



INSTITUTO FEDERAL  
Fluminense  
Campus Macaé

MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
*MODALIDADE PROFISSIONAL*

PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA PARA PROJEÇÃO DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL HÍDRICA

NEEMIAS ROZA FERNANDES

MACAÉ-RJ

2018

NEEMIAS ROZA FERNANDES

PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA PARA PROJEÇÃO DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL HÍDRICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – IFFluminense, *Campus* Macaé, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, área de concentração em Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Avaliação, Gestão e Conservação Ambiental.

**Orientador:** Professor D. Sc. Jader Lugon Junior.

**Co-orientadora:** Professora D. Sc. Maria Inês Paes Ferreira.

MACAÉ-RJ

2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C823e

Fernandes, Neemias Roza.

Proposta Metodológica para  
Projeção da Poluição Industrial Hídrica  
/ Neemias Roza Fernandes. – Macaé, RJ,  
2018.

67 f.: il. color.

Orientador: Jader Lugon Junior.  
Coorientador: Maria Inês Paes Ferreira.

Dissertação (Mestrado). –  
Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia Fluminense, Programa de  
Pós-graduação em Engenharia Ambiental,  
Macaé, RJ, 2018.

Inclui bibliografia.

1. - Geração de Estimativa de  
emissão de poluentes - Metodologia. 2.  
Potencial Poluidor Industrial Hídrico -  
Avaliação. 3. Indicadores Globais de  
Poluição Industrial Hídrica (Vazão,  
MBAS, DBO, DQO, SSd e STS) - Projeção.  
4. Fatores de Intensidade de Emissão de  
Poluentes - Desenvolvimento. 5.  
Efluentes Líquidos Industriais -  
Caracterização. 6. Recursos Hídricos -  
Preservação. I. Junior, Jader Lugon,  
orient. II. Ferreira, Maria Inês Paes,  
coorient. III. Título.

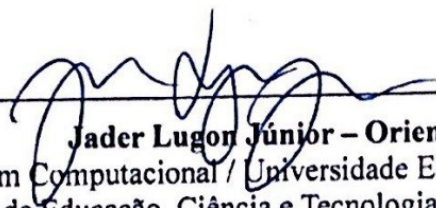
CDD 628.445098153

23. ed.

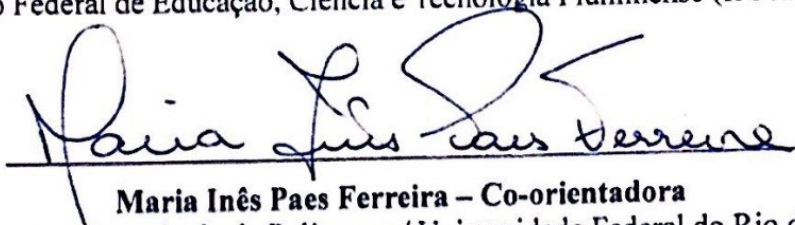
Dissertação intitulada **PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA PARA PROJEÇÃO DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL HÍDRICA**, elaborada por **Neemias Roza Fernandes** e apresentada, publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense - IFFluminense, na área de concentração Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Avaliação, Gestão e Conservação Ambiental.

Aprovado em: 31/07/2018

Banca Examinadora:



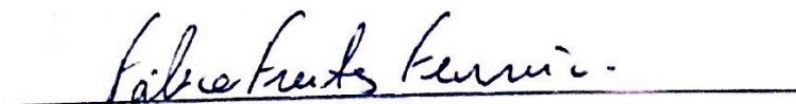
**Jader Lugon Júnior – Orientador**  
Doutor em Modelagem Computacional / Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense)



**Maria Inês Paes Ferreira – Co-orientadora**  
Doutora em Ciência e Tecnologia de Polímeros / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense)



**Romeu e Silva Neto**  
Doutor em Engenharia de Produção / Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense)



**Fábio Freitas Ferreira**  
Doutor em Modelagem Computacional / Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

À Deus, todo poderoso, por firmar os meus passos e renovar as minhas forças, fazendo-me concluir mais esta etapa. Aos meus pais e irmãos, em especial à minha mãe, Kátia, por me encorajar nos momentos mais difíceis. À minha avó, Léa, por todo amor a mim dedicado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me dar forças para superar as dificuldades e por me guiar nos caminhos para a conclusão desta etapa. À minha família por todo apoio e incentivo, não só nos últimos dois anos, mas ao longo da minha jornada até aqui.

Aos meus amigos e colegas de trabalho do setor de licenciamento ambiental da Secretaria de Ambiente de Macaé, Alessandra, Giovani, Isaura, Jô, João, Karina, Lamon, Lívia, Nelson, Rafaela, Thaís e Vicente, por todas as palavras de apoio e energia positiva que transmitem todos os dias. Um agradecimento especial à Caroline Medeiros, pela ajuda e incentivo desde os primeiros passos do mestrado e por toda a paciência e dedicação nas revisões dos trabalhos. Obrigado Carol!! Ao Secretário de Ambiente e Sustentabilidade, Gerson Lucas, por permitir as necessárias adequações de escala de trabalho. Cada palavra de incentivo de vocês foi essencial para mim!

Aos colegas de turma do mestrado, pela amizade e compartilhamento de experiências.

Ao professor Jader Lugon, pelo tempo a mim dispensado, pelo conhecimento compartilhado e, principalmente, pela dedicação e paciência com que conduziu todo o processo de orientação, propondo a mudança da temática do trabalho em momento crucial e encorajando a ampliação dos objetivos. Professor, muito obrigado!!

À professora Maria Inês, grande líder, por acreditar em mim desde o princípio, me encorajando a prosseguir e a ousar. Professora, muito obrigado por tudo!!

Aos demais professores, avaliadores e membros do Programa, pela excelente experiência acadêmica proporcionada.

À todos os amigos e pessoas queridas que, de alguma forma, incentivaram e contribuíram para este momento.

O futuro da espécie humana depende de como gerenciamos hoje os recursos naturais. A água é o principal destes recursos.

Autor desconhecido.

## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO CIENTÍFICO 2

Figura 1 - Esquema simplificado de funcionamento do sistema IPPS.....	57
Figura 2 - Fluxograma do procedimento metodológico.....	62
Figura 3 - Dispersão espacial dos dados de NE da amostra de indústrias de laticínios.....	70
Figura 4 - Dispersão espacial dos dados de NE da amostra de indústrias metalúrgicas.....	70
Figura 5 - Dispersão espacial dos dados de NE da amostra de indústrias têxteis.....	71
Figura 6 - Dispersão espacial dos dados de NE da subamostra de indústrias de produção de ferro-gusa e de ferro-liga.....	71
Figura 7- Procedimento de equiparação temporal entre dados de NE e dados de emissão de poluentes.....	73
Figura 8 - Dispersão espacial dos dados de NE pré e pós-correção da indústria de laticínios.....	74
Figura 9- Variação dos valores de NE da amostra de indústrias de Laticínios em função do procedimento de correção temporal.....	74
Figura 10 - Identificação de <i>outliers</i> na amostra do grupo laticínios.....	76
Figura 11 - Identificação de <i>outliers</i> em subamostra de indústrias metalúrgicas de pequeno porte...77	77
Figura 12 - Identificação de <i>outliers</i> em subamostra de indústrias metalúrgicas de médio porte.....77	77
Figura 13 - Identificação de <i>outliers</i> em subamostra de indústrias metalúrgicas de grande porte.....78	78
Figura 14- Perfil de emissão de poluentes das indústrias de Laticínios, Metalurgia e Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga.....	84
Figura 15- Estimativas de emissão (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS) das indústrias de Laticínios do estado do Rio de Janeiro (metodologia desenvolvida).....	85
Figura 16- Estimativas de emissão (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS) das indústrias de Laticínios da região Norte Fluminense (metodologia desenvolvida).....	86
Figura 17- Disparidade entre projeções IPPS e estimativas produzidas pela metodologia desenvolvida, para as indústrias de Laticínios do estado do Rio de Janeiro e região Norte Fluminense.....	87



## LISTA DE QUADROS

### ARTIGO CIENTÍFICO 1

Quadro 1- Principais compostos orgânicos tóxicos observados em efluentes industriais.....	9
Quadro 2- Principais parâmetros empregados no controle da poluição hídrica por agentes inorgânicos tóxicos e métodos de determinação.....	11
Quadro 3- Corpos de água enquadrados por instrumento legal no Estado de São Paulo.....	13
Quadro 4 - Recursos hídricos enquadrados por instrumento legal no Estado de Minas Gerais.....	17
Quadro 5- Códigos e denominações do subgrupo “bebidas” pertencente ao grupo “Indústrias de Transformação e Serviços de Natureza Industrial”.....	20
Quadro 6– Critérios para a classificação das atividades quanto ao grau de impacto no Estado do Rio de Janeiro.....	23
Quadro 7- Critérios para a classificação dos município quanto ao Porte no Estado de São Paulo.....	25
Quadro 8- Critérios para a classificação das atividades industriais de impacto ambiental local no estado de São Paulo.....	25
Quadro 9- Procedimento para definição do potencial poluidor Geral das atividades no estado de Minas Gerais.....	27
Quadro 10 – Critérios para a classificação das atividades quanto ao grau de impacto no estado de Minas Gerais.....	27
Quadro 11- Casos de aplicação do Sistema IPPS nos continentes Africano e Asiático.....	30

### ARTIGO CIENTÍFICO 2

<b>Quadro 1-</b> Procedimento Metodológico para o desenvolvimento de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes.....	61
<b>Quadro 2-</b> Notas explicativas do procedimento metodológico.....	63

### APÊNDICE B

Triagem das planilhas dos anos de 2012, 2013 e 2014 do programa de declaração de carga poluidora da FEAM.....	102
---	-----

## APÊNDICE C

Compatibilização Códigos “CNAE” e “FEAM” e Formação de Amostras de Dados Primários nos Níveis Hierárquicos “Classe”, “Grupo” e “Divisão” da CNAE.....105

### LISTA DE TABELAS

#### ARTIGO CIENTÍFICO 1

Tabela 1 - Geração de DBO em setores da indústria de laticínios.....	08
Tabela 2 - Exigências de remoção de DQO para empreendimentos industriais no Estado do Rio de Janeiro, segundo a tipologia industrial.....	15
Tabela 3 - Parâmetros para definição do porte das atividades industriais no estado do Rio de Janeiro.....	21
Tabela 4 - Parâmetros para definição do potencial poluidor de atividades andustriais no estado do Rio de Janeiro.....	21

#### ARTIGO CIENTÍFICO 2

Tabela 1- Geração de DBO em setores da indústria de laticínios.....	66
Tabela 2 - Medianas, médias, desvios padrão e intervalos de confiança da amostra do grupo “Laticínios”.....	79
Tabela 3- Medianas, médias, desvios padrão e intervalos de confiança da amostra da divisão “Metalurgia”.....	79
Tabela 4- Medianas, médias, desvios padrão e intervalos de confiança da amostra do grupo “Produção de ferro-gusa e de ferro-ligas”.....	79
Tabela 5- Fatores de intensidade emissão de poluentes para as atividades do grupo “Laticínios” da CNAE 2.0.....	80
Tabela 6- Fatores de intensidade emissão de poluentes para as atividades da divisão “Metalurgia” da CNAE 2.0.....	80
Tabela 7- Fatores de intensidade emissão de poluentes para as atividades do grupo “Produção de ferro-gusa e de ferro-ligas” da CNAE 2.0.....	81
Tabela 8 - Fatores de intensidade de emissão de poluentes para as atividades do grupo “Laticínios”, construídos com base nas medianas dos conjuntos de dados.....	81

Tabela 9 - Fatores de intensidade de emissão de poluentes para as atividades da divisão “Metalurgia”, construídos com base nas medianas dos conjuntos de dados.....	81
Tabela 10- Fatores de intensidade de emissão de poluentes para as atividades do grupo “Produção de ferro-gusa e de ferro-ligas”, construídos com base nas medianas dos conjuntos de dados.....	82
Tabela 11- Fatores de intensidade de emissão de poluentes para a indústria de Laticínios, construídos a partir da variável independente “Vazão”.....	83
Tabela 12- Fatores de intensidade de emissão de poluentes para a indústria Metalúrgica, construídos a partir da variável independente “Vazão”.....	83
Tabela 13 - Fatores de intensidade de emissão de poluentes para a atividade “Produção de ferro-gusa e de ferro-ligas”, construídos a partir da variável independente “Vazão”.....	83
Tabela 14- Estimativas de emissão de poluentes das indústrias de Laticínios do estado do Rio de Janeiro, geradas através da metodologia proposta e do sistema IPPS.....	85
Tabela 15- Estimativas de emissão de poluentes das indústrias de Laticínios da região Norte Fluminense, geradas através da metodologia desenvolvida e do sistema IPPS.....	85

