 9).

**Tabela 8.** Parâmetros hidrodinâmicos/segmento analisados dos poços do Distrito II.

PARÂMETROS ANALISADOS	
Nível estático	117,70 m
Nível dinâmico	137,80 m
Profundidade dos aquíferos	116 m
Espessura total dos aquíferos	54 m
(T) Transmissividade ( $m^2 h^{-1}$ ou $m^3 h^{-1} m^{-1}$ )	3,35
Rebaixamento real ( $m^3 h^{-1}$ )	9,94
(K) Condutividade hidráulica ( $m^2 s^{-1}$ )	$1,72 \times 10^{-3}$
Capacidade específica ( $m^3 h^{-1} m^{-1}$ )	5,29
Vazão de exploração do poço ( $m^3 h^{-1}$ )	22,042

Fonte: O Autor (2018).

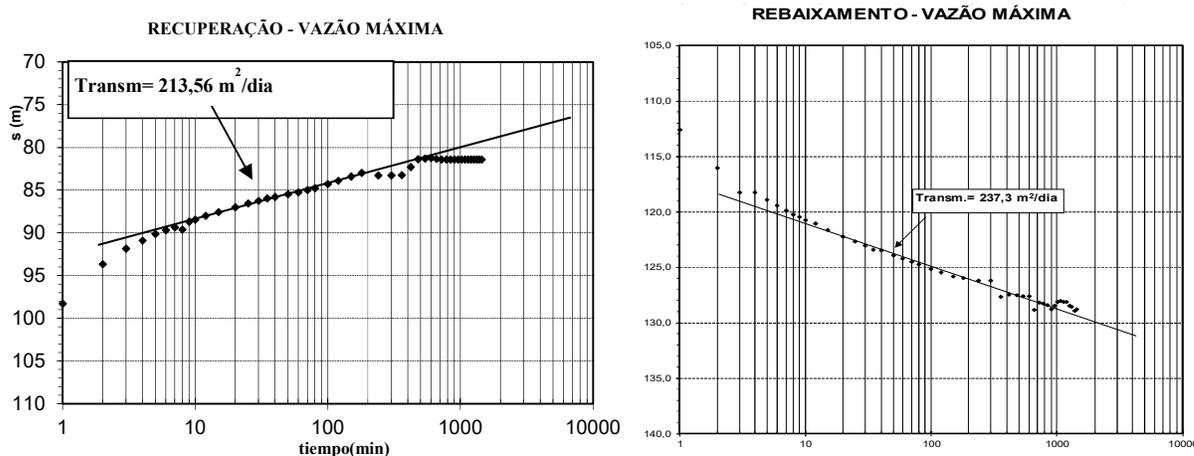
**Tabela 9.** Informações técnicas dos parâmetros hidrodinâmicos dos poços do Distrito I e II.

Poço	Prof.	NE	ND	Vazão	Reb.	Q (esp)	Coordenada Geográfica	Altitude
	----- m -----			$m^3 h^{-1}$	m	$m^3 h^{-1} m^{-1}$		m
PI-D1	102,0	48,0	64,00	11,2	16,0	0,7	3°3' 27,009" S 59°54'51,023W	61
PI-D2	110,0	48,0	61,00	7,2	13,0	0,554	3°3'30,005"S 59°54'49,996"W	67
PII-D1	120,0	42,0	69,00	12,0	27,0	0,444	3°3'25,985"S 59°54'45,002W	61
PII-D2	150,0	26,64	108,12	5,6	81,48	0,069	3°3' 38,009" S 59°54'48,982"W	63
PII-D3	140,0	58,0	79,00	5,26	21,0	0,329	3° 3' 03,004" S 59°54'38,987W	96

Fonte: Relatórios técnicos finais da SP perfurações de Ltda (2014).

e) Quando aplicado o método de Cooper-Jacob houve predominância de transmissividade no Distrito III em relação aos demais. Os valores obtidos no Poço PIII - D1 foram de: vazão de  $237 m^2 dia^{-1}$ , vazão específica  $4,107 m^3 h^{-1} m^{-1}$ , rebaixamento de 41,76 m, perda de carga do aquífero de 0,1794, perda de carga construtiva 0,00031 e

eficiência hidráulica de 75,41%. A vazão específica do teste de bombeamento do poço da área (III) demonstrou uma relação direta com *Transmissividade (T)* do aquífero, de modo que, quanto maior era a transmissividade, menor foi o rebaixamento do poço durante o bombeamento (Figura 27).



**Figura 27.** Correlação entre a transmissividade calculada a partir de dados do rebaixamento e recuperação dos níveis d'água, observados durante o ensaio de bombeamento do poço pelo Distrito III. Fonte: o Autor (2018).

## 4.2 Estruturas de cobrança pelo uso da água do PIM

### 4.2.1 Coeficientes de ponderação de captação ( $CP_{cap}$ )

#### 4.2.1.1 Coeficientes $K_1$ (Tipo de usuário - $K_{TU}$ )

$K_1$  (Tipo de usuário -  $K_{TU}$ ) - Entende-se que o setor industrial do PIM tem rentabilidade maior que o setor na região estudada, por esses motivos é que o  $K_1$  ( $K_{TU}$ ) para o setor industrial é considerado maior. Comparando outros usuários do setor industrial passíveis de cobrança pelo país os pesos que foram atributos para o PIM foram os mesmos valores adotados em negociação pelo o Comitê da Bacia do Rio Santa Maria (RS), que são:

- (A) Agropecuária e abastecimento rural = 0,5;
- (B) Abastecimento urbano = 1,0;
- (D) Irrigação = 0,5 e;
- (C) Indústria = (1,5).

E assim, o  $K_1$  (Tipo de usuário do PIM -  $K_{TU}$ ) é 1,5.

#### 4.2.1.2 Coeficientes $K_2$ (Tipo de uso - $K_{Uso}$ )

Para efeito de cálculo, no caso do  $K_2$  (Tipo de uso -  $K_{Uso}$ ), foi adotado um valor inicial igual a 1,0, valor adotado para o sistema público de abastecimento para as indústrias que utilizam somente águas superficiais. Como as indústrias captam somente águas de reservatório subterrâneo, foi acrescido do valor para água superficial igual a 1,0 e índice de peso de 0,6, correspondente às somas de todos os valores dos intervalos de vazões subterrâneas em  $m^3 s^{-1}$ . Após estes cálculos foram tiradas a média dos valores ( $K_{uso}$ ), conforme a equação 11 e tabela 10.

$$K_{uso} = 1,0 + (+ \text{o índice de peso}) \quad (11)$$

Assim, temos:

$$1,0 + 0,6 = 1,6$$

$$\text{O } K_2 \text{ (Tipo de uso - } K_{Uso}) = 1,6$$

**Tabela 10.** Coeficiente de Uso ( $K_{Uso}$ ).

Tipo de uso ( $K_{Uso}$ )		
Água superficial (Valores de Uso) = 1,0		
Água subterrânea ( $K_{Uso}$ )=1,6		
Vazões ( $m^3/h$ )	Vazões ( $m^3/s$ )	Valores ( $K_{Uso}$ )
1 até 5	De: 0,00028 até 0,00139	$1,0 + 0,00139 + 0,6 = 1,60$
5 até 10	De 0,00139 até 0,00278	$1,0 + 0,00278 + 0,6 = 1,60$
10 até 15	De 0,00278 até 0,00417	$1,0 + 0,00417 + 0,6 = 1,60$
15 até 25	De 0,00417 até 0,00695	$1,0 + 0,00695 + 0,6 = 1,60$
25 até 50	De 0,00695 até 0,0139	$1,0 + 0,0139 + 0,6 = 1,61$
50 até 75	De 0,0139 até 0,0208	$1,0 + 0,0208 + 0,6 = 1,62$
75 até 100	De 0,0208 até 0,0278	$1,0 + 0,0278 + 0,6 = 1,63$
100 até 125	De 0,0278 até 0,0347	$1,0 + 0,0347 + 0,6 = 1,23$
125 até 150	De 0,0347 até 0,0417	$1,0 + 0,0417 + 0,6 = 1,64$
150 até 175	De 0,0417 até 0,0487	$1,0 + 0,0487 + 0,2 = 1,65$
175 até 200	De 0,0487 até 0,0555	$1,0 + 0,0555 + 0,2 = 1,65$

Fonte: Autor (2018).

#### 4.2.1.3 Coeficientes $K_3$ (Tipo de manancial - $K_{Mc}$ )

Para preestabelecer os  $K_3$  (Tipo de manancial -  $K_{Mc}$ ) e  $K_4$  (Característica do Aquífero -  $K_{Aq}$ ) utilizou-se da metodologia de GOD para obter, dois dos coeficientes.

Os valores adotados na aplicação do método de GOD para litologia durante avaliação foi 0,4, devido à composição textura do solo e do solo que estão presentes acima do nível estático (NE) de cada poço. Nota-se a predominância da camada arenítica bastante consolidado denominado de “Arenito Manaus” e presença de corpos de argilas plásticos avermelhados que garantem um grau de proteção adicional aos aquíferos. E assim, adotou-se valor de 0,4 m, para ocorrência estratigráfica de cobertura.

No que se refere, aos valores da distância do nível da água, a grande maioria dos poços estão abaixo de 50 m. Nestes casos, o valor atribuído foi de 0,6.

As informações estão simplificadas no quadro 4, juntamente com a integração de fusão de dados resulta em índice de 0,18, que corresponde ao grau de vulnerabilidade baixo.

**Quadro 4.** Método de vulnerabilidade GOD aplicado à área do PIM.

1ª FASE: GRAU DE CONFINAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA (Tipo de Aquífero)							
(G) Grau de Confinamento da Água Subterrânea	Nenhum	Fluxo ascendente Jorrante.	Confinado	Semi confinado	Não confinado (coberto)	NÃO CONFINADO	
	VALORES						
	0	0	0,2	0,4	0,6	1,0	
2ª FASE: OCORRÊNCIA DE ESTRATO DE COBERTURA (Características litológicas e grau de consolidação da zona não saturada)							
(O) Ocorrência de Estrato de Cobertura	Argila lacustre/ Estuarina	Solos Residuais	Silte, Aluvial, Loess	Areia Eólica	Areia Aluvial e Fluvioglacial	Cascalho de Coluvial	NÃO CONSOLIDADA (sedimentos)
			Lamito Xisto	Silte Tufo Vulcânico	Arenito	Cascalho Calcarenito	CONSOLIDADO (Rocha porosa)
	Formações magmáticas/ Metamórfica e Vulcânicas Antigas				Lava Vulcânica recente	Calcrete + Calcário Cárstico	CONSOLIDADA (Rocha Dura)
	(x) 0,4	0,5	0,6		0,7	0,8	0,9
3ª FASE: DISTÂNCIA DA ÁGUA SUBTERRÂNEAS À SUPERFÍCIE DO TERRENO							
(D) Distância até o lençol freático ou teto do aquífero confinado	>50m	20-50m	5-20m	<5m	Todas as Profundidades		
	(x) 0,6	0,7	0,8	0,9	1,0		

ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DO AQUIFERO A CONTAMINAÇÃO				
0 a 0,1	0,1 a 0,3	0,3 a 0,5	0,5 a 0,7	0,7 a 1,0
Insignificante	Baixo	Médio	Alta	Extrema
DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DO PIM (DISTRITO-I, II E III). COM APLICAÇÃO DO MÉTODO GOD				
Município: Manaus		Aquífero: Alter do Chão		Profundidade do nível da água: > 50,00m
(G)	(O)	(D)	Índices Finais de Vulnerabilidade	
0,4	0,75	0,6	G.O.F = 0,4x0,75x0,6= 0,18	
Vulnerabilidade			Baixa	

Fonte: O Autor (2018).

Assim, o  $K_3$  (*Tipo de manancial -  $K_{Mc}$* ) foi calculado pela Equação 12. Nessa equação foi adotado o valor inicial igual a 1,0, sendo acrescidos a esse valor os pesos obtidos de cada intervalo. Esses pesos foram definidos através do valor médio dos intervalos de cada faixa de valores do índice de vulnerabilidade natural do aquífero do método GOD. O índice final integrado da avaliação de vulnerabilidade a contaminação de aquíferos é o produto dos valores obtidos para cada um dos parâmetros, variando de 0,0 (insignificante) até 1,0 (extrema), conforme a tabela 11.

$$(K_{Mc}) = 1,0 + Pesos \quad (12)$$

$$O K_3(Tipo de uso - K_{Mc}) = 1,2$$

**Tabela 11.** Coeficiente tipo de manancial ( $K_{Mc}$ ).

	Classe	Intervalo GOD	$K_{Mc}$ 1,0 + Pesos (valor médio dos intervalos)
Fora da zona desfavorável a Contaminação	Insignificante	0 a 0,1	1,0
	Baixa	0,1 a 0,3	1,2
	Média	0,3 a 0,5	1,1
Dentro da zona favorável a Contaminação	Alta	0,5 a 0,7	1,6
	Extrema	0,7 a 1,0	1,9

Fonte: Autor (2018).

#### 4.2.1.4 Coeficiente $K_4$ (Caraterística do Aquífero - $K_{Aq}$ )

Para o cálculo do  $K_4$  (*Característica do Aquífero -  $K_{Aq}$* ) foi considerado o valor inicial igual a 2,0, sendo diminuídos desse valor os índices de cada grau de confinamento do aquífero, conforme a equação 13 e tabela 12.

$$K_{Aq} = 2,0 - \text{índice} \quad (13)$$

**Tabela 12.** Coeficiente característica do aquífero.

<b>Grau de Confinamento</b>	<b>Índice GOD</b>	<b>Localização do Usuário (<math>K_{Aq}</math>)</b>
Jorrante	0	2,0-0 = 2,0
Confinado	0,2	2,0-0,2 = 1,8
Semiconfinado	0,4	2,0-0,4 = 1,6
Não confinado coberto	0,6	2,0-0,6 = 1,4
Não confinado	1,0	2,0-1,0 = 1,0

Fonte: O Autor (2018).

$$\text{Assim: } K_4 (\text{Característica do Aquífero - } K_{Aq}) = 1,6$$

#### 4.2.1.5 Coeficientes $K_5$ (Reserva explotável- $K_{Expi}$ )

##### 4.2.1.5.1 Reservas Renováveis (Rr)/Reguladoras (Rr)/Ativa (Ra)

Neste trabalho foi utilizado o método volumétrico, que tem por base a flutuação ( $\Delta h$ ) dos níveis de água dos aquíferos livres, sendo utilizada a equação 14:

$$Rr = A \times \Delta h \times \eta e \quad (14)$$

Onde:

$Rr$  = Reserva renovável ( $m^3 \text{ ano}^{-1}$ )

$A$  = Área de ocorrência do aquífero ( $m^2$ )

$\Delta h$  = Variação do nível d'água (m)

$\eta e$  = Porosidade efetiva (adimensional)

Dados dos cálculos (autor):

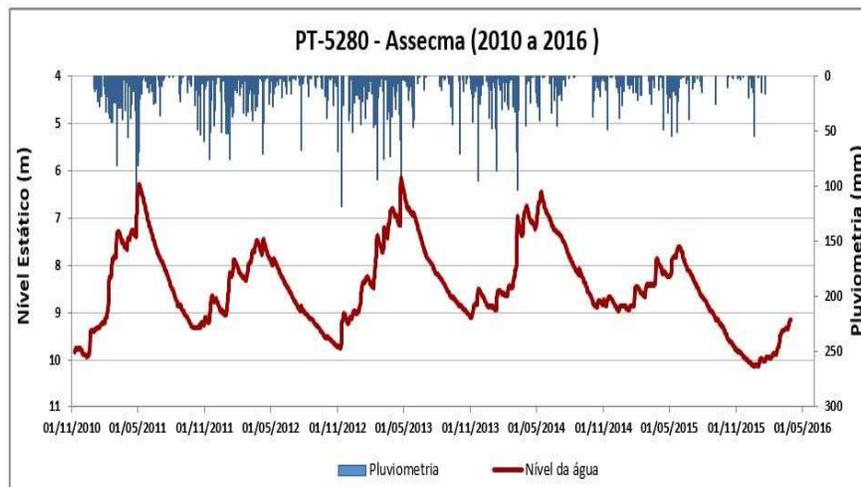
Área do Distrito I = 13,43 km<sup>2</sup>; Perímetro= 19,34 km;

Área do Distrito II = 52,38 km<sup>2</sup>; Perímetro= 45,01 km;

Área do Distrito III = 66,20 km<sup>2</sup>; Perímetro= 19,34 km;

Área Total = 132,01 km<sup>2</sup>

Para efetuar a avaliação do valor médio da variação do nível d'água ( $\Delta h$ ), utilizaram-se como base os dados os níveis d'água dos poços tubulares monitorados durante o período de 05/2000 a 12/2016 (acompanhamento semanal do poço da CPRM, localizado no centro da área urbana), logo a variação média do nível da água nos poços monitorados para o período foi de 3,5 m (Figura 28).



**Figura 28.** Volume de realimentação anual ou sazonal do nível de saturação através da série de dados correspondente ao período 2000 a 2016. Fonte: CPRM-AM (2018).

Devido à superexploração da área do PIM, a espessura saturada foi estimada de **120 m**, com profundidade do nível da água (NE) de aproximadamente 80 m, conforme os perfis construtivos dos poços cadastrados no PIM. Sendo assim, tem-se:

$$Rr = A \times \Delta h \times \eta e$$

$$(A) = 132,01 \text{ km}^2;$$

$$(\Delta h) = 3,5 \text{ m e};$$

$(\eta e) = 15\% (0,15)$ , para o que se obtêm  $(36,30 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1})$  para as reservas renováveis.

$$Rr = 36,30 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$$

#### 4.2.1.5.2 Reservas Permanentes (Rp), Reservas Seculares (Rs)

O cálculo destas reservas foi realizado através do método volumétrico utilizando a equação 15:

$$Rp = A \times ho \times \eta e \quad (15)$$

Onde:

$Rp$  = Reserva permanente ( $\text{m}^3$ );

$A$  = Área de ocorrência do aquífero ( $\text{m}^2$ );

$ho$  = Espessura média saturada (m)

$\eta e$  = Porosidade efetiva (adimensional).