## **APÊNDICE D**

Tabela 1D - Medidas de emissão de poluentes das unidades industriais que compõe a amostra da indústria de Laticínios.....	108
Tabela 2D - Medidas de emissão de poluentes das unidades industriais que compõe a amostra da indústria Têxtil.....	109
Tabela 3D - Medidas de emissão de poluentes das unidades industriais que compõe a amostra da indústria Metalúrgica e de produção de ferro-gusa e de ferro-ligas.....	110

## **APÊNDICE E**

Tabela 1E- Valores de ne das unidades industriais que compõe a amostra da indústria de Laticínios.....	112
Tabela 2E - Valores de ne das unidades industriais que compõe a amostra da indústria têxtil.....	113
Tabela 3E - Valores de ne das unidades industriais que compõe a amostra da indústria metalúrgica e de produção de ferro-gusa e de ferro-ligas.....	114

**APÊNDICE F**

Tabela 1F - Correção temporal dos dados de NE da amostra de indústrias de Laticínios.....115

Tabela 2F- Correção temporal dos dados de NE das amostras da indústria Metalúrgica e da atividade de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga.....117

**APÊNDICE G**

Tabela 1G - Base de dados para a geração de fatores de intensidade de emissão de poluentes para as indústrias de Laticínios.....119

Tabela 2G - Base de dados para a geração de fatores de intensidade de emissão de poluentes para a indústria Metalúrgica e atividade de produção de ferro-gusa e de ferro-ligas.....120

**LISTA DE SÍMBOLOS**

$\mu\text{g}$  – Micrograma

$\mu\text{m}$  – Micrometro

Ag – Prata

$\text{C}_6\text{H}_6\text{OH}$  – Fenol

Cd – Cádmiio

Co – Cobalto

$\text{CO}_2$  – Dióxido de Carbono

Cr – Cromo

Cu – Cobre

g – Grama

$\text{H}_2\text{O}$  – Água

Hg – Mercúrio

kg – Quilograma

L – Litro

$\text{m}^3$  – Metro cúbico

Ni – Níquel

$\text{NO}_2$  – Dióxido de Nitrogênio

$\text{O}_2$  – Oxigênio

$\text{O}_2$  – Oxigênio

°C – Grau Celsius  
Pb – Chumbo  
SO<sub>2</sub> – Dióxido de Enxofre  
Ton – Tonelada  
US\$ – Dólar  
Zn – Zinco

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA – Agência Nacional de Águas  
AP-42 – *Compilation of Air Emission Factors*  
BTEX – Benzeno, Tolueno, Etil-benzeno e Xilenos  
CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica  
CECA – Comissão Estadual de Controle Ambiental  
CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos  
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
CLAE – Cromatografia Líquida de Alta Eficiência  
CNAE – Cadastro Nacional de Atividades Econômicas  
CNARH – Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos  
CNARH – Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos  
CNI – Confederação Nacional da Indústria  
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CONEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente (Rio de Janeiro)  
CONSEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente (São Paulo)  
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental (Minas Gerais)  
COPPETEC – Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos  
CORINAIR – Inventário de Emissões Aéreas da Comissão Europeia  
COT – carbono Orgânico Total  
COV – Compostos Orgânicos Voláteis  
CPCV – Central Pollution Control Board  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio  
EPA – *Environmental Protection Agency*  
ERA – Relatório de Acompanhamento de Efluentes  
EUA – Estados Unidos da América  
FBB – Fundação Banco do Brasil  
FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente  
FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente  
FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro  
FISPQ – Físca de Informações de Segurança de Produtos Químicos  
FUNARB – Fundação Arthur Bernardes  
HPA – Hidrocarboneto Policíclico Aromático  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IFFluminense – Instituto Federal Fluminense  
INEA – Instituto Estadual do Ambiente  
IPPS – *Industrial Pollution Projection System*  
IQ – *interquartile*  
ISIC – *Standard Industrial Classification*  
Kd – Coeficiente de distribuição ou de partição sólido-solução  
LB – *Lowerbound*  
MG – Estado de Minas Gerais  
MI – Matéria Inorgânica  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
MO – Matéria Orgânica  
MO – Monóxido de Carbono  
NBR – Norma Brasileira  
NR – Norma Regulamentadora  
OG – Óleos e Graxas  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos  
pH – Potencial Hidrogeniônico  
PIB – Produto Interno Bruto  
PM<sub>10</sub> – Particulados Finos

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

POP – Poluente Orgânico Persistente

PRDEI – *Environment Infrastructure Agriculture Division–PolicyResearch Department*

PROCON ÁGUA – Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos do Estado do Rio de Janeiro

PT – Particulados Totais

RJ – Estado do Rio de Janeiro

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais

SEGRH – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SF – Sólidos Fixos

SFT – Sólidos Fixos Totais

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

SLAM – Sistema de Licenciamento Ambiental

SLAP – Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras

SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SP – Estado de São Paulo

SPADNS – Método de determinação do não metal Selênio, por meio de laca vermelha de zircônio – Spadns

SRHU/MMA – Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente

SSd – Sólidos Sedimentáveis

SST – Sólidos em Suspensão Totais

ST – Sólidos Totais

SVT – Sólidos Voláteis Totais

TP – Tonelada produzida

TSA – Tonelada seca ao ar

UB – *Upperbound*

UFV – Universidade Federal de Viçosa

US – *United States*

# PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA PARA PROJEÇÃO DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL HÍDRICA

## RESUMO

Os recursos hídricos disponíveis no Brasil são frequentemente utilizados para fins de transporte, diluição ou disposição final de despejos industriais, por vezes, lançados em desconformidade com os padrões definidos pelas normas nacionais de controle ambiental. Tal situação não é adequadamente gerenciada no país, uma vez que a indisponibilidade de dados acerca das emissões de poluentes industriais prejudica a formulação de políticas públicas eficazes voltadas ao controle da poluição. Assim, na primeira parte do trabalho (artigo científico 1), teve-se por finalidade analisar a viabilidade do desenvolvimento de metodologia para avaliação do potencial poluidor hídrico de indústrias de transformação. Com esta finalidade, procedeu-se revisão bibliográfica a cerca dos temas “efluentes líquidos industriais e principais poluentes”, “parâmetros e padrões de lançamento de efluentes industriais”, “instrumentos nacionais de controle e gestão de lançamento de efluentes”, “metodologias nacionais de avaliação de potencial poluidor e impacto” e “Sistema de Projeção da Poluição Industrial” (IPPS) do Banco Mundial. Como principal resultado, verificou-se a possibilidade da utilização de dados ambientais, geográficos e empresariais de indústrias em operação no estado de Minas Gerais, fornecidos pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), para o desenvolvimento da metodologia proposta, que se deu na segunda etapa do estudo (artigo científico 2). O modelo concebido utiliza Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes (coeficientes) para projetar as emissões de fontes industriais para o meio hídrico, solo e águas subterrâneas em termos de “Vazão”, “Demanda Bioquímica de Oxigênio”, “Demanda Química de Oxigênio”, “Óleos & Graxas”, “Sólidos Totais em Suspensão”, “Sólidos Sedimentáveis” e “Substâncias Ativas ao Azul de Metileno” (*Methylene Blue Active Substances*). Priorizou-se o desenvolvimento de “fatores de poluição” para as indústrias de Laticínios e Metalurgia, e para a atividade de “Produção de ferro-gusa e ferro-liga”, em razão do expressivo potencial poluidor hídrico destas tipologias. Não obstante, foram construídas amostras de dados de emissão de poluentes que permitem a criação de novos coeficientes para classes e grupos de um total de quatorze divisões industriais da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0).