O valor da espessura média saturada do aquífero Alter do Chão é de aproximadamente  $(ho) 120 \text{ m}$ , conforme explicação acima. Sendo assim, para uma área aflorante em:

$(A) 132,01 \text{ km}^2$ , uma porosidade efetiva  $(\eta e) = 15\% (0,15)$ , tem-se uma reserva permanente  $(Rp)$  de  $2.376,18 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

$$Rp = 2.376,18 \times 10^6 \text{ m}^3$$

#### 4.2.1.5.3 Reservas Explotáveis (Re) ou Potencialidade Aquífera (P)

O cálculo para a reserva explotável é obtido através da equação 16.

$$Re = Rr + 2/3 \times Rt \quad (16)$$

Onde:

$Re$  = Reserva Explotável ( $m^3 \text{ ano}^{-1}$ )

$Rr$  = Reserva renovável ( $m^3$ )

$Rt$  = Reservas Totais ( $m^3$ )

Dados

$Rr = 69,30 \times 10^6 m^3 \text{ ano}^{-1}$ ;  $(Rp) = 2.376,18 \times 10^6 m^3$

Logo, a área de estudo apresenta a reserva explotável (disponibilidade potencial) à representada pela reserva renovável ( $69,30 \times 10^6 m^3 \text{ ano}^{-1}$ ) mais 2/3 da reserva total ( $2.445,48 \times 10^6 m^3 \text{ ano}^{-1}$ ), como de aproximadamente  $1.699,62 \times 10^6 m^3 \text{ ano}^{-1}$ .

$$Re = 1.699,62 \times 10^6 m^3 \text{ ano}^{-1}$$

#### 4.2.1.5.4 Reservas Totais ( $Rt$ ) ou Reservas naturais

O cálculo destas reservas é efetuado através da equação 17:

$$Rt = Rr + Rp \quad (17)$$

Onde:

$Rt$  = Reserva Total ( $m^3 \text{ ano}^{-1}$ )

$Rr$  = Reserva Renovável ( $m^3 \text{ ano}^{-1}$ )

$Rp$  = Reserva Permanente ( $m^3$ )

O sistema do aquífero Alter do Chão para o PIM tem  $69,30 \times 10^6 m^3 \text{ ano}^{-1}$  para as reservas renováveis e  $2.376,18 \times 10^6 m^3$  para as reservas permanentes, resultando em uma reserva total de  $2.445,48 \times 10^6 m^3 \text{ ano}^{-1}$ .

$$Rt = 2.445,48 \times 10^6 m^3 \text{ ano}^{-1}$$

#### 4.2.1.5.5 Disponibilidade

Por definição o Recurso Explotável (Re), também se emprega para Disponibilidade Potencial do Aquífero, já calculada anteriormente de aproximadamente ( $1.699,62 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ ).

$$Re = 1.699,62 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$$

##### 4.2.1.5.5.1 Disponibilidade Efetiva (disponibilidade Instalada)

Como foi dito anteriormente, na metodologia seriam analisados dois possíveis cenários: Cenário 1: Considerando que do total de 242 poços cadastrados no CNARH-40, no ano de 2017, 131 poços estão em uso, com vazão média de  $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e a taxa de bombeamento com média de 8 horas diárias, durante 22 dias do mês

Cenário 2: Considerando que estão instaladas no PIM 600 indústrias e que cada indústria tenha em média 3, destes 2 poços estão em uso, com vazão média de  $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e a taxa de bombeamento com média de 8 horas diárias, durante 22 dias do mês.

Aplicada a fórmula da disponibilidade efetiva (De) para a região de estudo, temos:

$$De = n \times Qm \times th \quad (12)$$

Onde:

$De$  = Disponibilidade Efetiva ( $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$ )

$n$  = números de poços em uso

$Qm$  = vazão média ( $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$ )

$th$  = taxa média de bombeamento ( $\text{h dia}^{-1}$ )

Cenário 1: Considerando que do total de 242) poços cadastrados no CNARH-40, no ano de 2017, 131 poços estão em uso, com vazão média de  $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e a taxa de bombeamento com média de 8 horas diárias, durante 22 dias do mês, a disponibilidade é de  $10.480 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$ , ou  $230.560 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$  ou  $2.766,720 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ .

Cenário 2: Considerando que estão instaladas no PIM 600 indústrias e que cada indústria tenha em média 3, destes, 2 poços estão em uso, com vazão média de  $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e a taxa de bombeamento com média de 8 horas diárias, durante 22 dias do mês, a disponibilidade é de  $96.000 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$ , ou  $2.112.000 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$  ou  $25.344.000 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ .

Comparando os dois cenários descritos, a Reserva Explotável ( $Re = 1.699,62 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ ), é maior para o Cenário 1 ( $2.766,720 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ ) e o Cenário 2 ( $25.344,000 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ ), ainda pode haver captação da fonte subterrânea para ambos cenários, dentro da reserva explotável.

Contudo, esses cenários não representam todos os possíveis panoramas da exportação das águas subterrâneas do PIM, existindo um volume de água subterrânea que poderá ser bombeado pelos poços por vazões superiores à vazão média de  $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e a taxa de bombeamento com média de 8 horas diárias, bem como os paralisados, passíveis de entrarem em funcionamento (disponibilidade instalável).

Com o propósito de resguardar a reserva explotável ( $Re$ ) e sua disponibilidade efetiva, atribuiu-se o coeficiente de reservas explotável ( $K_{Exp}$ ). Para obter o coeficiente de Reservas Explotável foi atribuído o valor inicial igual a 1,0, a reserva renovável que utiliza águas subterrâneas no intervalo de 1 a  $5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ . Adotou-se  $2/3$  da reserva reguladoras, para estabelecer a reservas explotável ( $K_{Exp}$ ), conforme a tabela 13, sendo acrescido a esse valor o índice de peso 0,1 para cada intervalo que vazão de captação que aumentasse.

A partir da premissa de que as indústrias estão fazendo suas captações cada vez mais profundas e, conseqüentemente, estão explorando as reservas permanentes, com o efeito da exploração dessa reserva pode ser observado que está correndo o rápido e imediato rebaixamento do nível da água subterrânea (superexploração) e, portanto, uma redução da reserva permanente. Sendo assim, temos a Equação 18:

$$(K_{Exp}) = \sum \text{intervalo da vazão do poço } R_p \text{ (m}^3 \text{ h}^{-1}) / n^{\circ} \text{ Intervalos da } R_p \quad (18)$$

$$\text{Assim, } K_5 = 1,6$$

**Tabela 13.** Valores do coeficiente  $K_5$  (*Reserva explotável -  $K_{Expl}$* ).

<b>Coeficiente de Ponderação de Reservas Explotável (<math>K_{Expl}</math>)</b>			
<b>Vazões</b>	<b>Tipos de Reserva</b>	<b>Reserva Explotável<sup>2</sup> (2/3) da Renovável<sup>1</sup></b>	<b>Valores (<math>K_{Expl}</math>)</b>
1 até 5 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	Renováveis <sup>1</sup>	1 até 8,3 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	1,0
5 até 10 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	Renováveis <sup>2</sup>	8,3 m <sup>3</sup> até 16,6 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	1,2
16,6 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> até 25 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	Permanente <sup>3</sup>		1,3
25 a 50 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	Permanente <sup>3</sup>		1,4
50 a 100 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	Permanente <sup>3</sup>		1,5
100 a 150 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	Permanente <sup>3</sup>		1,6
150 a 200 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	Permanente <sup>3</sup>		1,8

<sup>1</sup> Reserva Reguladora - Volume de água renovável a cada período anual ou interanual, correspondendo, à recarga do aquífero (3,5 m). <sup>2</sup> Reserva Explotável - Volume de água que pode ser economicamente extraído, sem provocar exaustão ou degradação do aquífero como meio de armazenamento natural ou artificial de água. <sup>3</sup> Reserva Permanente - Volume que não varia em função das variações sazonais. Fonte: O Autor (2018).

#### 4.2.1.6 Coeficiente $K_6$ (*Classe corpo de captação - $K_{Classe.Cap}$* )

O  $K_6$  (*Classe -  $K_{Classe}$* ), coeficiente de classe de enquadramento do corpo hídrico de utilização da área de estudo, está relacionado com o enquadramento das águas subterrâneas pela a Resolução CONAMA nº 396, de 3/4/2008. A qualidade da água interferirá na cobrança, ou seja, os coeficientes adotados representam o grau de qualidade da água subterrânea que foi estimado para o efeito de cálculo, dando ênfase a classe especial 1, que só dever ser utilizados em caso excepcional, caso o aquífero tenha. Quando o enquadramento não for aprovado pelo CERH/AM, os valores do coeficiente de captação de  $K_{Classe.Cap}$  foram arbitrários da forma como é mostrada na tabela 14.

**Tabela 14.** Valores do coeficiente de Enquadramento da água subterrânea do PIM.

<b>Enquadramento - CONAMA: Resolução 396 de 3/4/2008</b>		
<b>Classe</b>	<b>Característica</b>	<b>Valores a ser calculado (<math>K_{Classe de Cap}</math>)</b>
Classe Especial	Vazão ecológica)	2,0
Classe 1	Qualquer uso	1,5
Classe 2*	Alguns usos	1,3
Classe 3	Pouco usos	1,2
Classe 4	Usos Menos Restrito	1,0
Classe 5	Sem requisito de uso	

**Classe 2\*** Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas e que podem exigir tratamento adequado dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.

Fonte: Autor (2018).

$$\text{Assim, } K_6 (\text{Classe} - K_{\text{ClasseCap}}) = 1,3$$

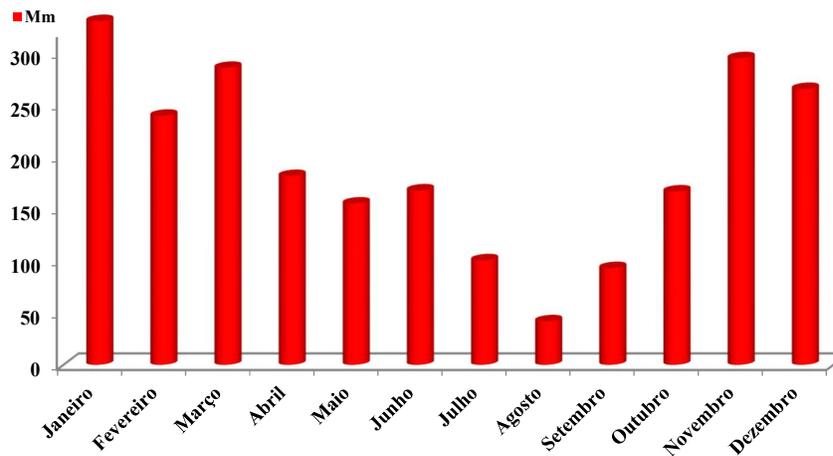
#### 4.2.1.7 Coeficientes $K_7$ (Sazonalidades-Chuvosas e Estiagem - $S_{K_{\text{saz. Chu}}}/S_{K_{\text{saz. Sesti}}}$ )

O  $K_7$  (Sazonalidades-Chuvosas e Estiagem -  $S_{K_{\text{saz. Chu}}}/S_{K_{\text{saz. Sesti}}}$ ) foi obtido através das informações da estação pluviométrica da CPRM - Manaus (Est. N° 00359005), no período de 2010 a 2016, do município de Manaus e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que serviram para definir a precipitação (volumes e número de dias com chuvas mensais). Assim, o coeficiente de sazonalidade é calculado para dois períodos, um na estiagem e outro chuvoso, pois a partir dele é possível diferenciar a cobrança com as estações do ano. Para a cidade de Manaus o período chuvoso corresponde aos meses de novembro a julho (inverno amazônico), enquanto que o verão ocorre de agosto a outubro, conforme a tabela 15 e figura 29.

**Tabela 15.** Taxas médias mensais da precipitação em Manaus no período de 2010 a 2016.

Meses	mm	Meses	mm
Janeiro	329,9	Julho	100,4
Fevereiro	239,1	Agosto	41,8
Março	285,0	Setembro	92,9
Abril	181,3	Outubro	166,5
Maió	154,9	Novembro	294,3
Junho	167,5	Dezembro	264,8

Fonte: CPRM-SUREG/Manaus 00359005/2013



**Figura 29.** Precipitação média do município de Manaus no período de 2010 a 2016.  
Fonte: O Autor (2018).

Define-se o Coeficiente de Sazonalidade ( $K_7$ ), como sendo o fator de “peso” que o período sazonal tem relação com período sequente, calculado conforme a razão do período chuvoso pela estiagem e vice-versa tem-se os seguintes resultados (Tabela 16).

$$(I) \quad \% (PC) = \frac{\sum \% (\text{Período Chuvoso})}{\sum \text{Anual}}$$

$$(II) \quad \% (PS) = \frac{\sum \% (\text{Período Estiagem})}{\sum \text{Anual}}$$

$$\% (PC) = \frac{\sum \% (\text{Período Chuvoso})}{\sum \text{Anual}}$$

$$\% (PC) = 2.017,20/2.318,20 = 0,87\%$$

$$\% (PS) = \frac{\sum \% (\text{Período Estiagem})}{\sum \text{Anual}}$$

$$\% (PS) = 301,20/2.318,20 = 0,129\%$$

$$(III) \quad K_{(\text{Período Chuvoso})} = \% (PS)/\% (PC);$$

$$(IV) \quad K_{(\text{Período Estiagem})} = \% (PE)/\% (PC);$$

$$K_{(\text{Período Chuvoso})} = 0,129/0,87 = 0,15$$

$$K_{(\text{Período Estiagem})} = 0,87/0,129 = 6,74$$

**Tabela 16.** Valores do coeficiente  $K_7$  (*Sazonalidades -  $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$* ) da área do PIM.

<b>Período chuvoso</b>	
Meses	$(K_{Saz.Chu})$
Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho.	<b>0,15</b>
<b>Período de estiagem</b>	
Meses	$(K_{Saz.Sesti})$
Agosto, setembro, outubro.	<b>6,74</b>

Fonte: Autor (2018).

Desta forma, fica definida para efetuar a cobrança pela captação de ordem para a demanda do setor industrial do PIM e os valores dos coeficientes:  $K_1$  (Tipo de usuário -  $K_{TU}$ );  $K_2$  (Tipo de uso -  $K_{Uso}$ );  $K_3$  (Tipo de manancial -  $K_{Mc}$ );  $K_4$  (Característica do aquífero -  $K_{Aq}$ );  $K_5$  (Reserva explotável -  $K_{Expl}$ );  $K_6$  (Classe -  $K_{Classe}$ ) e  $K_7$  (*Sazonalidades - Chuvasas e Estiagem -  $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$* ), conforme a tabela 17.

**Tabela 17.** Coeficientes de ponderação de captação ( $K_{Cap}$ ).

<b>Período de estiagem</b>						
(agosto, setembro, outubro)						
$K_1 (K_{TU})$	$K_2 (K_{Uso})$	$K_3 (K_{Mc})$	$K_4 (K_{Aq})$	$K_5 (Expl)$	$K_6 (K_{Classe})$	$K_7 (S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}})$
1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74
<b>Período chuvoso</b>						
(novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho)						
$K_1 (K_{TU})$	$K_2 (K_{Uso})$	$K_3 (K_{Mc})$	$K_4 (K_{Aq})$	$K_5 (Expl)$	$K_6 (K_{Classe})$	$K_7 (S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}})$
1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15

Fonte: Autor (2018).

#### 4.2.2 Coeficientes de Ponderação para Lançamento de Diluição de Captação (CPlanç)

##### 4.2.2.1 Coeficientes $K_7$ (Sazonalidade-Chuvasas e Estiagem - $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$ )

Conforme já descrito anteriormente no coeficiente de ponderação de captação, os meses de período de estiagem correspondem a agosto, setembro e outubro e, neste caso, é de ( $K_{Saz.Sesti} = 6,74$ ). Para os meses de períodos chuvosos que correspondem a novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho são de ( $K_{Saz.Chu} = 0,15$ ).

#### 4.2.2.2 Coeficientes $K_1$ (Tipo de usuário - $K_{TU}$ )

É o mesmo valor já estabelecido para o coeficiente de captação ( $K_{Tu} = 1,5$ ).

#### 4.2.2.3 Coeficientes $K_8$ (Eficiência de DBO - $K_{EfDBO}$ )

Os valores de ( $K_{EfDBO}$ ) foram estabelecidos pela relação entre a carga lançada e seu regime de variação (volume e tempo), que deve atender o padrão de emissão do corpo receptor do local, em percentagem de redução (PR) das ETE's, conforme a tabela 18.

**Tabela 18.** Coeficiente de ponderação ETE do PIM.

	FER	CP	Valores
<b>Eficiência de redução da carga orgânica relativa DBO<sub>5,20</sub></b>	> 95% de remoção	$K_{EfDBO 1}$	0,70
	> 90 a ≤ 95 % de remoção	$K_{EfDBO 2}$	0,80
	> 85 a ≤ 90 % de remoção	$K_{EfDBO 3}$	0,90
	> 80 a ≤ 85 % de remoção	$K_{EfDBO 4}$	0,95
	= 80 % de remoção	$K_{EfDBO 5}$	1,00

FER = Fator de eficiência de remoção (dado fornecido).

#### 4.2.2.4 Coeficientes $K_9$ (Classe do corpo receptor - $K_{Classe.Rept}$ )

Avalia-se o grau de alcance do objetivo de qualidade desejado para a bacia, sub-bacia ou corpo hídrico obedecendo ao limite máximo de concentração do parâmetro de qualidade considerado permitido pela Legislação CONAMA nº 357/05 (CONAMA, 2005), segundo a classe em que se enquadra o ambiente receptor do lançamento. Visto que, a Resolução do CERH/AM nº 01, de 19/07/16, que estabeleceu que enquanto não estiverem

definidos os parâmetros de classificações e os enquadramentos de corpos de água de domínio estadual serão os critérios técnicos do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

Para obter o  $K_{Clas Rep}$  dos corpos hídricos superficiais, sobre as condições atuais dos mananciais que banham a área do PIM, foi estabelecido, considerando-se a qualidade atual destes corpos receptores, que provavelmente estejam inseridos na classe 4 de enquadramento. Desta forma, utilizou-se o mesmo valor do coeficiente de classe da Deliberação CBH-AP/166/2012, de 12-12-2012, que aprova a proposta para implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo, no âmbito das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos Aguapeí e (UGRHI-20) e Peixe (UGRHI-21) e assim, temos os seguintes valores na tabela 19.