**Palavras-chave:** Poluentes hídricos. Efluentes líquidos industriais. Recursos hídricos. Parâmetros de lançamento de efluentes. Gestão da poluição industrial. Potencial poluidor. Impacto ambiental. Sistema IPPS. Indicadores globais de poluição. Medidas de emissão de poluentes.



## **METHODOLOGICAL PROPOSITION FOR THE PROJECTION OF INDUSTRIAL WATER POLLUTION**

### **ABSTRACT**

*The water resources available in Brazil are often used for transportation, dilution or final disposal of industrial waste, sometimes released in disregard to the standards defined by national environmental control standards. Such a situation is not adequately managed in the country, since the unavailability of data on emissions of industrial pollutants hampers the formulation of effective public policies aimed at pollution control. Thus, in the first part of the paper (scientific paper 1), the purpose was to analyze the feasibility of the development of a methodology for the evaluation of the potential polluter of the water industry. To this end, a bibliographical review was carried out on the topics "industrial liquid effluents and main pollutants", "parameters and standards for the release of industrial effluents", "national instruments for the control and management of effluents", "national Pollution Potential and Impact Assessment "and" World Bank Industrial Pollution Projection System "(IPPS). As a main result, the use of environmental, geographic and business data of industries in operation in the state of Minas Gerais, provided by the State Foundation for the Environment (FEAM), was verified for the development of the proposed methodology, second stage of the study (scientific article 2). The model used uses pollutant emission intensity factors (coefficients) to project emissions from industrial sources to the water, soil and groundwater in terms of "Flow", "Biochemical Oxygen Demand", "Chemical Oxygen Demand" , "Oils & Greases", "Total Suspended Solids", "Sedimentable Solids" and "Methylene Blue Active Substances". Prioritized the development of "pollution factors" for the Dairy and Metallurgy industries, and for the "pig iron and iron alloy production" activity, due to the expressive potential for water pollution of these typologies. Nonetheless, pollutant emission data samples were constructed that allow the creation of new coefficients for classes and groups from a total of fourteen industrial divisions of the National Classification of Economic Activities (CNAE 2.0).*

**Keywords:** *Water pollutants. Industrial liquid effluents. Water resources. Effluent release parameters. Management of industrial pollution. Pollution potential. Environmental impact. IPPS system. Global pollution indicators. Measures for the emission of pollutants.*

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xii
RESUMO.....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
APRESENTAÇÃO.....	1
ARTIGO CIENTÍFICO 1: DISCUSSÃO METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE POTENCIAL POLUIDOR HÍDRICO DE ATIVIDADES INDUSTRIAIS.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1. Efluentes líquidos industriais: caracterização.....	6
2.1.1. Poluentes sólidos e parâmetros de controle.....	6
2.1.2. Compostos orgânicos e parâmetros de controle .....	7
2.1.3. Compostos hidrofóbicos e parâmetro de controle .....	10
2.1.4. Compostos inorgânicos e parâmetros de controle .....	10
2.2. Efluentes líquidos industriais: parâmetros e padrões de lançamento .....	11
2.2.1. Parâmetros e padrões de lançamento de efluentes no estado de São Paulo.....	12
2.2.2. Parâmetros e padrões de lançamento de efluentes no estado do Rio de Janeiro .....	13
2.2.3. Parâmetros e padrões de lançamento de efluentes no estado de Minas Gerais .....	16
2.3. Lançamento de efluentes líquidos: instrumentos nacionais de controle e gestão.....	18
2.4. Avaliação de potencial poluidor e impacto: metodologias dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.....	19
2.4.1. Metodologia do INEA .....	19
2.4.2. Metodologia da CETESB.....	24
2.4.3. Metodologia da FEAM.....	26
2.4.4. Deficiências e potencialidades das metodologias dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais.....	27
2.5. Avaliação de potencial poluidor e impacto: sistema de projeção de poluição industrial do Banco Mundial .....	28

2.5.1.	A metodologia IPPS no Mundo.....	30
2.5.2.	A Metodologia IPPS no Brasil .....	31
2.5.3.	Limitações da metodologia IPPS.....	32
3.	MATERIAL E MÉTODO .....	33
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5.	CONCLUSÃO.....	35
ARTIGO CIENTÍFICO 2: DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA PROJEÇÃO DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL HÍDRICA.....		53
1.	INTRODUÇÃO.....	54
2.	METODOLOGIA.....	56
2.1.	Modelo Teórico Conceitual para o Desenvolvimento da Metodologia Proposta.....	56
2.2.	Proposição Metodológica .....	57
2.3.	Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes e Variável Funcional .....	58
2.4.	Indicadores Globais de Poluição Industrial Hídrica .....	59
2.5.	Fonte de Dados para o Desenvolvimento de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes .....	59
2.6.	Procedimento Metodológico .....	61
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
3.1.	Formação do Banco de Dados do Modelo.....	63
3.2.	Compatibilização entre Sistemas “FEAM” e “CNAE” de Classificação de Atividades .....	64
3.3.	Definição de atividades para construção de fatores de intensidade de emissão de poluentes .....	65
3.3.1.	Indústria alimentícia: grupo “Laticínios” .....	66
3.3.2.	Indústria Têxtil .....	67
3.3.3.	Indústria Metalúrgica.....	67
3.4.	Formação de bases de dados para a construção de coeficientes: dados primários .....	68
3.5.	Formação de bases de dados para a construção de coeficientes: dados secundários.....	69
3.5.1.	Equiparação temporal de dados primários e secundários .....	72
3.7.	Construção de fatores de intensidade de emissão de poluentes.....	80
3.7.1.	Proposta de construção de fatores de intensidade de emissão de poluentes adotando-se a “vazão de lançamento de efluentes” como variável funcional .....	82
5.7.	Aplicação da metodologia proposta à indústria de Laticínios do estado do Rio de Janeiro e região Norte Fluminense .....	84
5.8.	Limitações e potencialidades da metodologia.....	87
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....	88
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	90