**Tabela 19.** Coeficiente de ponderação de classe do corpo receptor ( $K_{Clas Rep}$ ).

<b>Enquadramento do corpo de águas superficial onde se faz o lançamento</b>	<b>Valores estabelecidos DBO)<sub>5,20</sub></b>	<b>Valores (<math>K_{Clas Rep}</math>)</b>
Concentração natural	Menor que 1 mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	-
Classe 1	Até 3 mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	-
Classe 2	Até 5 mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	1,0
Classe 3	Até 10 mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	0,95
Classe 4	Acima de 10 mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	0,90

Fonte: CBH-AP/166 (2012).

Assim, ficam estabelecidos os valores dos coeficientes:  $K_1$  (Tipo de usuário- $K_{TU}$ ),  $K_7$  (Sazonalidade-Chuvosas e Estiagem- $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$ ),  $K_8$  (Eficiência de DBO- $K_{EfDBO}$ ) e  $K_9$  (Classe do corpo receptor- $K_{Classe.Rept}$ ), conforme a (Tabela 20)

**Tabela 20.** Os coeficientes de ponderação de lançamento de diluição (*CPlan*).

PERÍODO ESTIAGEM								
(agosto, setembro, outubro)								
$K_1$	$K_7$	$K_9$	$K_8$					
$(K_{TV})$	$(S_{K_{saz.Chu}}/S_{K_{saz.Sesti}})$	$(K_{Classe.Rept})$	(Eficiência de DBO - $K_{EjDBO}$ )					
			$K_{EjDBO1}$	$K_{EjDBO2}$	$K_{EjDBO3}$	$K_{EjDBO4}$	$K_{EjDBO5}$	
1,5	6,74	0,90	0,70	0,80	0,90	0,95	1,00	
PERÍODO CHUVOSO								
(novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho).								
$K_1$	$K_7$	$K_9$	$K_8$					
$(K_{TV})$	$(S_{K_{saz.Chu}}/S_{K_{saz.Sesti}})$	$(K_{Classe.Rept})$	(Eficiência de DBO - $K_{EjDBO}$ )					
			$K_{EjDBO1}$	$K_{EjDBO2}$	$K_{EjDBO3}$	$K_{EjDBO4}$	$K_{EjDBO5}$	
1,5	0,15	0,90	0,70	0,80	0,90	0,95	1,00	

Fonte: O Autor (2018).

#### 4.2.3 Coeficientes de ponderação de incentivo (*CPi*)

##### 4.2.3.1 Coeficiente de ponderação de índice de reuso ( $K_{reuso}$ )

Na tabela 21, encontram-se os índices de água de reuso que foi arbitrário para reduzir o consumo das empresas do PIM.

**Tabela 21.** Índices de água de reuso para obter o desconto da cobrança.

Índice de água de reuso	$(K_{Reuso})$
0 - 20%	1,0
21 - 40%	0,95
41 - 60%	0,90
61 - 80%	0,85
81 - 100%	0,80

#### 4.3.3.2 Coeficiente de ponderação do pacto das metas progressivas da melhoria da qualidade da água ( $K_{quali}$ )

Na busca de melhorar as qualidades dos corpos hídricos superficiais próximos as áreas do PIM (Distrito I, II e II), e ao mesmo tempo, fazê-lo evoluir na classificação dos parâmetros de enquadramento, este trabalho propõe um pacto de metas progressivas para alcance da melhoria da qualidade da água do PIM, com acompanhamento do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) do efluente, com prazo máximo total não superior a 10 anos. Podendo ser incluso outros parâmetros a critério do IPPAM e as indústrias. Obedecerão às etapas previstas, conforme a tabela 22, abaixo.

**Tabela 22.** Pacto das metas progressivas de melhoria da qualidade da água ( $K_{quali}$ )

<b>Etapa</b>	<b>Meta</b>	<b>Tempo</b>
1	Alcance de 50% (cinquenta por cento) da Redução da DBO do efluente	Em 1/3 do prazo total estabelecido
2	Alcance de 75% (cinquenta por cento) da Redução da DBO do efluente,	Em 2/3 do prazo total estabelecido
3	Alcance de 100% (cinquenta por cento) da Redução da DBO do efluente	No prazo máximo total.

A redução da DBO para o efluente será calculada pelo IPAAM de forma a compatibilizar o ponto de lançamento dos efluentes com a água do igarapé de acordo com o padrão de qualidade da classe do corpo receptor. Considera-se a vazão de diluição outorgável a industriais, conforme a metodologia estabelecida na Resolução do CERH/AM nº 01, de 19/07/16. Em relação ao prazo máximo total, este será acordado com as indústrias.

Como é de conhecimento de todos, as águas que recebem a diluição de efluentes tratado do PIM, provavelmente, estejam inseridos na classe 4 (Acima de  $10 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ ) do enquadrados do CONAMA, de concentração de DBO. Este nível de poluição precisa ser

reduzido, dentro de uma visão realista, é possível que em 10 anos todos os corpos que recebem efluente das indústrias possam está enquadrado na classe 2 (Até 5 mg L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>).

#### 4.3.3.3 Coeficiente de ponderação de investimentos estruturais ( $K_{ie}$ )

Em consonância com o pacto do quadro de metas progressivas para alcance da melhoria da qualidade da água do PIM, nada mais justo, que as indústrias possam para investir em obras estruturantes de saneamento, sendo as mesmas usuárias de recursos hídricos, quando capta e lança suas águas.

Os investimentos estruturais que beneficiem a micro bacias existentes da área do PIM poderão favorecer as indústrias, reduzindo em até 50% o valor total cobrado anualmente ou redução completa até completar o investimento gasto na bacia decorrente dos valores das obras realizada, mediante a devida comprovação de despesas previamente autorizadas pelo IPAAM. Dessa forma, a arrecadação total passível de ser auferida poderá ser escrita da seguinte forma:

$$\text{Cobrança Total} = \text{Cobrança} - K_{ing}$$

Onde:

*Cobrança Total*: é a arrecadação total nos períodos sazonais, em R\$/ano,

*Cobrança*: é a arrecadação por período sazonal, em R\$/ano;

*King (R\$/ano)*: é o coeficiente de investimentos em ações na bacia hidrográfica, os quais serão definidos com IPAAM

E assim, os coeficientes de ponderadores de  $CP_{cap}$  e  $CP_{lanç}$  definidos e classificados com os seus receptivos valores condicionantes, encontram-se nas tabelas 23 e 24, que deverão ser empregados no cálculo do Valor Total de Cobrança mensal do PIM (VTC):

**Tabela 23.** Coeficientes ponderadores para captação subterrânea (*CP<sub>cap</sub>*).

CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS	(CP <sub>cap</sub> )	Valores
<b>Período Estiagem</b> Agosto, setembro e outubro,	$K_1(K_{TU})$	1,5
	$K_2(K_{Uso})$	1,6
	$K_3(K_{Me})$	1,2
	$K_4(K_{Aq})$	1,6
	$K_5(ExpI)$	1,6
	$K_6(K_{Classe})$	1,3
	$K_7(S_{Ksaz-Chu}/S_{Ksaz-Sesti})$	6,74
CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS	(CP <sub>cap</sub> )	Valores
<b>Período chuvoso</b> Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho.	$K_1(K_{TU})$	1,5
	$K_2(K_{Uso})$	1,6
	$K_3(K_{Me})$	1,2
	$K_4(K_{Aq})$	1,6
	$K_5(ExpI)$	1,6
	$K_6(K_{Classe})$	1,3
$K_7(S_{Ksaz-Chu}/S_{Ksaz-Sesti})$	0,15	

Fonte: Autor (2018).

**Tabela 24.** Coeficientes ponderadores para diluição de efluente (*CPlanç*).

PERÍODO ESTIAGEM Agosto, setembro, outubro.			
COEFICIENTES PONDERADORES	CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS	(CPlanç)	Valores
Tipo de Usuário	Indústria	$K_1(K_{TU})$	1,5
Sazonalidade	Verão (Estiagem)	$K_7(S_{Ksaz-Chu}/S_{Ksaz-Sesti})$	6,74
Classe de uso preponderante do corpo de água receptor	Classe 4	$K_9(K_{Classe.Rept})$	0,90
	<b>Carga orgânica relativa DBO</b>	<b><math>K_8</math> (Eficiência de DBO-<math>K_{EjDBO}</math>)</b>	<b>Valores</b>
Eficiência de redução da carga orgânica relativa DBO <sub>5,20</sub>	> 95% de remoção	$K_{EjDBO 1}$	0,70
	> 90 a ≤95 % de remoção	$K_{EjDBO 2}$	0,80
	> 85 a ≤90 % de remoção	$K_{EjDBO 3}$	0,90
	> 80 a ≤85 % de remoção	$K_{EjDBO 4}$	0,95
	=80 % de remoção	$K_{EjDBO 5}$	1,00
PERÍODO CHUVOSO Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho.			
COEFICIENTES PONDERADORES	CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS	(CPlanç)	Valores
Tipo de Usuário	Indústria	$K_1(K_{TU})$	1,5
Sazonalidade	Inverno	$K_7(S_{Ksaz-Chu}/S_{Ksaz-Sesti})$	0,15
Classe de uso preponderante do corpo de água receptor	Classe 4	$K_9(K_{Classe.Rept})$	0,90
	<b>Carga orgânica relativa DBO</b>	<b><math>K_8</math> (Eficiência de DBO-<math>K_{EjDBO}</math>)</b>	<b>Valores</b>
Eficiência de redução da carga orgânica relativa DBO <sub>5,20</sub>	> 95% de remoção	$K_{EjDBO 1}$	0,70
	> 90 a ≤95 % de remoção	$K_{EjDBO 2}$	0,80
	> 85 a ≤90 % de remoção	$K_{EjDBO 3}$	0,90
	> 80 a ≤85 % de remoção	$K_{EjDBO 4}$	0,95
	=80 % de remoção	$K_{EjDBO 5}$	1,00

### 4.3 Simulações dos valores propostos dos coeficientes de ponderação

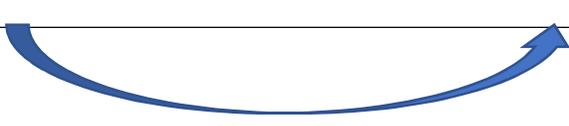
A simulação foi realizada a partir da Equação 10 (item 2.4 Fórmula final da proposta de cobrança do PIM), definida anteriormente, bem como os possíveis volumes outorgados mensais de captação e lançamento (volume retirado e lançado), juntamente com os seus respectivos valores dos coeficientes de ponderação já estabelecidos e aferidos neste estudo.

Primeiramente, estabeleceu os Preço Público Unitário (PPU's), o  $PPU_1$  que corresponde à cobrança pela captação, R\$/m<sup>3</sup> ( $PPU_1$ ) de valor de R\$ 1,00 por m<sup>3</sup> e o  $PPU_3$ , o preço público unitário da cobrança pela diluição de efluente (R\$/DBO<sub>5,20</sub>), o valor de R\$ 1,25 por m<sup>3</sup>.

Nestes termos, foi possível calcular os valores totais arrecadados mensais e anuais por setor usuário do PIM para cada simulação.

#### SIMULAÇÃO 1

A simulação é referente à demanda total de vazão outorgadas (volume retirado) do aquífero no o período Estiagem e chuvoso. As variáveis multiplicadoras estão adicionadas à simulação são os coeficientes de ponderação de captação que foram atribuídos pelos os seus critérios específicos. Os resultados das arrecadações encontram-se na tabela 25, sendo o valor total a ser cobrança mensal pela captação (VCC), dado pela a Fórmula abaixo:

$$VCC = Q_{cap} \times CP_{cap} (K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7) \times PPU_1$$


*1ª Parcela*

Onde:

$VCC$  = valor total a ser cobrança mensal (R\$/mês) pela captação

$Q_{cap}$  = é a vazão de captação outorgado mensal (m<sup>3</sup>/mês)

$CP_{cap}$  = é a expressão o multiplicador de preço público unitário para a captação, ou seja, são os coeficientes de ponderação que foram atribuídos pelos os critérios específicos.

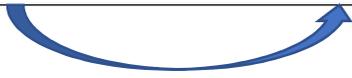
Sendo assim:  $K_1$  (*Tipo de usuário -  $K_{TU}$* );  $K_2$  (*Tipo de uso -  $K_{Uso}$* );  $K_3$  (*Tipo de manancial -  $K_{Mc}$* );  $K_4$  (*Característica do Aquífero -  $K_{Aq}$* );  $K_5$  (*Reserva explotável -  $K_{Expi}$* );  $K_6$  (*Classe -  $K_{Classe}$* ) e  $K_7$  (*Sazonalidades-Chuvosa e Estiagem -  $S_{Ksaz.Chu}/S_{Ksaz.Sesti}$* )

$PPU_1 = R\$ 1,00$  por  $m^3$  captado

## SIMULAÇÃO 2

Nesta simulação, a definição foi semelhante a primeira simulação, entretanto, as variáveis multiplicadoras foram para a simulação de demanda total de vazão outorgadas de lançamento de carga poluidora ( $Plano$ ). Os resultados das arrecadações na tabela 26, obtidas a partir da fórmula:

$$VCL = Q.Ef \times K_{lanç} (K_1 \times K_7 \times K_8 \times K_9) \times PPU_2$$

  
2ª Parcela

$$VCL = Q.Ef \times K_{lanç} \times (K_1 \times K_7 \times (K_8 = (K_{EIDBO1} \text{ ou } K_{EIDBO2} \text{ ou } K_{EIDBO3} \text{ ou } K_{EIDBO4} \text{ ou } K_{EIDBO5})) \times K_9 \times PPU_2$$

Onde:

VCL = Valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora (R\$/mês)

$Q.Ef$  (Vazão Efluente) = Vazão de captação ( $Q_{cap}$ ) – Vazão de Consumo ( $Q_{con}$ );

$C_{Planç}$  = Coeficiente ponderação para lançamento de diluição

$Plano = K_1$  (*Tipo de usuário -  $K_{TU}$* );  $K_7$  (*Sazonalidades-Chuvosa e Estiagem -  $S_{Ksaz.Chu}/S_{Ksaz.Sesti}$* );  $K_8$  (*Eficiência de DBO -  $K_{EfDBO}$* ) e  $K_9$  (*Classe do corpo receptor -  $K_{ClasRep}$* ).

$PPU_2$  = Preço em Reais por metro cúbico de água diluição de efluente tratado em (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é de R\$ 1,25 por  $m^3$ .

**Tabela 25.** Arrecadações resultantes da simulação 1 em R\$ para o valor total a ser cobrança pela captação (VCC).

<b>PERÍODO ESTIAGEM</b> (Agosto, setembro, outubro)										
<i>Qcap</i> ( $m^3/mês$ )	<i>PPU</i> ( $R\$/m^3$ )	$K_1$ ( $K_{TV}$ )	$K_2$ ( $K_{Uso}$ )	$K_3$ ( $K_{Mc}$ )	$K_4$ ( $K_{Aq}$ )	$K_5$ ( $Expl$ )	$K_6$ ( $K_{Classe}$ )	$K_7$ ( $S_{Ksaz-Chu}/S_{Ksaz-Sesti}$ )	<i>Valor arrecadado</i> ( $R\$/mês$ )	<i>Valor arrecadado</i> ( $R\$/ano$ )
1	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	64,60	193,80
5	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	323,00	969,01
10	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	646,00	1.938,01
15	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	969,01	2.907,02
20	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	1.292,01	3.876,03
25	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	1.615,01	4.845,04
30	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	1.938,01	5.814,04
35	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	2.261,02	6.783,05
40	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	2.584,02	7.752,06
45	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	2.907,02	8.721,06
50	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	3.230,02	9.690,07
100	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	6,74	6.460,05	19.380,14
<b>PERÍODO CHUVOSO</b> Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho.										
<i>Qcap</i> ( $m^3/mês$ )	<i>PPU</i> ( $R\$/m^3$ )	$K_1$ ( $K_{TV}$ )	$K_2$ ( $K_{Uso}$ )	$K_3$ ( $K_{Mc}$ )	$K_4$ ( $K_{Aq}$ )	$K_5$ ( $Expl$ )	$K_6$ ( $K_{Classe}$ )	$K_7$ ( $S_{Ksaz-Chu}/S_{Ksaz-Sesti}$ )	<i>Valor arrecadado</i> ( $R\$/mês$ )	<i>Valor arrecadado</i> ( $R\$/ano$ )
1	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	1,44	17,25
5	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	7,19	86,26
10	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	14,38	172,52
15	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	21,57	258,79
20	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	28,75	345,05
25	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	35,94	431,31
30	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	43,13	517,57
35	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	50,32	603,83
40	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	57,51	690,09
45	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	64,70	776,36
50	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	71,88	862,62
100	1,00	1,5	1,6	1,2	1,6	1,6	1,3	0,15	143,77	1.725,24

Fonte: O Autor, 2008.

**Tabela 26.** Arrecadações resultantes da simulação 2 em R\$ do valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora (VCL).