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA DISSERTAÇÃO .....	98
APÊNDICE A - Indicadores Globais de Poluição Industrial Hídrica .....	100
APÊNDICE B – Triagem e agrupamento das unidades industriais declarantes segundo sua tipologia industrial. ....	102
APÊNDICE C - Compatibilização entre sistemas “CNAE” e “FEAM” de classificação de atividades e formação de amostras de dados primários nos níveis hierárquicos “Classe”, “Grupo” e “Divisão” da CNAE 2.0.....	105
APÊNDICE D – Medidas de emissão de poluentes (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS ) de cada unidade industrial que compõe as amostras das indústrias consideradas (Laticínios, Têxtil e Metalurgia), bem como o seu município de localização e o “ano base” das declarações de carga poluidora .....	108
APÊNDICE E - Valores de NE das unidades industriais que compõe as amostras das indústrias consideradas (Laticínios, Têxtil e Metalurgia) e documentos ambientais consultados. ....	112
APÊNDICE F – Procedimento de correção temporal dos dados de número de empregados (NE) - Rols de dados de NE pré-correção, na data do documento (Data 1), e os rols de dados de NE pós-correção, projetados na data das declarações de carga poluidora (Data 2).....	116
APÊNDICE G - Bases de dados definitivas para a geração de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para as indústrias de Laticínios, Metalurgia e atividade de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga.....	119
ANEXO.....	122

## APRESENTAÇÃO

Os padrões insustentáveis de consumo e produção dos países industrializados têm levado à deterioração do meio ambiente global e ao aumento das desigualdades sociais (LAYRARGUES, 1997; COHEN, 2003). O problema se agrava nas economias em desenvolvimento que, devido à globalização, passaram por intenso processo de industrialização nos últimos trinta anos (SARTI & HIRATUKA, 2010).

No Brasil, que também é um país de economia emergente, a atividade industrial tem se dedicado, principalmente, à produção de bens de consumo não duráveis e semiduráveis, realizada por industriais pouco tecnológicas, intensivas na utilização de recursos hídricos. Como exemplos, podem-se citar as atividades de “Fabricação de Alimentos”; “Fabricação de Bebidas”; “Fabricação de celulose, papel e produtos de papel”; “Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis”; e “Metalurgia”, responsáveis por mais de 85% da demanda industrial de recursos hídricos do país (ANA, 2017). Tais modalidades industriais também se destacam pela elevada emissão de efluentes industriais (CNI, 2013).

Portanto, considerando-se o perfil da indústria brasileira, fica clara a demanda pelo desenvolvimento de políticas públicas e estratégias voltadas ao controle da poluição industrial, sobretudo a de natureza hídrica. Todavia, a indisponibilidade de dados a cerca das emissões de poluentes impõe dificuldades à realização dos estudos ambientais necessários (DALMOLIN; SPERB; MODRO, 2015; COSTA; FERREIRA; NEVES, 2011). Sor *et al.*, (2008) atribuem tais limitações aos seguintes fatores: alto custo na medição das emissões diretamente na fonte, grande diversidade de poluentes a serem medidos, e complexidade de algumas medições. Segundo os autores, “experiências nacionais e internacionais têm comprovado que metodologias de estimativa de emissão de poluentes industriais são ferramentas úteis nos casos em que há impedimentos à realização do monitoramento das emissões”.

Desta forma, objetivou-se, na primeira etapa do trabalho (artigo científico 1) analisar a viabilidade do desenvolvimento de metodologia para avaliação do potencial poluidor hídrico de indústrias de transformação. Com esta finalidade, procedeu-se revisão bibliográfica acerca dos temas “efluentes líquidos industriais e principais poluentes”, “parâmetros e padrões de lançamento de efluentes industriais”, “instrumentos nacionais de controle e gestão de lançamento de efluentes”, “metodologias nacionais de avaliação de potencial poluidor e impacto” e “Sistema de Projeção da Poluição Industrial” (IPPS) do Banco Mundial (BM).

Quanto aos efluentes líquidos de origem industrial, constatou-se que estes se caracterizam principalmente por sua complexidade, variando significativamente em função da natureza da indústria (tipologia), das matérias-primas processadas e das etapas do processo produtivo (CAMMAROTA, 2013). No que se refere à sua composição, a maioria dos poluentes encontra-se na forma de sólidos, de natureza orgânica (biodegradáveis ou persistentes) e inorgânica, que podem ocorrer tanto em suspensão, como dissolvidos na água (VON SPERLING, 2005).

No tocante às metodologias nacionais de avaliação de potencial poluidor e impacto, verificou-se que os principais sistemas, desenvolvidos por órgãos ambientais, são úteis para classificar, qualitativamente, o potencial poluidor e o porte dos empreendimentos industriais, com destaque para o modelo do INEA (RJ). Contudo, nenhuma das metodologias fornece estimativas de emissão de poluentes. O IPPS do BM, por outro lado, constitui-se de um sistema de projeção da poluição capaz de gerar estimativas para uma considerável gama de parâmetros de emissão, a saber: NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, PT, PM10 e COVs, para o ar; DBO e STS, para a água; além de poluentes tóxicos e metais bioacumulativos, contaminantes do ar, da água e do solo (HETTIGE *et al.*, 1995).

Na segunda parte do estudo (artigo científico 2), teve-se por objetivo descrever procedimento metodológico, fundamentado no IPPS do BM, voltado a avaliação do potencial poluidor hídrico de indústrias de transformação. O modelo foi desenvolvido a partir de dados ambientais, geográficos e empresariais de empreendimentos em operação no estado de Minas Gerais, fornecidos pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), órgão ambiental estadual de Minas Gerais.

Como resultado, obteve-se um sistema linear de projeção da poluição, que se utiliza de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes (coeficientes) para projetar as emissões de fontes industriais para o meio hídrico, solo e águas subterrâneas em termos de “Vazão”, “Demanda Bioquímica de Oxigênio”, “Demanda Química de Oxigênio”, “Óleos & Graxas”, “Sólidos Totais em Suspensão”, “Sólidos Sedimentáveis” e “Substâncias Ativas ao Azul de Metileno” (*Methylene Blue Active Substances*).