PERÍODO ESTIAGEM (Agosto, setembro, outubro)								
<b>Q.Ef</b> ( $m^3/mês$ )	<b>PPU</b> ( $R\$/m^3$ )	$K_1$ ( <b>KTU</b> )	$K_7$ ( $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$ )	$K_9$ ( $K_{Classe.Rept}$ )	$K_8$ (Eficiência de DBO - $K_{EjDBO}$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/mês$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/ano$ )	
					$K_{EjDBO1}=0,70$	10,6155	127,386	
					$K_{EjDBO2}=0,80$	12,132	145,584	
2	1,25	1,5	6,74	0,90	$K_{EjDBO3}=0,90$	13,6485	163,782	
					$K_{EjDBO4}=0,95$	14,40675	172,881	
					$K_{EjDBO5}=1,0$	15,165	181,98	
PERÍODO CHUVOSO (Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho)								
<b>Q.Ef</b> ( $m^3/mês$ )	<b>PPU</b> ( $R\$/m^3$ )	$K_1$ ( <b>KTU</b> )	$K_7$ ( $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$ )	$K_9$ ( $K_{Classe.Rept}$ )	$K_8$ (Eficiência de DBO - $K_{EjDBO}$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/mês$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/ano$ )	
					$K_{EjDBO1}=0,70$	0,23	2,83	
					$K_{EjDBO2}=0,80$	0,27	3,24	
2	1,25	1,5	0,15	0,90	$K_{EjDBO3}=0,90$	0,30	3,64	
					$K_{EjDBO4}=0,95$	0,32	3,84	
					$K_{EjDBO5}=1,0$	0,33	4,05	
PERÍODO ESTIAGEM (Agosto, setembro, outubro)								
<b>Q.Ef</b> ( $m^3/mês$ )	<b>PPU</b> ( $R\$/m^3$ )	$K_1$ ( <b>KTU</b> )	$K_7$ ( $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$ )	$K_9$ ( $K_{Classe.Rept}$ )	$K_8$ (Eficiência de DBO - $K_{EjDBO}$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/mês$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/ano$ )	
					$K_{EjDBO1}=0,70$	26,54	318,47	
					$K_{EjDBO2}=0,80$	30,33	363,96	
5	1,25	1,5	6,74	0,90	$K_{EjDBO3}=0,90$	34,12	409,46	
					$K_{EjDBO4}=0,95$	36,02	432,20	
					$K_{EjDBO5}=1,0$	37,91	454,95	

<b>PERÍODO CHUVOSO</b> (Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho).								
<b>Q.Ef</b> ( $m^3/mês$ )	<b>PPU</b> ( $R\$/m^2$ )	<b>K<sub>1</sub></b> ( <b>K<sub>TU</sub></b> )	<b>K<sub>7</sub></b> ( $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$ )	<b>K<sub>9</sub></b> ( $K_{Classe.Rept}$ )	<b>K<sub>8</sub></b> (Eficiência de DBO - $K_{EjDBO}$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/mês$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/ano$ )	
					<b>K<sub>EjDBO1</sub>=0,70</b>	0,59	7,09	
					<b>K<sub>EjDBO2</sub>=0,80</b>	0,68	8,10	
5	1,25	1,5	0,15	0,90	<b>K<sub>EjDBO3</sub>=0,90</b>	0,76	9,11	
					<b>K<sub>EjDBO4</sub>=0,95</b>	0,80	9,62	
					<b>K<sub>EjDBO5</sub>=1,0</b>	0,84	10,13	
<b>PERÍODO ESTIAGEM</b> (Agosto, setembro, outubro)								
<b>Q.Ef</b> ( $m^3/mês$ )	<b>PPU</b> ( $R\$/m^3$ )	<b>K<sub>1</sub></b> ( <b>K<sub>TU</sub></b> )	<b>K<sub>7</sub></b> ( $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$ )	<b>K<sub>9</sub></b> ( $K_{Classe.Rept}$ )	<b>K<sub>8</sub></b> (Eficiência de DBO - $K_{EjDBO}$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/mês$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/ano$ )	
					<b>K<sub>EjDBO1</sub>=0,70</b>	42,46	509,54	
					<b>K<sub>EjDBO2</sub>=0,80</b>	48,528	582,336	
8	1,25	1,5	6,74	0,90	<b>K<sub>EjDBO3</sub>=0,90</b>	54,59	655,13	
					<b>K<sub>EjDBO4</sub>=0,95</b>	57,63	691,52	
					<b>K<sub>EjDBO5</sub>=1,0</b>	60,66	727,92	
<b>PERÍODO CHUVOSO</b> Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho								
<b>Q.Ef</b> ( $m^3/mês$ )	<b>PPU</b> ( $R\$/m^3$ )	<b>K<sub>1</sub></b> ( <b>K<sub>TU</sub></b> )	<b>K<sub>7</sub></b> ( $S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}}$ )	<b>K<sub>9</sub></b> ( $K_{Classe.Rept}$ )	<b>K<sub>8</sub></b> (Eficiência de DBO - $K_{EjDBO}$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/mês$ )	<b>Valor arrecadado</b> ( $R\$/ano$ )	
					<b>K<sub>EjDBO1</sub>=0,70</b>	0,95	11,34	
					<b>K<sub>EjDBO2</sub>=0,80</b>	1,08	12,96	
8	1,25	1,5	0,15	0,90	<b>K<sub>EjDBO3</sub>=0,90</b>	1,22	14,58	
					<b>K<sub>EjDBO4</sub>=0,95</b>	1,28	15,39	
					<b>K<sub>EjDBO5</sub>=1,0</b>	1,35	16,20	

Fonte: O Autor, 2008.

### SIMULAÇÃO 3

A terceira simulação foi baseado em 3 cenários (hipotéticos) de pagamento pelo setor industrial, com os valores de  $PPU_1$  e  $PPU_2$  de R\$ 1,00 e R\$ 1,20, respectivamente. As variáveis multiplicadoras adotadas incluem tanto o  $CP_{cap}$  e o  $CP_{lanç}$ , os valores das arrecadações estão mostrados na tabela 27.

Cenário 1: Uma indústria “x” que capta  $10m^3/mês$  e lança  $2m^3/mês$ , com uma eficiência de remoção de carga de  $DBO_{5,20}$ , superior a 85% e inferior a 90%, ou seja,  $> 85$  a  $\leq 90$  % de remoção;

Cenário 2: A indústria “y” que capta  $20m^3/mês$  e lança também  $2m^3/mês$ , e tem sua ETE, uma eficiência de remoção de carga de  $DBO_{5,20}$ , inferior a 0% (=80 % de remoção);

Cenário 3: A indústria “z” também capta  $50m^3/mês$  e lançando  $2m^3/mês$ , com eficiência de remoção de carga de  $DBO_{5,20}$ , superior a 95% ( $> 95$  de remoção) e;

Para definir o valor total a ser cobrança (VTC), com os respectivos cenários para o período Estiagem e chuvoso, seguir as seguintes fórmulas:

$$VTC = VCC + VCL + PPU's$$


*1ª Parcela      2ª Parcela*

Na qual:

$VTC$  = Valor Total a ser Cobrança mensal (R\$/mês)

$VCC$  = Valor de cobrança mensal pela captação (R\$/mês), tendo variações sazonalidades (período Estiagem e chuvoso)

$VCL$  = Valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora (R\$/mês), tendo variações sazonalidades (período Estiagem e chuvoso)

$PPU's$  = Preços Públicos Unitários (captação e lançamento)

$$VTC = VCC = Q_{cap} \times CP_{cap} (K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7) \times PPU_1 + VCL = Q.Ef \times K_{lanç} (K_1 \times K_7 \times K_8 \times K_9) \times PPU_2$$

$VCL$  = Valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora (R\$/mês)

$Q.Ef$  (Vazão Efluente) = Vazão de captação ( $Q_{cap}$ ) – Vazão de Consumo ( $Q_{con}$ )

$CP_{lanç}$  = Coeficiente ponderação para lançamento de diluição

$P_{\text{ano}} = K_1$  (Tipo de usuário -  $K_{TU}$ );  $K_7$  (Sazonalidades-Chuvosa e Estiagem -  $S_{K_{\text{saz-Chu}}}/S_{K_{\text{saz-Sesti}}}$ );  $K_8$  (Eficiência de DBO -  $K_{E_{\text{DBO}}}$ ) e  $K_9$  (Classe do corpo receptor -  $K_{\text{Clas Rep}}$ ).

$PPU_1 = \text{R\$ } 1,00$  por  $\text{m}^3$  captado

$PPU_2 = \text{Preço em Reais por metro cúbico de água diluição de efluente tratado em (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é de R\$ } 1,25$  por  $\text{m}^3$ .

**Tabela 27.** Arrecadações resultantes da simulação 3 em R\$ pelos valores totais a ser cobrança (VTC), considerando os três cenários estabelecidos.

Cenário	PERÍODO ESTIAGEM			
	Agosto, setembro e outubro.			
	VCC (R\$)	VCL (R\$)	Valor arrecadado (R\$/mês)	Valor arrecadado (Por 3 meses do ano)
1	646,00	13,65	659,65	1.978,95
	PERÍODO CHUVOSO			
	Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho.			
	VCC (R\$)	VCL (R\$)	Valor arrecadado (R\$/mês)	Valor arrecadado (Por 9 meses do ano)
	14,38	0,30	14,68	132,07
<b>VALOR TOTAL ARRECADADO (R\$/ANO)</b>			<b>2.111,07</b>	
Cenário	PERÍODO ESTIAGEM			
	Agosto, setembro e outubro.			
	VCC (R\$)	VCL (R\$)	Valor arrecadado (R\$/mês)	Valor arrecadado (Por 3 meses do ano)
2	1.292,01	15,17	1.307,18	3.921,54
	PERÍODO CHUVOSO			
	Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho.			
	VCC (R\$)	VCL (R\$)	Valor arrecadado (R\$/mês)	Valor arrecadado (Por 9 meses do ano)
	28,75	0,34	29,09	261,81
<b>VALOR TOTAL ARRECADADO (R\$/ANO)</b>			<b>4.183,35</b>	
Cenário	PERÍODO ESTIAGEM			
	Agosto, setembro e outubro.			
	VCC (R\$)	VCL (R\$)	Valor arrecadado (R\$/mês)	Valor arrecadado (Por 3 meses do ano)
3	3.230,02	10,62	3.240,64	9.721,92
	PERÍODO CHUVOSO			
	Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho.			
	VCC (R\$)	VCL (R\$)	Valor arrecadado (R\$/mês)	Valor arrecadado (Por 9 meses do ano)
	71,88	0,24	72,12	649,08
<b>VALOR TOTAL ARRECADADO (R\$/ANO)</b>			<b>10.371,00</b>	

Fonte: O Autor, 2008.

Fazendo uma análise comparativa entre os 3 cenários, temos:

a) O impacto financeiro será maior nos períodos de estiagens (verão amazônico), ou seja, somente em três meses do ano. No entanto, os custos estimados são relativamente baixos para o setor industrial, uma vez que, não está inserida a cobrança pelo consumo de água;

b) A cobrança PIM para os períodos estiagens deve ser mais onerosa, em virtudes das águas, captadas (aquíferos) ou lançadas (igarapés), está nesta época mais penalizada (zonas mais críticas), onde os aquíferos (as reservas renováveis) estão mais rebaixados e os igarapés com poucos volumes de água que dificultando autodepuração;

c) A relação ao consumo de água, uma empresa de bebidas, neste caso seria beneficiada. De acordo com Santos (2005), em seus estudos realizados junto às grandes cervejarias do Estado de São Paulo, essas apresentam 4 a 7 litros de água por 1 litros de bebida, ou seja, são gastos 500 litros de água para produzir 100 litros de cerveja;

d) Comparando os três cenários hipotéticos descritos para os valores arrecadações da cobrança total (VTC), considerando que existem atualmente instalada no PIM 600 indústrias para os três cenários estabelecido fazendo uma projeção para: O CENÁRIO 1, de 120 indústrias, O CENÁRIO 2, de 90 indústrias e o CENÁRIO 3, como 30 indústrias. Teríamos um recurso financeiro oriundo da cobrança de R\$ 253.328,40, R\$ 352.938,60 e R\$ 125.500,50 por ano, respectivamente. Com uma estimativa de 5 anos resultaria no valor de R\$ 3.658.837,50. Nestes valores adicionados ao custeio do sistema de gestão, financeira o monitoramento ambiental e saneamento dos igarapés, ou seja, seriam as sustentabilidades financeiras que os comitês, órgão gestor e fiscalizador necessitam.

#### 4.4 Elaboração da minuta do Ato Normativo

### SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E O CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

#### MINUTA

RESOLUÇÃO CERH-AM Nº , DE 2018.

*Estabelece critérios de mecanismo de cobrança para o Polo Industrial de Manaus (PIM) pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos que serão utilizados pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM.*

**O CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CERH-AM**, no uso de suas atribuições legais, e nos termos do disposto na Lei Federal no 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que trata da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Estadual no 3.167, de 27 de agosto de 2007, que reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o Decreto Estadual no 28.678, de 16 de junho de 2009;

Considerando o art. 38, §2 e §3, da resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que determina a necessidade de estabelecimento de metas de melhoria da qualidade da água para efetivação do enquadramento dos corpos de água, visando a subsidiar as ações de gestão referentes ao uso de recursos hídricos;

Considerando a necessidade de estabelecimento de metas para efetivação do padrão de qualidade referente ao parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em cursos de água de domínio do Estado do Amazonas, visando a compatibilizar a avaliação dos processos de outorga para diluição de efluentes com a viabilidade técnica e econômica de adequação progressiva das condições de lançamento de efluentes pelos usuários e;

Considerando a necessidade de estabelecer uma normatização complementar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos ao setor industrial do Polo de Manaus, resolve:

## **CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES GERAIS**

**Art.1º** Esta resolução se aplica as indústrias do Polo Indústria de Manaus (PIM) onde exista conectividade entre águas subterrâneas e superficiais.

**Art. 2º** A cobrança pelo uso dos recursos hídricos para o PIM é de o uso de captação e lançamento de diluição de efluente tratado. Não contemplará a cobrança pelo uso de consumo (volume de água que não retorna ao corpo hídrico/água de insumo).

**Art. 3º** Ficam estabelecidos os mecanismos e os valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Amazonas, na área do Polo Industrial de Manaus (PIM), nos termos Anexo I e a II desta deliberação.

## **CAPÍTULO II DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS**

**Art. 4º** O Valor Total da Cobrança (VTC) da indústria que deverá pagar será calculado com base nos usos de recursos hídricos (captação e diluição) a serem efetuados no ano do pagamento, no período compreendido entre 1º de janeiro, ou a data do início da utilização de recursos hídricos para usos implantados durante o ano, até 31 de dezembro, não cabendo retroatividade.

§ 1º O pagamento referido no caput deste artigo poderá ser efetuado em parcela única ou em até 12 (doze) parcelas mensais de igual valor com vencimento no último dia útil de cada mês, sendo que o número de parcelas não poderá ultrapassar o correspondente número de meses apurado no cálculo do Valor Total;

§ 2º Fica estabelecido valor mínimo de cobrança no montante de R\$ 50,00, devendo-se obedecer às seguintes formas de cobrança:

I - Quando o Valor Total da cobrança (VTC) for inferior ao valor Mínimo estabelecido (R\$ 50,00), o montante devido será cobrado do usuário de uma única vez, no ano em que, cumulativamente, atingir o valor Mínimo;

II - Quando o Valor Total da cobrança (VTC) for maior que o valor mínimo estabelecido (R\$ 50,00) e inferior a 2 (duas) vezes o valor mínimo, será efetuada a cobrança de uma única vez;

III - Quando o Valor Total for igual ou superior a 2 (duas) e inferior a 12 (doze) vezes o Valor Mínimo estabelecido (R\$ 50,00), será efetuada a cobrança com número de parcelas inferior a 12 (doze), de tal modo que o valor de cada parcela não seja inferior ao valor mínimo de cobrança.

**Art. 5º** A aplicação do produto da cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Amazonas observará os termos do artigo 26 da Lei Nº 3.167 de 27 de agosto de 2007.

Manaus, XX de XXXXXXXX de 20XX.

REGISTRADA, PUBLICADA, CUMPRA-SE.

Presidente do Conselho Estadual dos Recursos hídricos do Amazonas

## ANEXO I

### VALORES DOS PREÇOS PÚBLICOS UNITÁRIOS DE COBRANÇAS PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS DE DOMÍNIO ESTADUAL PARA O PIM

**Art.1º** Os valores dos preços públicos unitários (*PPU's*) de cobrança pelos o uso de recursos hídricos no PIM são:

Tipo de uso	PPU	Unidade	Valor (R\$)			
			1º ao 36º mês (1º e 3º ano)	37º ao 48º mês (4º ano)	3º ao 60º mês (5º ano)	61º ao 72º mês (6º ano)
Captação de água subterrânea	<i>PPU<sub>cap</sub></i>	m <sup>3</sup>	1,00	1,25	1,50	1,75
Lançamento de carga orgânica	<i>PPU<sub>lanc</sub></i>	Kg de DBO <sub>5,20</sub>	1,25	1,50	1,75	2,00

**Art. 2º** Os valores dos preços unitários (*PPU's*) de cobrança serão alterados conforme a progressividade estabelecida no artigo 1º deste anexo pelo o IPAAM.

Parágrafo Único. Os *PPU's* descritos no caput deste artigo serão devidos pelas indústrias, a partir da implementação da cobrança no PIM, seguindo a progressividade de aplicação abaixo:

- I - 60% dos PUBs, do 1° ao 12° mês após a implantação da cobrança;
- II - 80% dos PUBs, do 13° ao 36° mês, após a implantação da cobrança e;
- III - 100% dos PUBs, a partir do 36° mês, após a implantação da cobrança.

## ANEXO II

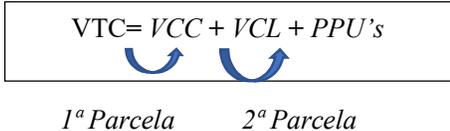
### MECANISMOS DE COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS DE DOMÍNIO ESTADUAL PARA O PIM

**Art. 1º** A cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio estadual na área de atuação do PIM será implementada considerando os seguintes parâmetros:

- a) volume mensal de água captado, que será denotado por “ $Q_{cap}$ ”;
- b) volume mensal de efluente lançado, que será denotado por “ $Q_{Ef}$ ”
- c) Os coeficientes de ponderação de captação, que será denotado por “ $CP_{Cap}$ ”
- d) Os coeficientes de ponderação de lançamento de efluente, que será denotado por “ $CP_{Lanç}$ ”

Parágrafo Único. Os volumes captados, lançados e a carga orgânica lançada, referidos no caput deste artigo serão aqueles que constarem das outorgas de direito de uso de recursos hídricos e das medições mensais efetuadas pelas próprias indústrias realizadas no exercício anterior das informações declaradas no cadastro mantido pelo órgão fiscalizador de recursos hídricos (IPAAM).

**Art. 2º** A cobrança pelo uso de recursos hídricos será feita de acordo com a seguinte equação:

$$VTC = VCC + VCL + PPU's$$


*1ª Parcela*      *2ª Parcela*

Na qual:

$VTC$  = Valor Total a ser Cobrança mensal ( $R\$/mês$ );

$VCC$  = Valor de cobrança mensal pela captação (R\$/mês), tendo variações sazonalidades (período estiagem e chuvoso),

$VCL$  = Valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora (R\$/mês), tendo variações sazonalidades (período estiagem e chuvoso),

$PPU's$  = Preços Públicos Unitários (captação e lançamento)

§1º Considerando os usos de captação e lançamento,  $PPU's$  e os seus coeficientes de ponderação, o Valor Total de Cobrança mensal será a soma das duas parcelas correspondente à Valor de cobrança mensal pela captação e o Valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora;

§2º As variações de sazonalidades para área do PIM são: O período chuvoso, nove meses do ano (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho) e três meses de período estiagem (agosto setembro e outubro).

## DA COBRANÇA Água Subterrânea

**Art. 3º** A cobrança pela captação de água subterrânea será feita de acordo com a seguinte equação:

$$VCC = Q_{cap} \times CP_{cap} (K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7) \times PPU_1$$

*1ª Parcela*

Onde:

$VCC$  = valor total a ser cobrança mensal (R\$/mês) pela captação;

$Q_{cap}$  = é a vazão de captação outorgado mensal (m<sup>3</sup>/mês);

$CP_{cap}$  = é a expressão o multiplicador de preço público unitário para a captação, ou seja, são os coeficientes de ponderação que foram atribuídos pelos os critérios específicos. Sendo assim:

$CP_{cap} = K_1$  (Tipo de usuário -  $K_{TU}$ );  $K_2$  (Tipo de uso -  $K_{Uso}$ );  $K_3$  (Tipo de manancial -  $K_{Mc}$ );  $K_4$  (Característica do Aquífero -  $K_{Aq}$ );  $K_5$  (Reserva explotável -  $K_{Expl}$ );  $K_6$  (Classe -  $K_{Classe}$ ) e  $K_7$  (Sazonalidades-Chuvosa e Estiagem -  $S_{Ksaz.Chu}/S_{Ksaz.Sesti}$ ).

PPU<sub>1</sub> = R\$ 1,00 por m<sup>3</sup> captado

### DA COBRANÇA Água Superficial

**Art. 4º** A cobrança pelo lançamento de carga orgânica será feita de acordo com a seguinte equação:

$$VCL = Q.Ef \times K_{lan\grave{c}} (K_1 \times K_7 \times K_8 \times K_9) \times PPU_2$$

2ª Parcela

$$VCL = Q.Ef \times K_{lan\grave{c}} \times (K_1 \times K_7 \times (K_8 = (K_{EDBO1} \text{ ou } K_{EDBO2} \text{ ou } K_{EDBO3} \text{ ou } K_{EDBO4} \text{ ou } K_{EDBO5})) \times K_9 \times PPU_2$$

Onde:

VCL = Valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora (R\$/mês);

Q.Ef (Vazão Efluente) = Vazão de captação (Qcap) – Vazão de Consumo (Q.con);

CPlanç = Coeficiente ponderação para lançamento de diluição

CP<sub>Lanç</sub> = K<sub>1</sub> (Tipo de usuário - K<sub>TU</sub>); K<sub>7</sub> (Sazonalidades-Chuvosa e Estiagem - S<sub>Ksaz.Chu/SKsaz.Sesti</sub>); K<sub>8</sub> (Eficiência de DBO - K<sub>EfDBO</sub>) e K<sub>9</sub> (Classe do corpo receptor - K<sub>Clas Rep</sub>).

PPU<sub>2</sub> = Preço em Reais por metro cúbico de água diluição de efluente tratado em (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é de R\$ 1,25 por m<sup>3</sup>.

**Art. 5º** Considerando os dispostos dos artigos 3º e 4º, mecanismo de Cobrança para o PIM pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos, baseado na captação e no lançamento de efluente, a seguinte Fórmula Final:

$$VTC = VCC = Q_{cap} \times CP_{cap}(K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7) \times PPU_1 + VCL = Q.Ef \times K_{lan\grave{c}} (K_1 \times K_7 \times K_8 \times K_9) \times PPU_2$$

Onde:

VCL = Valor de cobrança mensal pelo lançamento de carga poluidora (R\$/mês);

Q.Ef (Vazão Efluente) = Vazão de captação (Qcap) – Vazão de Consumo (Q.con);

CPlanç = Coeficiente ponderação para lançamento de diluição

CP<sub>Lanç</sub> = K<sub>1</sub> (Tipo de usuário - K<sub>TU</sub>); K<sub>7</sub> (Sazonalidades-Chuvosa e Estiagem - S<sub>Ksaz.Chu/SKsaz.Sesti</sub>); K<sub>8</sub> (Eficiência de DBO - E<sub>fDBO</sub>) e K<sub>9</sub> (Classe do corpo receptor - K<sub>Clas Rep</sub>).

$PPU_1 = \text{R\$ } 1,00 \text{ por m}^3 \text{ captado}$

$PPU_2 = \text{Preço em Reais por metro cúbico de água diluição de efluente tratado em (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é de R\$ } 1,25 \text{ por m}^3.$

§1º Os Coeficientes Ponderadores ( $CP_{cap}$  e  $CP_{lanç}$ ), definidos para os artigos 3 e 4 estão classificados, com os seus respectivos valores e condicionantes descritos que deverão ser empregados o calcular o Valor Total de Cobrança mensal (VTC):

#### I - Os Coeficientes Ponderadores para captação subterrânea (CP<sub>cap</sub>):

CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS	(CP <sub>cap</sub> )	Valores
	$K_1(K_{TU})$	1,5
	$K_2(K_{Uso})$	1,6
<b>Período Estiagem</b>	$K_3(K_{Mc})$	1,2
Agosto, setembro e outubro,	$K_4(K_{Aq})$	1,6
	$K_5(Expl)$	1,6
	$K_6(K_{Classe})$	1,3
	$K_7(S_{K_{saz.Chu}}/S_{K_{saz.Sesti}})$	6,74
CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS	(CP <sub>cap</sub> )	Valores
	$K_1(K_{TU})$	1,5
	$K_2(K_{Uso})$	1,6
<b>Período chuvoso</b>	$K_3(K_{Mc})$	1,2
Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho.	$K_4(K_{Aq})$	1,6
	$K_5(Expl)$	1,6
	$K_6(K_{Classe})$	1,3
	$K_7(S_{K_{saz.Chu}}/S_{K_{saz.Sesti}})$	0,15

## II - Os Coeficientes Ponderadores para diluição de efluente (CPlanç):

PERÍODO ESTIAGEM			
Agosto, setembro, outubro.			
COEFICIENTES PONDERADORES	CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS	(CPlanç)	Valores
Tipo de Usuário	Indústria	$K_1(K_{TU})$	1,5
Sazonalidade	Verão (Estiagem)	$K_7 (S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}})$	6,74
Classe de uso preponderante do corpo de água receptor	Classe 4	$K_9 (K_{Classe.Rept})$	0,90
Carga orgânica relativa DBO			
		$K_8$ (Eficiência de DBO - $K_{EjDBO}$ )	Valores
Eficiência de redução da carga orgânica relativa DBO <sub>5,20</sub>	> 95% de remoção	$K_{EjDBO} 1$	0,70
	> 90 a ≤95 % de remoção	$K_{EjDBO} 2$	0,80
	> 85 a ≤90 % de remoção	$K_{EjDBO} 3$	0,90
	> 80 a ≤85 % de remoção	$K_{EjDBO} 4$	0,95
	=80 % de remoção	$K_{EjDBO} 5$	1,00
PERÍODO CHUVOSO			
Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho			
COEFICIENTES PONDERADORES	CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS	(CPlanç)	Valores
Tipo de Usuário	Indústria	$K_1(K_{TU})$	1,5
Sazonalidade	Inverno	$K_7 (S_{K_{Saz.Chu}}/S_{K_{Saz.Sesti}})$	0,15
Classe de uso preponderante do corpo de água receptor	Classe 4	$K_9 (K_{Classe.Rept})$	0,90
Carga orgânica relativa DBO			
		$K_8$ (Eficiência de DBO - $K_{EjDBO}$ )	Valores
Eficiência de redução da carga orgânica relativa DBO <sub>5,20</sub>	> 95% de remoção	$K_{EjDBO} 1$	0,70
	> 90 a ≤95 % de remoção	$K_{EjDBO} 2$	0,80
	> 85 a ≤90 % de remoção	$K_{EjDBO} 3$	0,90
	> 80 a ≤85 % de remoção	$K_{EjDBO} 4$	0,95
	=80 % de remoção	$K_{EjDBO} 5$	1,00

§2º As industriais que captam água, para uso em resfriamento, por meio do sistema aberto e independente do processo de produção, onde não ocorra acréscimo de carga de DBO<sub>5,20</sub> entre a captação e lançamento no corpo da água, ou seja, carga poluidora DBO<sub>5,20</sub>=0 kgDBO/m<sup>3</sup>, assim como, não será considerada a realização do consumo. Mais deverá comprovar junto ao órgão fiscalizador (IPPAM). Caso for comprovado serão atribuídos somente à cobrança pelo de uso pela captação

### DAS METAS

Art. 6º São estabelecidos à adoção de metas progressivas obrigatórias de melhoria da qualidade da água deverá ser considerada na análise dos processos de outorga e cobrança para fins de diluição de efluentes em cursos de água do PIM. Poderão ser utilizadas para os demais cursos de água de domínio do estadual, caso o órgão fiscalizador (IPAAM) considerar tecnicamente necessário.

Parágrafo Único. As metas progressivas de melhoria da qualidade da água, acordadas com as indústrias e IPAAM, e constante no documento de outorga, deverão ser cumpridas rigorosamente.

**Art. 7º** As metas progressivas de melhoria da qualidade da água referem-se ao parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) do efluente;

Parágrafo Único – Em casos específicos, a critério do IPAAM, outros parâmetros poderão ser utilizados, desde que justificados tecnicamente. Secretaria de Estado e Meio Ambiente (SEMA) e Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/AM)

**Art. 8º** As metas progressivas para alcance da melhoria da qualidade da água, com prazo máximo total não superior a 10 anos, obedecerão às etapas previstas nos parágrafos abaixo:

§1º - Etapa 1 – alcance de 50% (cinquenta por cento) da Redução da DBO do efluente e/ou de outros parâmetros conforme o parágrafo único do art. 7º, em 1/3 do prazo total estabelecido;

§2º - Etapa 2 – alcance de 75% (setenta por cento) da Redução da DBO do efluente e/ou de outros parâmetros conforme o parágrafo único do art. 7º, em 2/3 do prazo total estabelecido;

§3º - Etapa 3 - alcance de 100% (cem por cento) da Redução da DBO do efluente e/ou de outros parâmetros conforme o parágrafo único do art. 7º, no prazo máximo total.

**I-** A redução da DBO do efluente e/ou de outros parâmetros conforme o parágrafo único do art. 7º será calculado pelo IPAAM de forma a compatibilizar, no ponto de lançamento, a mistura água do igarapé efluente ao padrão de qualidade da classe do corpo receptor.

**II-** A redução da DBO do efluente e/ou de outros parâmetros conforme o parágrafo único do art. 9º será calculado considerando a vazão de diluição outorgável ao requerente conforme metodologia estabelecida na Resolução (CERH-AM nº 01, de 19/07/16).

**III-** O prazo máximo total ao qual se refere §3º do caput será acordado com a indústria

**IV-** O comitê de bacia hidrográfica onde se localiza o corpo de água deverá ser informado previamente pelo IPAAM, de cada negociação de metas progressivas.

**Art. 9º** Em caso de descumprimento das metas progressivas obrigatórias exigidas no documento de cobrança, a indústria estará sujeita a multas, e outras penalidades previstas na legislação estadual.

**Art. 10** As condições de lançamento de efluente para as metas progressivas de melhoria da qualidade da água referem-se ao parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)<sub>5,20</sub> do efluente, compatibilizando a avaliação dos processos de outorga e cobrança para diluição de efluentes, estarão sendo avaliados pelo CONAMA nº.357, de 17 de março de 2005, conforme o Quadro abaixo:

**Quadro - Condições de qualidade de água**

As águas doces em concentração natural	(DBO) <sub>5,20</sub> menor que 1 mg/L O <sub>2</sub>
As águas doces de classe 1	(DBO) <sub>5,20</sub> até 3 mg/L O <sub>2</sub>
As águas doces de classe 2	(DBO) <sub>5,20</sub> até 5 mg/L O <sub>2</sub>
As águas doces de classe 3	(DBO) <sub>5,20</sub> até 10 mg/L O <sub>2</sub>
As águas doces de classe 4	Acima de 10 mg/L O <sub>2</sub>

Fonte: CONAMA nº.357, de 17 de março de 2005.

§1º - As águas que recebem a diluição de efluentes tratado do PIM, estão enquadrados na classe 4, terão com prazo máximo total não superior a 10 anos, para alcançarem a classe 2.

**Das premiações**

**Art. 11** Os investimentos estruturais que as indústrias fizerem para beneficiar as águas das microbacias da área do PIM, deverão favorecer a indústria, reduzindo em até 50% o valor total cobrado anualmente, mediante a devida comprovação de despesas previamente autorizadas pelo IPPAM. Dessa forma, a arrecadação total passível de ser auferida poderá ser escrita da seguinte forma:

$$\text{Cobrança Total} = \text{Cobrança} - K_{Inv}$$

Onde:

*Cobrança Total*: é a arrecadação total nos períodos sazonais, em R\$/ano,

*Cobrança*: é a arrecadação por período sazonal, em R\$/ano;

*K<sub>inv</sub> (R\$/ano)*: é o coeficiente de investimentos em ações na bacia hidrográfica, os quais serão definidos com IPAAM.

**Art. 12** As indústrias que utilizarem técnicas de reuso da água ou aquelas que investem em tecnologia que reduzem o seu consumo. Desde que comprovado junto ao órgão fiscalizador (IPPAM) de recursos hídricos, poderá ter um desconto em sua cobrança. Caso aconteça fica determinado o coeficiente para índice de água de reuso (*K<sub>Reuso</sub>*), conforme o quadro abaixo.

<b>Índice de água de reuso</b>	<b>(<i>K<sub>Reuso</sub></i>)</b>
0-20%	1,0
21-40%	0,95
41-60%	0,90
61-80%	0,85
81-100%	0,80

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O setor industrial do PIM foi definido como objeto central da pesquisa por duas razões principais: é o segundo maior usuário de águas subterrâneas do Estado do Amazonas e utilizam 100% dessas águas durante seus processos industriais (insumo), lançando seus efluentes tratados nos corpos hídricos nas bacias de drenagens urbanas de Manaus, ou seja, as indústrias são usuárias tanto de águas superficiais quanto subterrâneas.

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos para o PIM foi organizada em critérios técnicos com base no fato gerador do princípio usuário-pagador e usuário-poluidor na captação e diluição de efluentes tratados, sendo os balizadores do suporte das ações para justificar as duas cobranças (captação e diluição). Até a presente data constatou-se que a área do PIM possui apenas 63 poços outorgados e 243 em análises junto ao IPAAM.

A cobrança pode não ser entendida pelas indústrias, mas se faz necessária, como resposta à crescente e contínua escassez quanti-qualitativa das águas. As indústrias devem pagar pela captação das águas subterrâneas, independentemente do uso que faz da água, uma vez que, água é de domínio público e dotado de valor econômico.

Sabe-se que o setor industrial é prioritário para o desenvolvimento econômico da região, o que, no entanto, não lhe confere o direito de utilizar as águas subterrâneas de forma irracional ou perdulária, conflitando com outros usos consuntivos e não consuntivos,

É sabido que o setor deverá fazer grande esforço de racionalização do uso da água, em termos de quantidade e, sobretudo de qualidade da água. Não se deve ter o pressuposto que a cobrança pelo uso da água, vai resolver a situação sozinha em caso de conflito de escassez e da poluição. A cobrança deve ajudar a compôr um pacote de instrumento de gestão, ela pode viabilizar as resoluções de gestão, inclusive sob os aspectos arrecadatórios, não se pode espera muito nos primeiros anos, ou década de sua implementação.

Por fim, algumas recomendações devem para futuros trabalhos e até para fins de complementação da proposta de dissertação aqui desenvolvida, a saber:

a) A proposta desenvolvida é particularmente adequada para regiões caracterizadas por escassez hídrica, onde a gestão de recursos hídricos deve se preocupar com o uso “irracional”, principalmente, aos serviços públicos de abastecimento que utilizam águas subterrâneas. Sua aplicação é recomendada, portanto, à Região Metropolitana de Manaus, que já sofre as consequências de conflitos em função de escassez ou de poluição;

b) Os valores dos coeficientes  $K_5$  (*Reserva explotável -  $E_{xpl}$* ),  $K_6$  (*Classe- $K_{Classe}$* ) e  $K_7$  (*Sazonalidades do período estiagem e chuvoso -  $S_{K_{saz.Chu}}/S_{K_{saz.Sesti}}$* ), obtidos neste trabalho podem ser adotados pelos outros usuários de recursos hídricos na cidade de Manaus.

c) Recomenda-se também a revisão da metodologia e valores de cobrança aqui propostos, no mínimo a atualização dos valores a cada 5anos para averiguar as suas correções para tornar a proposta atual muito mais significativa;

d) Os valores arrecadados não devem ir para cofre do tesouro do Estado. Devem compor um fundo específico para fomentar ações estruturais e não estruturais de incentivo ao uso racional da água, onde o CERH/AM e juntamente com as indústrias faça o acompanhamento de todas as suas aplicações;

e) Recomenda-se ainda, destinar os recursos financeiros obtidos a partir da cobrança à aplicação e financiamento de ações de saneamentos dos corpos hídricos superficiais, em que as águas que recebem a diluição de efluentes tratado da área do PIM que possivelmente, estão enquadrados na classe 4, terão com prazo máximo total não superior a 10 anos, para alcançara classe 2, em consonância com o pacto do quadro de metas progressivas para alcance da melhoria da qualidade da água do PIM

f) Recomendam-se outros exercícios de simulação para fins de complementação e aperfeiçoamento desta proposta para futuro decisão dos valores finais que compõem a formulação de cobrança, bem como propor o destino dos montantes arrecadados;

g) Destaca-se a necessidade de estudos mais aprofundados para determinação de coeficientes de investimentos de saneamento, visto que, a sua quantificação, do mesmo modo que ocorre com os preços, nem sempre são realizadas segundo estudos técnicos precisos sendo, por vezes, determinadas através de negociações políticas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - ABAS (2003). **Minimização das consequências da seca no nordeste** Disponível em: <[http://www.abas.org/downloads/SEDE\\_ZERO.PDF](http://www.abas.org/downloads/SEDE_ZERO.PDF)>. Acesso em julho de 2008.