Neste primeiro demonstrativo da metodologia, priorizou-se a construção de “fatores de poluição” para as indústrias de Laticínios e Metalurgia, e para a atividade de “Produção de ferro-gusa e de ferro-liga”, em razão do expressivo potencial poluidor hídrico destas tipologias. Não obstante, foram formadas amostras de dados de emissão de poluentes que permitem a criação de novos coeficientes para classes e grupos de um total de quatorze divisões industriais da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0).

## ARTIGO CIENTÍFICO 1

### DISCUSSÃO METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE POTENCIAL POLUIDOR HÍDRICO DE ATIVIDADES INDUSTRIAIS

#### *METHODOLOGICAL DISCUSSION FOR EVALUATION OF POTENTIAL WATER POLLUTER OF INDUSTRIAL ACTIVITIES*

#### RESUMO

Os recursos hídricos disponíveis no Brasil são frequentemente utilizados para fins de transporte, diluição ou disposição final de despejos industriais, por vezes, lançados em desconformidade com os padrões definidos pelas normas nacionais de controle ambiental. Tal situação não é adequadamente gerenciada no país, uma vez que a indisponibilidade de dados acerca das emissões de poluentes industriais prejudica a formulação de políticas públicas eficazes voltadas ao controle da poluição. Desta forma, assumiu-se por objetivo, no presente trabalho, analisar a viabilidade do desenvolvimento de metodologia para avaliação do potencial poluidor hídrico de indústrias de transformação. Para tanto, foram objeto de revisão e análise os temas “efluentes líquidos industriais e principais poluentes”, “parâmetros e padrões de lançamento de efluentes”, “instrumentos nacionais de controle e gestão de lançamento de efluentes”, “metodologias nacionais de avaliação de potencial poluidor e impacto” e “Sistema de Projeção da Poluição Industrial” (IPPS) do Banco Mundial. Como principal resultado, verificou-se a possibilidade da utilização de dados ambientais, geográficos e empresariais de indústrias em operação no estado de Minas Gerais, fornecidos pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), para o desenvolvimento da metodologia proposta, tendo-se por base o sistema IPPS do Banco Mundial.

**Palavras-chave:** Poluentes hídricos. Efluentes líquidos industriais. Recursos hídricos. Parâmetros de lançamento de efluentes. Gestão da poluição. Potencial poluidor. Impacto ambiental. Sistema IPPS.

#### ABSTRACT

*The water resources available in Brazil are often used for transportation, dilution or final disposal of industrial waste, sometimes released in disregard to the standards defined by national environmental control standards. Such a situation is not adequately managed in the country, since the unavailability of data on emissions of industrial pollutants hampers the formulation of effective public policies aimed at pollution control. Thus, the objective of this work was to analyze the*

*feasibility of the development of a methodology for the assessment of potential polluters in the water industry. To this end, the topics "industrial liquid effluents and main pollutants", "effluent release parameters and standards", "national effluent release control and management instruments", "national potential assessment methodologies" Polluter and Impact "and the" Industrial Pollution Projection System "(IPPS) of the World Bank. As a main result, the use of environmental, geographic and business data of industries in operation in the state of Minas Gerais, provided by the State Foundation for the Environment (FEAM), was verified for the development of the proposed methodology. basis of the World Bank's IPPS system.*

**Keywords:** *Water pollutants. Industrial liquid effluents. Water resources. Effluent release parameters. Pollution management. Pollution potential. Environmental impact. IPPS system.*

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de globalização tem, como principal aspecto, a redistribuição da indústria internacional (EDERINGTON; LEVINSON; MINIER, 2004), que culmina na industrialização desordenada de países periféricos. De acordo com Sarti & Hiratuka (2010), nos últimos trinta anos, intensificou-se o deslocamento da atividade industrial mundial em direção a economias em desenvolvimento. Neste contexto, Conceição (2015) destaca que as indústrias de baixa tecnologia dos países desenvolvidos tiveram o continente Asiático como destino preferencial, principalmente, a China.

No Brasil, a chegada de empreendimentos industriais de grande porte é percebida, com maior intensidade, nos municípios do ABC Paulista, Região Metropolitana do Estado de São Paulo, após a 2ª Guerra Mundial (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2017). Desde então, o processo de industrialização no país se desenvolveu, majoritariamente, na região sudeste, em especial, nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, que, atualmente, respondem por mais da metade da produção industrial nacional (CNI, 2017).

O setor industrial brasileiro tem se especializado na produção de bens de consumo não duráveis e semiduráveis, realizada por industriais de baixa tecnologia, intensivas na utilização de recursos hídricos. A fabricação de alimentos, principal atividade industrial em dezoito dos vinte e sete estados do país, incluindo São Paulo e Minas Gerais (CNI, 2014), é responsável, juntamente com o seguimento de bebidas, por 36% do total das captações de água existentes no Cadastro Nacional de Recursos Hídricos (CNARH) e 46% das captações, somente em rios federais (ANA,



2013). A produção de papel e celulose e a metalurgia vêm em seguida, com 24% e 19%, respectivamente, das captações em rios de domínio da União (ANA, 2013).

De acordo com a “Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil”, da Confederação Nacional da Indústria (CNI), a fabricação de alimentos responde pela geração de até 15 m<sup>3</sup> de efluentes de processo por tonelada produzida (TP); já, as indústrias de Celulose/Papel e Metalurgia, podem chegar, respectivamente, a lançamentos de até 41 m<sup>3</sup> por tonelada de celulose seca ao ar (TSA) e 42 m<sup>3</sup>/TP. Ainda segundo dados da CNI, outras indústrias de base, de marcada presença no Brasil, constituem importantes geradores de despejos industriais, a exemplo da “fabricação de produtos têxteis” (até 96 m<sup>3</sup>/TP); “extração de minerais não metálicos” (até 36,8 m<sup>3</sup>/TP); “fabricação de produtos químicos” (até 30 m<sup>3</sup>/TP); “fabricação de produtos de borracha e material plástico” (até 13 m<sup>3</sup>/TP) e “fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis” (até 9,9 m<sup>3</sup>/TP) (CNI, 2013).