\_\_\_\_\_**ABAS (2008). Educação/Águas subterrâneas, o que são?** Disponível em: <[www.abas.org/educacao.php](http://www.abas.org/educacao.php)>. Acesso em julho de 2008.

\_\_\_\_\_**ABAS (2014). Águas, questão de saúde pública.** Ano 6-Maio/julho. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas>>. Acesso em julho de 2018.

AGUIAR, C. J. B. *et al.* 2002. **Carta Hidrogeológica da cidade de Manaus.** Manaus, CPRM.

AGUIAR, C.J.B (2012). CPRM. **Relatório diagnóstico do Aquífero Alter do Chão no estado do Amazonas Bacia Sedimentar do Amazonas.** Manaus: CPRM, 2012. 6

AGUINAGA, K. F. S. (2007). **Análise Jurídica da Gestão das Águas Subterrâneas no Município de Manaus.** Dissertação de Mestrado em Direito Ambiental. Universidade do Estado do Amazonas- UEA. Manaus-AM.

AMAZONAS. **Lei nº 2.712 de 28 de dezembro de 2001.** DISCIPLINA a Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelece o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: [http://homologaportal.sosma.org.br/projeto/rede-das-aguas/legislacao/lei\\_no\\_2712\\_de\\_28\\_de\\_dezembro\\_de\\_2001](http://homologaportal.sosma.org.br/projeto/rede-das-aguas/legislacao/lei_no_2712_de_28_de_dezembro_de_2001). Acesso em: 26 dez. 2017.

\_\_\_\_\_**Lei 3.167 de 27 de agosto de 2007.** Reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e estabelece outras providências. Disponível em:<[http://www.ana.gov.br/Institucional/aspar/legislacaoEstadosDF/Lei3167\\_07AM.pdf](http://www.ana.gov.br/Institucional/aspar/legislacaoEstadosDF/Lei3167_07AM.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2012.

\_\_\_\_\_**Decreto nº 28.678, de 16 de junho de 2009.** Regulamenta a Lei 3.167 de 27 de agosto de 2007, que reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual. Secretária do Estado do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.meioambiente.am.gov.br/>>. Acesso em 11 dez. 2017.

\_\_\_\_\_**Decreto Estadual nº 25.037 de 01 de junho de 2005.** Estabeleceu a composição do CERH no Estado do Amazonas. Secretária do Estado do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.meioambiente.am.gov.br/>>. Acesso em 11 dez. 2017.

\_\_\_\_\_**Decreto nº 29.249, de 19 de outubro de 2005.** Dispõe sobre a criação do comitê de bacia hidrográfica do rio Tarumã-Açu e o seu regimento interno, e dá outras providências

\_\_\_\_\_ **Deliberação Normativa CERH - AM nº 001/2012, de 29 de novembro de 2012.** Aprova a Reforma do Regimento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas. Manaus: SEMA, 29 de novembro de 2012. p.13.

\_\_\_\_\_ **Lei nº 4.163, de 9 de março de 2015.** Dispõe sobre a estrutura administrativa do Poder Executivo, define os órgãos e entidades que o integram, o seu quadro de cargos de provimento em comissão e funções gratificadas, e dá outras providências. Manaus: Diário Oficial do Estado do Amazonas, 2015. p.1.

\_\_\_\_\_ **Lei nº 4.193, de 22 de junho de 2015.** Altera na forma que especifica a Lei nº 4.163, de 9 de março de 2015, e dá outras providências. Manaus: Diário Oficial do Estado do Amazonas, 2015. p.2.

\_\_\_\_\_ **Resolução CERH-AM nº 01, de 19 de julho de 2016.** Estabelece critérios técnicos a serem utilizados pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas–IPAAM para o processo de análise de pedido de outorga do direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Amazonas. Manaus: Diário Oficial do Estado do Amazonas, 2016. p.23.

\_\_\_\_\_ **Resolução CERH-AM nº 02, de 19 de julho de 2016.** Estabelece critérios e classifica os usos insignificantes de derivação, captação, acúmulo e lançamento de recursos hídricos de domínio do Estado do Amazonas, que são dispensados de outorga. Manaus: Diário Oficial do Estado do Amazonas, 2017. p.5.

\_\_\_\_\_ **Resolução CERH-AM nº 003, de 13 de setembro de 2016.** Dispõe sobre a divisão do Estado do Amazonas, em nove regiões hidrográficas, para fins de gerenciamento de recursos hídricos, e dá outras providências. Manaus: SEMA, 2016. p.6.

\_\_\_\_\_ **Decreto nº 37.412, de 25 de novembro de 2016.** Institui o comitê de bacia hidrográfica do rio Puraquequara e dá outras providências.

\_\_\_\_\_ **Resolução CERH-AM nº 02, de 13 de setembro de 2017.** Aprova o Quadro de Indicadores e Metas do Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas - PROCOMITES, para o Estado do Amazonas.

BRASIL. **Agência Nacional de Águas (2003). Resolução nº 317, de 26 de agosto** - Instituir o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos–CNARH. Brasília: Ed. ANA. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/resolucoesana.aspx>. Acesso em 07 nov. 2016.

\_\_\_\_\_ **Conselho Nacional do Meio Ambiente - Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008.** Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 31 de março de 2017.

\_\_\_\_\_ **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357/2005 de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de

efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em 16 de janeiro de 2018.

**Conselho Nacional de Recursos Hídricos - Resolução CNRH nº 15 de 11 de janeiro de 2001.** Estabelece diretrizes gerais para gestão de águas subterrâneas.:<http://www.cnrh.gov.br/index.php/aguas-subterraneas>: Acesso em 01 de julho de 2018.

**Constituição da República Federativa do Brasil.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao.htm). Acesso em 31 de março de 2017

**Decreto Federal nº 288, 28 de fevereiro de 1967.** Altera as Disposições da Lei Número 3.173, de 6 de Junho de 1957 e Regula a Zona Franca de Manaus. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1960-1969/decreto-lei-288-28-fevereiro-1967-376805-norma-pe.html>. Acesso em: 20 dez. 2017.

**Lei Federal nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. In: MEDAUAR, Odete. (org.). Coletânea de legislação de direito ambiental – Constituição Federal. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005.

**Lei Federal nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: [http://www.in.gov.br/mp\\_leis/leis\\_texto.asp?ld=LEI%209887](http://www.in.gov.br/mp_leis/leis_texto.asp?ld=LEI%209887). Acesso em: 22 dez. 2015.

**Lei Federal nº. 3.173, de 06 de junho de 1957.** Revogada pelo Decreto-Lei nº 288, de 28 de fevereiro de 1967. Cria uma zona franca na cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/676747.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

**Lei Federal nº. 6.662, de 25 de junho de (Revogada pela Lei nº 12.787, de 11/1/2013).** Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-6662-25-junho-1979-366576-norma-actualizada-pl.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2018.

**Lei Federal nº 7.965, de 22 de dezembro de 1989.** Cria Área de Livre Comércio no Município de Tabatinga, no Estado do Amazonas, e dá outra providência. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7965.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7965.htm). Acesso em: 20 dez. 2017.

**Lei Federal nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991.** Dá nova redação ao § 1º do art. 3º aos arts. 7º e 9º do Decreto-Lei nº 288, de 28 de fevereiro de 1967, ao caput do art. 37 do Decreto-Lei nº 1.455, de 7 de abril de 1976 e ao art. 10 da Lei nº 2.145, de 29 de dezembro de 1953, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8387.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8387.htm). Acesso em: 20 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 8.210, de 19 de julho de 1991.** Cria a Área de livre Comércio de Guajará-Mirim, no Estado de Rondônia, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1989\\_1994/L8210.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1989_1994/L8210.htm). Acesso em: 20 dez. 2017.

ARANTES, E. J. (2018). **Águas Subterrâneas.** Apresentação Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/10182865/>. Acesso em: 24 jul. 2018.

CÁNEPA, E. M.; LANNA, J. S. P.; LEÃO, A. E. A Política de Recursos Hídricos e o Princípio Usuário-Pagador (PUP). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.4, p.15, 1999.

CÁNEPA, E. M. (2000). **Fundamentos econômicos – ambientais da cobrança pelo uso dos recursos hídricos.** In: Balarine, O. F. (Org.) Projeto Rio Santa Maria: A cobrança como instrumento de gestão das águas. Porto Alegre - RS: Edipucrs.

CAPUTO, V. M.; RODRIGUES, R.; VASCONCELOS, D. N. N. (1972). **Nomenclatura Estratigráfica da Bacia do Amazonas Histórico e Atualização.** Anais do 26º Congresso Brasileiro de Geologia.

CAPUTO, M. V. (1984). **Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology Nd paleogeography of northern basins of Brazil.** Santa Barbara. Phd (Thesis) University of Califórnia. 583p

CAMPOS, Z. E. S. 1994. **Parâmetros físico-químicos em igarapés de água clara e preta ao longo da BR-174. Entre Manaus e Presidente Figueiredo.** Dissertação de Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais. INPA/UFAM. Manaus, 112p.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. (2002). **Economia dos Recursos Hídricos.** Salvador - BA. Edufba, 458p.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; FERREIRA, P. M. (2003). **Otimização dos recursos hídricos em sistemas de bacia hidrográfica: o caso da bacia do Rio Formoso na Bahia.** Fórum Banco do Nordeste de Desenvolvimento – VII. Encontro Regional de Economia da ANPEC.

CAVALCANTE, I. N. (1998). **Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará.** 153f. Tese (Doutorado em Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

COSTA, W. D. (2010) **Avaliação de Reservas, Potencialidade e Disponibilidade de Aquíferos.** X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Paulo, ABAS, 11

COSTA, W. D; FILHO, J. M; SANTOS, A.C; COSTA FILHO, W. D; MONTEIRO, A. B;

SOUZA, F. J. A. (2010). **Zoneamento de exploração das águas subterrâneas na cidade do Recife – PE.**

CUNHA, P. R. C., GONZAGA, F. G., COUTINHO, L. F. C., FEIJÓ, F. J. Bacia do Amazonas. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, v.8, p.47-55, 1994.

CUNHA, H. B.; PASCOALOTO, D. (2006). **Hidroquímica dos rios da Amazônia. Manaus: Governo de Estado do Amazonas, Secretaria do Estado da Cultura, Centro Cultural dos Povos da Amazônia.** Série Pesquisas, 127p.

DIAS, C. D. (2001). **Estudo físico-químico da água de três igarapés da região do distrito Industrial de Manaus - AM** Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Exatas/Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

DUPRE, B.; GAILLARDET, J.; ROUSSEAU, D.; ALLEGRE, J. (1996). **Major and trace elements of river-borne material: The Congo Basin.** *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60:1301-1321.

DOMENICO, P. A.; SCHWARTZ, F. W. 1998. **Physical and Chemical Hydrogeology.** John Wiley and Sons Inc., New York, EUA, 2ª Ed.

ELIAS, A. S. S.; SILVA, M. S. R. (2001). **Hidroquímica das águas e qualificação de metais nos sedimentos de fundo das Bacias Hidrográficas de área urbana de Manaus que deságuam no Rio Negro.** In: Anais da X Jornada de Iniciação Científica. CNPq/PIBIC/INPA. Manaus.

FERNANDES, F. L. A., COSTA, M. L., COSTA, J. B. S. Registros neotectônicos nos lateritos de Manaus, Amazonas. **Geociências**, v.16, p.9-33, 1997.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. 1998. **Riscos de poluição de águas subterrâneas: uma proposta metodológica de avaliação regional.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS., 5. São Paulo. Anais. São Paulo, ABAS. p.175. 185.

FETTER, C. W. **Applied Hydrogeology.** Merrill Publishing Company, EUA, 3ª Ed.

FREIRE, C. C. (2005). **Metodologia de cobrança pelo uso de água subterrânea.** Gama Engenharia de Recursos Hídrico. Consultoria prestada ao Governo do Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais- SEMARHM. Maceió – AL.

GRANZIERA, M. L. M. (2001). **Direito de águas: disciplina jurídica das águas doces.** São Paulo: Atlas, 2001.

GERBER, L. M. D (2013). **Outorga do Direito de uso da Água. Pelotas:** Disponível em: [www.comiteibicui.com.br](http://www.comiteibicui.com.br). Acessado 06 de janeiro de 2018

GRANZIERA, M.L.M. (2006). **Direito de Águas: Disciplina Jurídica de Águas Doces.** São Paulo. Atlas, 3.ed. 2006.

HIRATA, R.; BASTOS, C. R.; ROCHA, G.; IRITANI, M. A.; GOMES, D. (1991). **Groundwater pollution risk vulnerability map of the Sao Paulo State - Brazil.** *Wat. Sci. Tecn.*, 24: 236 - 246.

HORBE, A. M. C.; GOMES, I. L. F.; MIRANDA S. F.; SILVA, M. S. R. 2005. **Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus – AM.** Acta Amazônica, 35(2): 119–124p.<http://www.clickmacae.com.br/?sec=47ecod=559epag=coluna> Em: 16/07/2008.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017) - **Estimativas Populacionais para os Municípios e para as Unidades da Federação Brasileiros em 01.07.2017.** Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017/default.shtm>. Acesso em: 20 dezembro. 2017.

IGREJA, H. L. S., FRANZINELLI, E. (1990). **Estudos neotectônicos na região do baixo rio Negro –centro-nordeste do Estado do Amazonas.** In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, 1990, Manaus. Anais... Manaus: SBG/NO, v. 5, p. 2099-2108.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Temperaturas Médias Mensais em Manaus de 1961-1990, segundo as Normais Climatológicas do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária.** Disponível em: [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)

LEENHEER, J. A. Origin and nature of humic substances in the waters of the Amazon River Basin. **Acta Amazônica**, v.10, p. 513-526, 1980.

LIMA, H. N. 2001. **Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental.** (Tese de Doutorado). Viçosa: UFV, 176p.

LEOCÁDIO, A. C. P (2016). **Zona Franca de Manaus: Realidade e Perspectivas diante das Transformações do Mercado Internacional.** Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Relações Internacionais pelo Programa de Pós-Graduação em Relação Internacionais da Universidade de Brasília (PPG-IREL).

MANOEL FILHO, J. (1997). **Contaminação das Águas Subterrâneas.** In: Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID - UFPE.

MARQUES, G. F. (2017). **Instrumentos Econômicos para Gestão de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas.** Curso realizado durante o evento da Gestão das Bacias Hidrográficas-Encontrado dos Organismos de Bacia da América Latina (REBOB). Florianópolis- 2017.

MARTINS, J. A. (1976). **Infiltração.** In: PINTO, N. L. S. *et al.* Hidrologia Básica.

MATTA, M.; CAVALCANTE, I., (2015). **Curso da disciplina: Tópicos em Recursos Hídricos e Hidrogeologia.** (UFPA). Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos mestrado. Carga horaria: 60h. (2015)

MEDEIROS, P. C.; RIBEIRO, M. M. R., (2006). **Elasticidade-Preço da Demanda por Água na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.** In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, VIII., 2006. Anais... Gravatá-PE, 2006. 142

NEVES, C. A. O. Prospectos potenciais e áreas prioritárias para exploração na Bacia do Amazonas. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v.4, p.95-103, 1990.

OLIVEIRA, T. C. S. (2002). **Distribuição de metais pesados em sedimentos na região do distrito industrial de Manaus-Am.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Exatas/Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

OLIVEIRA FILHO, J. D. (2004). **Efeitos da cobrança do recurso água sobre agregados da economia brasileira.** Disponível em CD-ROM.

OLIVEIRA, T. C. S.; VIEIRA, D. O. (2007). **Diagnóstico: Recursos Hídricos.** In: Relatório Técnico: Estudo **Diagnóstico Ambiental Rápido** - Novo Remanso.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. (1990). **Economics of Natural Resources and the Environment.** Harvester Wheatsheaf.

PEREIRA, J. S. (2002). **A cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão dos recursos hídricos: da experiência francesa à prática brasileira.** Tese de Doutorado, IPH/UFRGS, Porto Alegre - RS.

POMPEU, C. T (2006). **Legislação de águas para a Amazônia.** II Seminário Água e Sociedade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas UFAM, Núcleo Interdisciplinar de Energia Meio Ambiente e Água - NIEMA, Manaus, 17 mar. 2006.

RIBEIRO, M. M. R. (2000). **Alternativas para a outorga e a cobrança pelo uso da água: Simulação de um caso.** Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul–UFRGS. Porto Alegre – RS.

RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E. Instrumentos regulatórios e econômicos aplicados à gestão das águas e à bacia do Rio Pirapama, PE. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.6, p.41-70, 2001.

RIKER, S. R. L.; LIMA, F. J. C.; MOTTA, M. B (2013). **Argila de Belterra: Sedimentação lacustre pleistocênica na Bacia do Amazonas: In** SBG – Núcleo Norte, Simpósio de Geologia da Amazonia,13, Belém (PA), Resumo expandidos.

RIKER, S. R. L.; LIMA, F. J. C.; MOTTA, M. B.; SILVA, D. P. B (2016). **Geologia e Recursos Hídricos Minerais da Região Metropolitana de Manaus. Programa Geologia do Brasil (PGB). Integração Atualização e Difusão de Dados da Geologia do Brasil.** CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Manaus. 238p

RODRIGUES, T. E. **Solos da Amazônia.** (1996). In: **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado.** Editado por Victor Hugo

ROQUE, W.V. (2006). **Mapeamento Geoambiental da Área Urbana de Manaus-AM**. Dissertação de Mestrado, publicação nº G.DM-145/06, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 162 p.

SANDRONI, P. (Org.). **Novíssimo Dicionário de Economia**. Círculo do Livro. Editora Best Seller. São Paulo. 1999.

SANTOS, M. O. R. M. (2002). **O impacto da cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário**. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro – RJ.

SANTOS, M. S. dos. (2005). **Cervejas e refrigerantes. Processo industrial, resíduos industriais, minimização e prevenção da poluição**. Disponível on-line em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. São Paulo: CETESB

SANTOS, I. N.; HORBE, A. M. C (2007). **Captção de Água Subterrânea na Zona Nordeste da Cidade de Manaus**. Artigo apresentado para obtenção como requisito do título de Especialista em Gerenciamento e Planejamento de Recursos Hídricos pelo programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

SÃO PAULO. **Deliberação CBH-AP/166/2012, de 12-12-2012**. Aprova a proposta para implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo, no âmbito das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos Aguapeí e (UGRHI-20) e Peixe (UGRHI) São Paulo: Diário Oficial do Estado de São Paulo. Seção 1, p. 50. Dia 06/02/213.

**Deliberação CBH-PARDO Nº 229, DE 02-12-2016** Retifica e Ratifica a Deliberação 201, de 01 de agosto de 2014, que “Retirarifica Critérios Técnicos para a Autorização de Perfuração de Poços Tubulares Profundos no Município de Ribeirão Preto.

SERRA, P. N. (2002). **Determinação da Profundidade de Influência da Perturbação Térmica Sazonal Gerada pelo Aquecimento Solar na Região Metropolitana de Manaus**. Dissertação de Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia- UFAM. 120 págs.

SEYLER, P. T.; BOAVENTURA, G. R. Distribution and partition of trace metals in the Amazon basin. **Hidrological Processes**, v.17, p.1345-1361, 2003.

SHILLER, A. M. Dissolved trace elements in the Mississippi River: Seasonal, interannual, and decadal variability. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v.61, p.4321-4330, 1997.

SHAFT CONSULTORIA. **Estudo Hidrogeológico da Cidade de Manaus**: Relatório Final. Manaus: Águas do Amazonas, 2005. v.1.

SILVA, C. L., CARVALHO, J. S., COSTA, S. S., ALECRIM, J. D. (1994). **Considerações sobre neotectonismo na cidade de Manaus (AM) e áreas adjacentes: uma discussão preliminar**. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 38, SBG, Balneário Camboriú (SC). Anais... SBG, v. 2, p. 251-252.

SILVA, C. L.; CROSTA, A.; MORALES, N.; BORGES, M. S.; COSTA, S. S.; HORBE, A. M. C.; RUEDA, J. R. J.; HORBE, M. A. (2003). **Análise morfotectônica da região sudeste de Manaus por meio de modelo tridimensional de terreno**. In: *Simpósio de Geologia da Amazônia*, 8, Manaus.

SILVA, C. L., MORALES, N., CRÓSTA, A. P., COSTA, S. S., JIMENEZ-RUEDA, J. R. Analysis of tectonic-controlled fluvial morphology and sedimentary processes of the western amazon basin: an approach using satellite images and digital elevation model. **Academia Brasileira de Ciências**, v.79, p.693-711, 2007.

SILVA, M. M. A. O (2011). **Simulação da Cobrança pelo Uso da Água Subterrânea**. Dissertação de Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoa - UFAL- UFAM. 152 págs.

SILVA, C. L. (2005) **Análise da Tectônica Cenozóica da Região de Manaus e Adjacências**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual paulista, campus de Rio Claro. Rio Claro (SP), 282 p. PARASNIS, D. S. – 1976 – Geofísica Minera. Paraninfo, Madrid, 376p. 8.

SILVA. L. M. C (2007). **Cobrança pelo uso de Recursos Hídricos para Diluição de Efluentes**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo.

SILVA, M. L.; BONOTTO, D. M. (2000) **Caracterização Hidrogeoquímica na Formação Alter do Chão, Município de Manaus (AM)**. I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas, Fortaleza, ABAS, 20 p.

SILVA JUNIOR, O. BDINI. DA; Z, L. S. (2003). **Simulação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado da Paraíba**. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, Curitiba – PR. Anais em CD-ROM.

SILVA, S. T. (2003). **Aspectos jurídicos da proteção das águas subterrâneas**. Revista de Direito Ambiental. São Paulo, ano 8, nº.32, outubro-dezembro 2003.

SOARES, L. C. (1991). **Hidrografia. Geografia do Brasil - Região Norte. Rio de Janeiro: IBGE**, v.3. 1991. p. 73-121. Sistema de Informação para Gerenciamento Ambiental dos Recursos Subterrâneos na Área de Afloramento do aquífero Guarani no Estado de São Paulo.

SOARES, E. A. A; WAHNFRIED, I.; DINO, R. (2016) Subsurface stratigraphy of the cretaceous-neogene sedimentary sequence of Manaus and Itacoatiara regions, Central Amazon. *Geologia Usp. Série Científica*, v.16, p.23-41, 2016.

SOUZA, L. S. B.; VERMA, O. P. Mapeamento de Aquíferos na Cidade de Manaus/AM (Zonas Norte e Leste) Através de Perfilagem Geofísica de Poço e Sondagem Elétrica Vertical. **Revista de Geologia**, v.19, p.111-27, 2006.

Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa). Disponível em: [http://www.suframa.gov.br/zfm\\_historia.cfm](http://www.suframa.gov.br/zfm_historia.cfm). Acesso em 02/01/2018.

THOMAS, P. T. (2002)- **Proposta de uma Metodologia de Cobrança pelo uso da Água Vinculada à Escassez**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ. Rio de Janeiro-RJ.

UFMSM/UFCG (2008). Universidade Federal de Santa Maria e Universidade Federal de Campina Grande: **Estudos técnicos desenvolvidos e previstos no Plano de Trabalho constante do Projeto: Simulação para aplicação da cobrança em escala real**. Financiadora de estudos e projetos (FINEP) e a Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência (FATEC), com interveniência do Departamento de Recursos Hídricos (DRH) da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA-RS) e participação do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria (CGBHSM).

KELMAN, J. (1997). **Gerenciamento de recursos hídricos: outorga e cobrança**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12. Anais... Vitória.

VIERA, L. S. (1975). **Manual da Ciência do Solo. São Paulo**. Ed. Agronômica Céres. Pág. 381-440. 1975. 103

VIERS, J.; DUPRE, B.; POLVE, M.; SCHOTT, J.; DANDURAND, J. L.; BRAUN, J. J. Chemical weathering in the drainage basin of the tropical watershed (Nsimi-Zoetele site, Cameroon): comparison between organic-poor and organic-rich waters. **Chemical Geology**, v.140, p.181-206, 1997.

## 7. APÊNDICES

### 7.1 Apêndice 1 (Relação das empresas com projeto plenos aprovados pela a SUFRAMA)

Subsetor -“Bebidas Não Alcoólicas e Seus Concentrados”			
1	Amacon – Amazonas Bebidas e Concentrados Ltda	17	Mafla Flavors Indústria de Concentrados Ltda
2	Amazon Refrigerantes Ltda	18	Matprim Solutions, Fabricação de Refrescos Concentrados Ltda
3	Arosucos Aromatizados e Sucos S/A	19	Natural Sabores Indústria e Comércio de Concentrados Ltda
4	Bebidas Monte Roraima Ltda	20	Naturex Ingredientes Naturais Ltda
5	Best Flavors Concentrados da Amazônia Ltda	21	Nidala da Amazônia Ltda
6	Brasfanta Indústria e Comércio Da Amazônia Ltda	22	Pepsi-Cola Industrial da Amazônia Ltda
7	Brasil Kirin Logística e Distribuição Ltda	23	Polyaromas Preparados e Extratos Ltda
8	Cíbea Manaus – Concentrados da Amazônia Ltda	24	Rai Concentrados da Amazônia Ltda
9	Concentrado Paraná Ltda	25	Real Bebidas da Amazônia Ltda
10	Concentre Indústria e Comércio Ltda	26	Recofarma Indústria do Amazonas Ltda
11	Dr Concentrados de Alimentos da Amazônia Ltda	27	Sabores Vegetais do Brasil Ltda
12	Fruts Indústria de Concentrados da Amazônia Ltda	28	Sweetmix Aromatizantes da Amazônia Ltda
13	Hvr-Concentrados da Amazônia Ltda	29	Tholor do Brasil Ltda
14	Inca Indústria de Concentrados de Bebidas Da Amazônia Ltda	30	Wild Amazon Flavors
15	J. Cruz Indústria e Comércio Ltda	31	Concentrados e Corantes para Bebidas Ltda
16	Kerry Da Amazônia Ingredientes e Aroma Ltda		
Subsetor “Couro, Peles e Produtos Similares” Obs.: Nenhuma Empresa Em Atividade			
Subsetor “Editorial e Gráfico”			
1	Amazon Etiquetas Ind. e Com. Ltda	8	Indústria de Manuais, Ed. e Bem. De Microondulados da Amazônia Ltda
2	Bureau Comercial Ltda	9	Leonora Indústria e Comércio de Papéis Ltda
3	Corprint da Amazônia Gráfica e Editora Ltda	10	Novo Tempo Editora Gráfica Ltda
4	Gráfica e Editora Silva Ltda	11	Six Label Indústria Gráfica da Amazônia Ltda
5	Gráfica Ziló Ltda	12	Sonopress Rimo Ind. e Com. Fonog. Ltda
6	Grafisa Gráfica e Editora Ltda	13	W. H. B. do Brasil Ltda
7	Impram – Indústria Gráfica Ltda		
Subsetor “Material Elétrico, Eletrônico e de Comunicação”			
Polo “Componentes”			
1	A. C. R Componentes Eletrônicos da Amazônia Ltda	23	JFL da Amazônia Fabricação de Componentes Eletrônicos Ltda
2	Britania Componentes Eletrônicos Ltda	24	Link da Amazônia Ltda
3	Brascabos Componentes Elétricos e Eletrônicos da Amazônia Ltda	25	N T Indústria de Componentes Eletrônicos da Amazônia Ltda
4	Cal-Comp. Ind. e Com. de Eletrônicos e Informática Ltda	26	PAM Indústria de Plásticos Injetados Ltda
5	Coelmatic Ltda.	27	Placibrás da Amazônia Ltda
6	Componel Indústria e Comércio Ltda	28	R. C. A da Amazônia Ind. Com. Comps. Elétricos e Eletrônicos Ltda
7	Densam da Amazônia Indústria Eletrônica Ltda	29	Santa Terezinha– Indústria de Isoladores da Amazônia Ltda
8	Digiboard Eletrônica da Amazônia Ltda	30	SET do Brasil Ltda
9	Digicabo da Amazônia Ltda	31	Smartrac Tecnologia Ind. e Com. da Amazônia
10	Digitron da Amazônia Indústria e Comércio Ltda	32	Sony Plásticos da Amazônia Ltda
11	FIH do Brasil Ind. e Comércio de Eletrônicos Ltda	33	Steck da Amazônia Indústria Elétrica Ltda

12	Ilexcables Da Amazônia Indústria e Comércio de Cabos e Fios Ltda	34	Stetsom da Amazônia Indústria e Comércio Ltda
13	Flex Imp. Exp. Ind. Com. de Máquinas e Motores Ltda	35	Terra Indústria da Amazônia Ltda
14	Flexstíl Indústria e Comércio de Componentes Eletrônicos Ltda	36	Tomatec Fabrica de Produtos Elétricos Ltda
15	GBR Componentes da Amazônia Ltda	37	Tpv do Brasil Indústria de Eletrônicos Ltda
16	GKeB Indústria de Componentes da Amazônia Ltda	38	Transire Fabricação de Componentes Eletrônicos Ltda
17	G S I da Amazônia Ltda	43	2N Indústria de Capacitores Ltda
18	Harman da Amazônia Indústria Eletrônica e Participações	39	Unicoba da Amazônia Ltda
19	Hmb Indústria e Comércio Ltda	40	Universal Componentes da Amazônia Ltda
20	I-Sheng Brasil Ind. e Com. de Componentes Eletrônicos Ltda	41	Vezzano Indústria e Comércio de Componentes Eletrônicos Ltda
21	Jabil do Brasil Indústria Ltda-Filial	42	Visiontec da Amazônia Ltda
22	Jabil Industrial do Brasil Ltda		
	<b>Polo “Produtos Elétricos, Eletrônicos e de Comunicação Exclusive Maquinas Copiadoras e Similares”</b>		
1	Amz Midia Industrial S.A	36	Orbinova Ind. Com. Imp. Exp. de Comps. e Equip. Eletrônicos da Amazônia Ltda
2	Avglobal Indústria de Equipamentos Eletrônicos Ltda	37	PACE Brasil – Indústria Eletrônica e Comércio Ltda
3	Brasilsat Harald S.A	38	Palladium Energy Eletrônica da Amazônia Ltda
4	Brasitech Ind. e Com. De Aparelhos Para Beleza Ltda	39	Panasonic do Brasil Ltda
5	Bravvatech Indústria e Comércio de Componentes Eletrônicos Ltda	40	Philco Eletrônicos Ltda Philips do Brasil Ltda
6	Canon Indústria de Manaus Ltda	41	Pioneer do Brasil Ltda
7	Cemaz Indústria Eletrônica Da Amazônia S.A	42	Pioneer Yorkey do Brasil Ltda
8	Continental Indústria e Comércio Automotivos Ltda	43	Positivo Informática da Amazônia Ltda
9	Digibras Indústria Brasil Ltda	44	Procomp Amazônia Indústria Eletrônica S.A
10	Dixtal Biomédica Indústria e Comércio Ltda	45	PST Eletrônica S/A
11	Dowertech Da Amazônia Indústria de Instrumento Eletrônicos Ltda	46	Qualitech Ind. E Com. E Representações Ltda
12	Electrolux da Amazônia Ltda – Filial	47	Sagemcom Brasil Comunicações Ltda
13	Elo Eletrônica Amazônia Ltda	48	Salcomp Industrial Eletrônica da Amazônia Ltda
14	Elsys Equipamentos Eletrônicos Ltda	49	Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda
15	Envision Ind. De Produtos Eletrônicos Ltda	50	Sat Bras Indústria Eletrônica Da Amazônia Ltda
16	Evadin Indústrias Amazônia S.A	51	Semp Toshiba Amazonas S.A
17	Foxconn Moebg Ind. de Eletrônicos Ltda	52	Siemens Eletroeletrônica S/A – Filial
18	Futura Tecnologia Ind. e Com. De Prods. Eletrônicos da Amazônia Ltda.	53	Sondai Eletrônica Ltda
19	Giga Indústria e Comércio de Produtos de Segurança Eletrônica S.A	54	Sonopress Rimo Ind. Com. Fonográfica S/A
20	Gibson Innovations Do Brasil Indústria Eletrônica Ltda	55	Sony Brasil Ltda
21	Gtk Indústria E Comércio De Produtos Eletrônicos Ltda	56	Sony Dadc Brasil Ind. Com. e Distribuição Vídeo-Fonográfico Ltda
22	Importadora, Exp E Indústria Jimmy Ltda	57	Superior da Amazônia Ltda
23	Indústria Reunidas Vitória Régia Ltda	58	Tecplam Indústria Eletrônica Ltda
24	Intelbras S/A Indústria de Telecomunicação	59	Tectoy S.A
25	Eletrônica Brasileira	60	Technicolor Brasil Midia e Entretenimento Ltda
26	Intelcav Cartões Ltda	61	Trony Ind. e Com. de Produtos Eletrônicos da Amazônia Ltda
27	Jabil Do Brasil Ind. Eletroeletrônica Ltda	62	Trópico Sistemas e Telecomunicações da Amazônia Ltda
28	JFL da Amazônia Fabricação De Componentes Eletrônicos Ltda	63	UEI Brasil Controles Remotos Ltda
29	LG Electronics do Brasil Ltda – Filial	64	Videolar S.A
30	Mastercoin da Amazônia Ind. E Com. de Eletro-Eletrônico Ltda	65	Videolar S.A - Filial
31	Microsoft Mobile Tecnologia Ltda	66	Visteon Amazonas Ltda
32	Mk Eletrodomésticos Mondial S.A	67	Vórtice Tecnologia Em Projetos Eletrônicos Ltda

33	Ncr Brasil – Indústria de Equipamentos Para Automação Ltda	68	Woox Provatons Indústria Eletrônica Ltda
34	Noritsu do Brasil Ltda	69	Yomasa da Amazônia Ltda
35	Novodisc Midia Digital da Amazônia Ltda		
<b>Polo “Máquinas Copiadoras e Similares”</b>			
1	Ativa Indústria Comércio e Importação Ltda	4	Konica Minolta Business Solutions Do Brasil Ltda
2	Icta Industrial, Comercial de Impressoras E Tec. Da Amazônia Ltda	5	Microservice Tecnol. Digital da Amazônia Ltda
3	Iita Indústria De Impressoras Tecnológicas Da Amazônia Ltda.	6	Eprosystem Da Amazônia Produtos Reprográficos Ltda
<b>Subsetor “Madeira”</b>			
1	IPA– Indústria de Pisos Da Amazônia Ltda	3	Mil Madeiras Preciosas Ltda
2	Laminados Triunfo Ltda	4	Portela Indústria e Comércio De Madeiras
<b>Subsetor “Mecânico”</b>			
<b>Polo Relojoeiro</b>			
1	Chronos Indústria e Comércio Ltda	7	Séculus Da Amazônia Indústria E Comércio S.A
2	Citizen Watch do Brasil S/A	8	Rodana Relógios S.A
3	Cmc Amazonia Indústria e Comércio de Óculos e Relógios Ltda	9	Séculus da Amazônia Indústria e Comércio S.A
4	Magnum Indústria da Amazônia Ltda	10	Technos da Amazônia Ind. e Comércio Ltda
5	Orient Relógios Da Amazônia Ltda	11	Touch da Amazônia Ind. e Com. De Relógios Ltda
6	Rodana Relógios S.A	12	Yongfeng Chen
<b>Outras Empresas do Subsetor Mecânico</b>			
1	Brudden da Amazônia Ltda	14	Leakless Do Brasil Ltda
2	Climazon Industrial Ltda	15	Mitsuba Do Brasil Ltda
3	Daikin Ar Condicionado Amazonas Ltda	16	Musashi da Amazônia Ltda
4	Denso Industrial da Amazônia Ltda	17	Polo Norte Ind. E Com. de Refrigeração Ltda
5	Eletrolux da Amazônia Ltda	18	Refrex Amaz. Ind. E Com. de Componentes De Refrigeração Ltda
6	Elgin Industrial da Amazônia Ltda	19	Robertshaw Soluções de Controles da Amazônia Ltda
7	Fcc Do Brasil Ltda	20	Royal Max do Brasil Ind. e Com. Ltda
8	Genis Equipamentos De Ginástica Ltda	21	Universal Fitness da Amazônia Ltda
9	Gree Electric Appliances Do Brasil Ltda	22	Ventisol da Amazônia Ind. de Aparelhos Elétricos Ltda
10	Hitachi Ar Condicionado Do Brasil Ltda	23	Voith Hydro da Amazônia Ltda
11	Indústria De Transformadores Amazonas Ltda	24	Weg Amazônia S/A
12	Kma Fabricação E Com. De Aparelhos De Refrigeração Ltda	26	Whirlpool Eletrodomésticos Am S.A
13	Keihin Tecnologia Do Brasil Ltda		
<b>Subsetor Metalúrgico</b>			
1	Aço Amazonense Indústria e Comércio de Ferro E Aço Ltda	26	Metalfino da Amazônia Ltda
2	Aços da Amazônia Ltda	27	Metalúrgica Magalhães Ltda
3	Alumínio Aplicado Ltda	28	Metalúrgica Marlin S.A Ind. Com. Imp. E Exportação
4	Amazon Aço Indústria E Comércio Ltda	29	Metalúrgica Marlin S.A Ind. Com. Imp. E Exportação - Filial
5	Arosuco Aromatizadoss e Sucos S/A	30	Metalúrgica Sato da Amazônia Ltda
6	Carboquímica da Amazônia Ltda	31	Metalúrgica Sete de Setembro Da Amazônia Ltda
7	Ciala da Amazônia Refinadora de Metais Ltda	32	Mg Gold Indústria Da Amazônia Ltda
8	Coimpa Industrial Ltda	33	Montana Indústria De Peças Metálicas Eireli
9	Cometais Indústria E Comercio De Metais Ltda	34	Moss Quatro M Ltda
10	Componel Indústria E Comércio Ltda	35	Norteferro Indústria e Comércio de Ferro Ltda
11	Crown Embalagens Metálicas Da Amazônia S/A	36	R. A Indústria de Metal e Componentes Ltda
12	Duque Indústria Do Amazonas Ltda	37	Reflect Indústria e Comércio Ltda