Portanto, considerando-se o perfil da indústria nacional, fica clara a demanda pelo desenvolvimento de políticas públicas e estratégias voltadas ao controle da poluição industrial no país, em especial, a de natureza hídrica. Todavia, a indisponibilidade de dados a cerca das emissões de poluentes impõe dificuldades à realização dos estudos ambientais necessários (DALMOLIN; SPERB; MODRO, 2015; COSTA; FERREIRA; NEVES, 2011). Sor *et al.*, (2008) atribui tais limitações principalmente aos seguintes fatores: alto custo na medição das emissões diretamente na fonte, grande diversidade de poluentes a serem medidos, e complexidade de algumas medições. Segundo o autor, “experiências nacionais e internacionais têm comprovado que metodologias de estimativa de emissão de poluentes industriais são ferramentas úteis nos casos em que há impedimentos à realização do monitoramento das emissões”.

Desta forma, objetivou-se, por meio do presente trabalho, analisar a viabilidade do desenvolvimento de metodologia para avaliação do potencial poluidor hídrico de indústrias de transformação. Com esta finalidade, procedeu-se revisão bibliográfica a cerca dos temas “efluentes líquidos industriais e principais poluentes”, “parâmetros e padrões de lançamento de efluentes industriais”, “instrumentos nacionais de controle e gestão de lançamento de efluentes”, “metodologias nacionais de avaliação de potencial poluidor e impacto” e “Sistema de Projeção da Poluição Industrial” (IPPS) do Banco Mundial.

Adotou-se, como recorte parcial para esta pesquisa, os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, por representarem mais de 50% do PIB industrial do país, e serem, respectivamente, primeiro, segundo e terceiro colocados no ranking de produção industrial da CNI (CNI, 2014).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Efluentes líquidos industriais: caracterização

De acordo com a NBR 9800/1987, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), efluente líquido industrial é o “despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo efluentes de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico”. Já o efluente de processo industrial, oriundo, especificamente, das áreas de produção das indústrias, é definido pela mesma norma como:

Despejos líquidos provenientes das áreas de processamento industrial, incluindo os originados nos processos de produção, as águas de lavagem de operação de limpeza e outras fontes, que comprovadamente apresentem poluição por produtos utilizados ou produzidos no estabelecimento industrial (NBR 0800/1987, p. 1).

Segundo Cammarota (2013), os despejos industriais caracterizam-se principalmente por sua complexidade, variando significativamente em função da natureza da indústria (tipologia), das matérias-primas processadas, das etapas do processo produtivo, dentre outros fatores. Quanto a sua composição, a maioria dos poluentes constituintes encontra-se na forma de sólidos, de natureza orgânica (biodegradáveis ou persistentes) e inorgânica, que podem ocorrer tanto em suspensão, como dissolvidos na água (VON SPERLING, 2005).

A seguir são apresentados os principais poluentes hídricos provenientes de fontes industriais, seus parâmetros de controle, bem como métodos de determinação disponíveis em normas nacionais cientificamente reconhecidas.

#### 2.1.1. Poluentes sólidos e parâmetros de controle

De acordo com a NBR 14550/2015, os poluentes sólidos são constituídos principalmente de sais inorgânicos, além de pequenas quantidades de matéria orgânica. Sua presença e concentração na amostra do efluente ou corpo hídrico são determinadas a partir dos parâmetros “Sólidos Totais”, “Sólidos Fixos”, “Sólidos Voláteis”, “Sólidos em Suspensão” (Fixos e Voláteis), “Sólidos Dissolvidos” (Fixos e Voláteis) e “Sólidos Sedimentáveis”, segundo Nota Técnica nº 0013/1999 da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP),

O parâmetro “Sólidos Totais” (ST) representa todas as substâncias que permaneçam na cápsula de análise após a total secagem de um determinado volume de amostra (SABESP, 1999).

Para encontrar as frações filtráveis e não filtráveis, submete-se a amostra de ST a filtro de porosidade de 1,2  $\mu\text{m}$ , conforme NBR 10664/1989, sendo a porção retida correspondente aos sólidos filtráveis, ditos “Sólidos Totais em Suspensão” (STS) e, inversamente, a que passa pelo filtro de mesma porosidade, equivalente aos sólidos não filtráveis, chamados “Sólidos Dissolvidos Totais” (STD).

Os STS podem ser sedimentáveis e não sedimentáveis (flutuantes), sendo, a parcela sedimentável, equiparada a todas as substâncias existentes em 1 litro de amostra que sedimentem por ação da gravidade em Cone Imhoff, de acordo como Método FEEMA nº 416/1979 e NBR 10561/1988.

No que concerne à sua natureza química, os sólidos constituem-se de uma parcela fixa e outra volátil. A porção fixa, denominada “Sólidos Fixos Totais” (SFT), é mensurada levando-se a amostra, após secagem, à ignição em temperatura de 550°C (calcinação). Segundo os Métodos FEEMA nº 436/1980, nº 437/1980 e nº 438/1980, o aumento do peso verificado na cápsula corresponde ao teor de SFT e, subtraindo-se os valores de SFT da parcela de ST, obtêm-se a porção volátil, nomeada “Sólidos Voláteis Totais” (SVT).

É importante salientar que, à temperatura de calcinação (550°C), a fração dos sólidos que volatiliza (SVT) representa uma estimativa da matéria orgânica (MO) associada, ao passo que, a que permanece (SFT), equivale à matéria inorgânica (MI) (VON SPERLING, 2005). De acordo com Giordano (2004), em se tratando de efluentes sanitários, em média, 50% dos STS são voláteis (MO) e 50% são fixos (MI); já, quanto aos SDT, 83% são voláteis (MO) e 17% fixos (MI). Entretanto, segundo o autor, para efluentes industriais esta composição não pode ser estimada, devendo ser obtida em cada caso separadamente.

### **2.1.2. Compostos orgânicos e parâmetros de controle**

A parcela dos sólidos que volatiliza à temperatura de calcinação (parâmetro “Sólidos Voláteis Totais”) representa a Matéria Orgânica (MO) presente na amostra, que contempla duas frações, uma biodegradável e outra não biodegradável ou persistente. A MO total pode ser medida em meio hídrico por meio do parâmetro “Carbono Orgânico Total” (COT), representado por átomos de carbono ligados por covalência a moléculas orgânicas (NBR 10741/1989). O COT também é utilizado para a detecção de MO no solo, o que pode ser feito através do procedimento “Mebius” (RHEINHEIMER *et al.*, 2008).

### 2.1.2.1. Matéria orgânica biodegradável

De acordo com Von Sperling (2005), a matéria orgânica biodegradável é o poluente responsável pelo principal problema de poluição das águas: o consumo de oxigênio dissolvido ( $O_2$ ) pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da MO. Em muitos casos a depleção do  $O_2$  disponível no corpo d'água é tal que o leva a condições de anaerobiose, comprometendo todo o ecossistema (JORDÃO, 1995).