13	Envases Da Amazônia Indústria De Embalagens Metálicas Ltda	38	Rexam Amazônia Ltda
14	Fermazon Ferro E Aço Do Amazonas Ltda	39	Sawem Usinagem da Amazônia Ltda
15	Fergel – Indústria De Ferro E Aço Ltda - Filial	40	Scorpios Da Amazônia Ltda
16	Gerdau Aços Longos S.A	41	Sodécia Da Amazônia Ltda.
17	Gerdau Comercial De Aços S/A	42	Solteco Tenologia De Corte Ltda
18	Hissa Abraham e Cia. Ltda	43	TDC Indústria De Ferramentas Do Amazonas Ltda
19	Ifer Da Amazônia Ltda	45	Tecal Alumínio Da Amazônia Ltda
20	Incotokio Indústria E Comércio Tokio Ltda	46	Tecnokawa Da Amazônia Ltda
21	Industria E Comércio De Ferro Rebelo Ltda	47	Tellerina Com. Repres. E Arts. de Decoração Ltda
22	Indústrias Esplanada Ltda	48	TP Indústria de Aço Ltda
23	Mais Aço Indústria E Comércio De Ferro Ltda	49	TSE Indústria De Artefatos Estampados De Metal Ltda
24	Mangels Componentes Da Amazônia Ltda	50	Wallen Usinagem E Ferramentas de Corte Ltda
25	Metalbom – Comercio De Ferramentas Da Amazônia Ltda	51	Wapmetal Componentes Metálicos E Automação Ltda
<b>Subsetor “Minerais Não Metálicos”</b>			
1	Amazon Sand Ind. E Com. de Areia De Fundação	4	Itautinga Agro Industrial S/A
2	Amazon Temper– Indústria, Comércio e Serviços Ltda	5	Loja Dos Espelhos Ltda
3	D P Indústria e Comércio de Vidros Ltda	6	Saint-Gobain Do Brasil Prod. Industriais E Para Construções Ltda
<b>Subsetor “Mobiliário”</b>			
1	Amazon Motion do Brasil Eireli	5	FCM– Fábrica De Colchões e Móveis Ltda
2	Esplanada Indústria e Comércio Colchões Ltda	6	Pelmex da Amazônia Ltda
3	Euromanus Indústria e Comércio de Móveis Ltda	7	SMARJ Indústria e Comércio da Amazônia Ltda
4	Fabril Romana Ltda		
<b>Subsetor “Papel, Papelão e Celulose”</b>			
1	Amazon Multilog Ltda	10	Jaks Indústria e Comércio de Papel Ltda.
2	Copag da Amazônia S.A	11	Labelpress Ind. E Com. da Amazônia Ltda
3	Emas Empresa de Embalagens Moldadas da América do Sul Ltda	12	Label Packing Indústria de Embalagens da Amazônia Ltda
4	GkeB Eco Indústria de Embalagens Ltda	13	Orsa International Paper Embalagens da Amazônia Ltda
5	Hevi Embalagens da Amazônia Ltda	14	Placibrás a Amazônia Ltda
6	Hibrapel Manaus Indústria E Comércio de Tubos de Papel Ltda	15	Scorpion Ind. E Com. De Prods. Em Poliuretano E Embalagens Ltda
7	Ibrapem – Ind. Brasileira de Papéis E Embalagens Ltda	16	Sonoco do Brasil Ltda
8	Impressora Amazonense Ltda	17	Sovel da Amazônia Ltda
9	Indústria de Papel Sovel da Amazônia Ltda		
<b>Subsetor “Produtos Derivados Da Borracha”</b>			
1	Celta Indústria E Comércio de Fitas e Abrasivos Ltda.	4	Nichibras Amazônia Ind. E Com. de Artefatos Plásticos Ltda
2	Fabor Componentes Da Amazônia Ltda	5	Yasufuku Polimeros Do Brasil Ltda
3	Neotec Indústria E Comércio De Pneus Ltda		
<b>Subsetor “Produtos Alimentícios”</b>			
1	Ammac Indústria E Comércio de Alimentos Ltda	4	Mikitos Ind. E Com. de Gens. Alimentícios do Amazonas Ltda
2	Glacial Indústria E Comércio de Sorvetes Ltda	5	Ocrim S/A Produtos Alimentícios
3	Indústria De Laticínios da Fazenda Ltda	6	P. R. F Lopes Agroindústria e Comércio - Me
<b>Subsetor “Produtos Químicos E Farmacêuticos”</b>			
1	Aditex Ind. E Com. De Aditivos Químicos Ltda	14	Magama Industrial Ltda
2	Alent Brasil Soldas Ltda	15	Mikrotoner Química da Amazônia Ltda
3	Alva Da Amazônia Indústria Química Ltda	16	Nitriflex da Amazônia Indústria E Comércio Ltda
4	Amazon Ervas – Laboratório Botânico Ltda	17	Novamed Fabricação De Produtos Farmaceuticos Ltda
5	Benfica Ind. De Periféricos Para Informática e Impressão Ltda	18	Perfabril Amazonas Indústria E Comércio Ltda

6	Carboman – Gás Carbônico De Manaus Ltda	19	Pronatus Do Amazonas Ind. E Com. De Prods. Farm.-Cosméticos Ltda
7	Ceras Johnson Ltda	20	Rubi Da Amazônia Indústrias Químicas Ltda
8	D.D. Williamson Do Brasil Ltda	21	Rubi Da Amazônia Indústrias Químicas Ltda - Filial
9	Derpac Da Amazônia Ind. E Com. Ltda	22	3m Manaus Indústria De Produtos Químicos Ltda
10	Henkel Ltda	23	TWU Toner Do Amazonas Ltda
11	Hisamitsu Farmaceutica do Brasil Ltda	24	U.S. Comercial Da Amazônia Ind. E Com. de Suprimentos De Informática
12	Horos Química da Amazônia Ltda	25	White Martins Gases Industriais Do Norte Ltda
13	Ipes Ind. de Produtos E Equip. de Solda Ltda	26	White Solder Da Amazônia Ltda
Subsetor “Produtos das Matérias Plásticas”			
1	A Alves De Souza	42	Madeforming Industrial De Plásticos Ltda
2	Alfatec Indústria E Comércio Ltda	43	Manuli Da Amazônia Indústria De Embalagens Ltda
3	Amaplast Amazonas Plástico Ltda	44	Marfel Indústria E Comércio De Plásticos Ltda
4	Amazonreci Reciclagem Ltda - Epp	45	Masa Da Amazônia Ltda
5	Amazon Refrigerantes Ltda	46	M B Barroso Da Silveira - Me
6	Amazon Tape Ind. E Com. De Fitas Adesivas Ltda	47	Mega Pack Plásticos S.A
7	Ancor Embalagens da Amazônia S.A	48	Metalma Da Amazônia S/A
8	América Tampas Da Amazonia S.A	49	Nacional Filme Da Amazônia Indústria S/A
9	Araforros Pvcell Indústria E Comércio Ltda	50	Nandaplast Fabricação De Embalagens Matyerial Plástico Ltda
10	Avanplas Polímeros Da Amazônia Ltda	51	Orion Indústria De Plásticos Ltda Plástape Indústria De Fitas E
11	Brasalpla Amazônia Indústria De Embalagens Ltda	52	Plásticos Ltda
12	Brasilpacking Embalagens Plásticas Ltda	53	Plásticos Manaus Ltda
13	Challenger Da Amazônia Ind. de Peças Para Veículos Automotores Ltda	54	Plastipak Packaging Da Amazônia Ltda
14	City Plastik Ind. E Com. de Plástico Ltda	55	PMI South América Indústria De Plástico Ltda
15	Colortech Da Amazônia Ltda	56	Polynorte Ind. E Com. De Embalagens Ltda
16	Componel Indústria E Comércio Ltda	57	Prestige Da Amazônia Ltda
17	Coplast – Ind. E Com. De Resíduos Plásticos Ltda	58	Prismalite Importação, Exportação E Indústria De Filmes Opticos Ltda
18	Copobras Da Amazônia Industrial De Embalagens Ltda	59	Procoating Industrial De Laminado Da Amazônia Ltda
19	Cristal Indústria De Plásticos Da Amazônia Ltda	60	PT Indústria De Embalagens Plásticas Ltda
20	Ecofibra Ind. E Com. De Compositos Ltda	61	R.S. Indústria E Comércio De Plásticos Ltda
21	Ecopack Embalagens Recicláveis Ltda	62	R e B Plásticos Da Amazônia Ltda
22	Empresa Amazonense De Plásticos Ltda	63	Rafiam Indústria E Comércio De Embalagens Da Amazônia Ltda
23	ENPLA Manaus Indústria De Plásticos Ltda	64	Ravibras Embalagens Da Amazônia Ltda
24	F.M.B. Simões Indústria De Embalagens Eirele	65	Replásticos Indústria E Comércio Ltda
25	Fitas Flax Da Amazônia Ltda	66	Rhema Films Ind, E Com. De Películas Solares Ltda
26	Formapack Embalagens Plásticas Ltda.	67	SFPK Polímeros Plásticos Da Amazônia Ltda
27	Foxconn Do Brasil Ind. E Comércio De Eletrônicos Ltda – Filial	68	SGN Indústria Plástica Eireli - Epp
28	Gelocrim Indústria E Comércio De Gelo Ltda	69	Silver Indústria E Comércio De Acessórios Para Construção Civil Ltda
29	Greif Embalagens Industriais Do Amazonas Ltda	70	Springer Plásticos Da Amazônia S.A
30	Híbrida Indústria De Materiais Termoplásticos Ltda	71	Tainan Indústria E Comércio Ltda
32	Industrial Oriente de Polímeros Ltda	73	Termotécnica Da Amazônia Ltda
33	Isoamazon – Indústria Comércio De Artefatos Plásticos Ltda- Epp	74	Tesa Brasiltda
34	Knauf Isopor Da Amazônia Ltda	75	Tetraplast Da Amazônia Industrial Ltda
35	Korettech Embalagens Da Amazônia Ltda	76	Thoten Pac Ind. Com. Imp. Exp. Ltda
36	Krafoam da Amazônia Indústria de Embalagens Ltda	77	Tracajá – Indústria Plástica Ltda
37	Lanaplast Indústria da Amazônia Ltda	78	Tutiplast Indústria E Comércio Ltda
38	Lest Plast Indústria E Comércio De Reciclados Ltda	79	Valfilm Amazônia Indústria E Comércio Ltda

39	Lite-On Mobile Indústria E Comércio De Plásticos Ltda	80	Videolar S.A – Filial
40	Locomotiva Da Amazônia Ind. E Com. Textéis Industriais Ltda	81	Yamada-Lom Fabricação De Artefatos De Materia L Plástico Ltda
41	M. Agostini Indústria De Plástico Ltda		
<b>Subsetor “Produtos Têxteis”</b>			
1	Brasjuta da Amazônia S/A Fiação, Tecelagem e Sacaria	2	Empresa Industrial e Juta S.A
<b>Subsetor “Vestuário, Calçados, Artigos De Tecidos E De Viagem”</b>			
1	All Fama Industrial S.A	3	Escossio Indústria De Confeções Ltda-Me
2	BDS Confeções Ltda		
<b>Subsetor “Materiais De Transporte”</b>			
<b>Polo “Duas Rodas”</b>			
1	Bendsteel Da Amazônia Ind. E Com. de Estamparia De Metais Ltda.	22	Metalúrgica De Tubos De Precisão Da Amazônia Ltda
2	Bike Norte Fabricação De Bicycletas S/A	23	Motocargo Comércio De Triciclo Ltda
3	Bramont Montadora Industrial E Comercial de Veículos Ltda	24	Moto Honda Da Amazônia Ltda
4	Caloi Norte S.A	25	Moto Traxx Da Amazônia Ltda
5	Corneta Indústria De Autopeças Da Amazônia Ltda	26	Movile Indústria Metalplástica Ltda
6	CR Zongshen Fabricadora de Veículos S/A	27	MTD Motor Da Amazônia S/A
7	Dafra Da Amazônia Ind. E Com. De Motocicletas Ltda	28	Nippon Seiki Do Brasil Ltda. Nissin Brake Do Brasil Ltda
8	Daido Indústria De Correntes Da Amazônia Ltda	29	Ox Da Amazônia Indústria De Bicycletas Ltda
9	Facomsa Da Amazônia Ltda	30	Prince Bike Norte Ltda
10	Federal Mogul Indústria De Autopeças Ltda	31	SGN Indústria Plástica Eireli - Epp
11	Haobao Motor do Brasil Ltda	32	SGW Imp. E Com. De Dispositivos Para Locomoção Individual Ltda
12	Harley-Davidson do Brasil Ltda	33	Sakura Exhaust do Brasil Ltda
13	Honda Componentes da Amazônia Ltda	34	Sense Indústria de Bicycletas da Amazônia Ltda
14	Honda Lock do Brasil Ltda	35	Showa do Brasil Ltda
15	HTA Indústria E Comércio Ltda	36	Sumidense Da Amazôniaindustrias Elétricas Ltda
16	J. Toledo Componentes Peças E Acessorios da Amazônia Ltda	37	Tecway da Amazônia Indústria e Comércio Ltda
17	J. Toledo Suzuki Motos Do Brasil Ltda	38	Triumph – Fabricação De Motocicletas De Manaus Ltda
18	Kawasaki Motores do Brasil Ltda	39	Voldi Indústria E Comércio De Artefatos Plásticos Ltda
19	Kawasaki Componentes da Amazônia Ltda	40	Yamaha Componentes Da Amazônia Ltda
20	Kostal Da Amazônia Ind. E Com. De Auto Peças Ltda	41	Yamaha Motor Da Amazônia Ltdat
21	Mann + Hummel Brasil Ltda	42	Yamaha Motor Electronics Do Brasil Ltda
<b>Polo Naval</b>			
1	Barbosa Reparos Navais Ltda	5	Eram Estaleiro Rio Amazonas Ltda
2	Bertolini Construção Naval Ltda	6	Nilo Tavares Coutinho S.A
3	Cruiser Marine Indústria Náutica Ltda	7	Ventura Mar Indústria E Comércio De Embarcações Ltda
4	Erin Estaleiros Rio Negro Ltda		
<b>Subsetor “Construção”</b>			
1	Amazonpostes Indústria De Artefatos De Concreto Ltda	3	Konkrex Engenharia De Concreto Ltda
2	Itaporanga Artefatos de Concreto Ltda	4	Premol Fabricação De Artefatos De Concreto E Loc. De Serviços Ltda
<b>Subsetor Diversos</b>			
<b>Polo Ótico</b>			
1	Essilor Da Amaz. Ind. E Com. Ltda		
<b>Aparelhos, Equip. E Acessórios Fotográficos</b>			
1	A G R Produtos Fotográficos Ltda	3	Fujifilm Do Brasil Ltda
2	Fujifilm a Amazônia Ltda		
<b>Polo Isqueiros, Canetas E Barbeadores Descartáveis.</b>			

1	A. W. Faber-Castell Amazônia S.A	4	Procter e Gamble Do Brasil S.A
2	Armor Brasil Ind. E Com. De Fitas Para Impressão Ltda	5	Swedish Match Da Amazônia S.A
3	Bic Amazônia S/A		
<b>Polo “Brinquedos” Exceto Os Eletrônicos</b>			
1	Astro Toys Comercial De Brinquedos Ltda	3	Masa Da Amazônia Ltda
2	Bangtoys Do Brasil Ind. de Brinquedos e Comércio Ltda		
<b>Outras Empresas do Subsetor Diverso</b>			
1	Amazônia Beneficiadora, Ind. E Com. De Metais Ltda-ME	5	Natal Da Amazônia Ind. E Com. De Artefatos De Plásticos Ltda
2	Fabril – Ind. De Abrasivos E Lixas Ltda	6	Saldanha Rodrigues Ltda
3	IPA – Indústria De Pisos Da Amazônia Ltda.	7	Sobral Invicta Da Amazônia Indústria De Plásticos Ltda
4	JR Comércio De Artefatos Metálicos Ltda	8	União Técnica De Abrasivos Ltda

Fonte: SUFRAMA (2017).