Os teores de MO biodegradável em água são geralmente mensurados através da “Demanda Biológica de Oxigênio” (DBO). Segundo o Método FEEMA nº 0439/1981, tal procedimento consiste na quantificação do oxigênio necessário para a degradação microbiana da matéria orgânica presente na amostra no prazo de cinco dias, à temperatura de 20°C e em meio aeróbico. De acordo com a NBR 12614/1992, nestas condições, admite-se que 80% da MO já esteja mineralizada e iniciando o processo de nitrificação, contudo, uma oxidação total, em geral, leva cerca de 20 dias.

A formação de efluentes com elevada carga de MO biodegradável é normalmente observada nos processos da indústria de alimentos, em especial, nas atividades de abate de animais e fabricação de laticínios. De acordo com Dornelles (2009), a DBO de matadouros e frigoríficos oscila entre 800 e 32.000 mg/L. No que tange à produção de laticínios, a carga orgânica do efluente varia consideravelmente conforme o tipo de atividade realizada, como se observa na tabela 1.

**Tabela 1** - Geração de DBO em setores da indústria de laticínios.

Setor Industrial	DBO (mg/L)	DBO (kg/m <sup>3</sup> ) leite processado
Posto de recepção e resfriamento de leite	600 a 1.200	1,2
Empacotamento de leite e manteiga	800 a 1.600	3
Queijaria	3.000 a 6.000	18
Iogurte	1.5000 a 3.500	5
Torre de secagem de leite	600 a 1.200	1,3

Fonte: FIEMG, 2014.

A fabricação de papel e celulose é outra modalidade industrial de considerável geração de MO biodegradável. Segundo Miele (2007), no somatório dos processos produtivos, o setor gera de 10,6 a 23,2 kg de DBO por tonelada de celulose produzida.

### 2.1.2.2. Matéria orgânica não biodegradável

A parcela não biodegradável da MO, indicada através da relação dos parâmetro “Demanda Química de Oxigênio” (DQO) e DBO, possui maior potencial nocivo aos seres vivos do que a

biodegradável por incluir compostos denominados “recalcitrantes” ou “refratários”, com potencial tóxico e bioacumulativo (BRAGA, 2005). Jordão (1995) divide tais poluentes em duas categorias, a saber: os que não causam riscos imediatos à saúde, a exemplo de detergentes sintéticos; e os responsáveis por graves riscos à saúde, como é o caso de pesticidas e outros compostos tóxicos.

De acordo com o Método FEEMA nº 440/1986, a DQO representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a MO, a partir do reagente “dicromato de potássio” em meio ácido, tendo, como catalizador, o “sulfato de prata”. Já, segundo a NBR 14242/2006, corresponde à média da quantidade de reagente oxidante enérgico necessária para oxidar a MO de uma amostra. Importante destacar que, o perfil de biodegradabilidade do efluente é determinado através da relação dos parâmetros DBO e DQO (DIRETRIZ FEEMA Nº 205.R-06/2007). Assim, quanto maior o valor da razão DQO/DBO, menos biodegradável será o despejo industrial.

Dentre os compostos de biodegradabilidade lenta ou persistente, que podem ser encontrados em despejos industriais, estão os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs); os Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), em especial o “Benzeno”, o “Tolueno”, o “Etil-benzeno” e os “Xilenos”, também conhecidos como BTEX; e os fenóis (SABESP, 1999; COELHO, 2007; HELENO *et al.* 2010; MARTINELLI *et al.* 2011). O quadro 1 apresenta uma breve descrição dos poluentes citados, bem como algumas das indústrias geradoras.

**Quadro 1-** Compostos orgânicos tóxicos observados em efluentes industriais.

Parâmetro	Descrição e Ocorrência	Referência
HPAs	Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) são compostos orgânicos dotados de dois ou mais anéis aromáticos condensados, sendo comumente observados nos despejos de indústrias químicas e refinarias, na produção de petróleo, gás natural e solventes orgânicos.	Coelho (2007)
BTEX	O Benzeno, Tolueno, Etil-benzeno e Xilenos (BTEX) são Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), que estão geralmente associados a efluentes da indústria química e a vazamentos de óleo e demais derivados do petróleo em plantas industriais.	Heleno <i>et al.</i> (2010)
Fenóis	O fenol (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> OH) é uma substância extremamente tóxica, classificada com o grau máximo de insalubridade pela NR-15 do Ministério do Trabalho. Sua ocorrência é observada, principalmente, em efluentes de indústrias químicas, petroquímicas, carboquímicas, siderúrgicas e de resinas sintéticas.	Martinelli <i>et al.</i> (2011) e Norma SABESP nº 006/1999

**Fonte:** Elaboração própria, 2017.

Ressalte-se que os compostos orgânicos não biodegradáveis ambientalmente mais relevantes são listados pela Convenção de Estocolmo, ratificada no Brasil pelo decreto legislativo nº 204/04, publicado no Diário Oficial de 18.03.15. Atualmente constam vinte e três Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) nos anexos da convenção, classificados da seguinte forma: os que devem ser eliminados pelo governo (anexo A); aqueles de uso restrito, com a perspectiva de serem eliminados (anexo B) e os que não são produzidos intencionalmente (anexo C) (BRASIL, 2017).

### **2.1.3. Compostos hidrofóbicos e parâmetro de controle**

Os compostos hidrofóbicos, normalmente representados pelo parâmetro “Óleos & Graxas” (OG), estão presentes em uma variada gama de efluentes, das mais diversas origens, como, por exemplo: restaurantes industriais, oficinas mecânicas, casa de caldeiras e estabelecimentos em geral que utilizam matérias primas oleosas (GIORDANO, 2004).

Segundo Norma Técnica SABESP nº 005/1997, os OGs incluem compostos orgânicos de origem mineral, vegetal e animal. Em sua constituição, conforme NBR 14063/1998, verifica-se gorduras, graxas, ácidos, graxas livres, óleos minerais e outros materiais graxos determinados em ensaios padronizados. Tais poluentes caracterizam-se, principalmente, por apresentar baixa solubilidade na água, o que justifica sua separação da fase aquosa (SABESP, 1997), podendo ocorrer como gotículas emulsionadas em suspensão, e na forma de filmes ou películas superficiais (CAMMAROTA, 2013).

A determinação dos OGs em água é feita através da técnica Soxhlet, descrita nos Métodos FEEMA nº 412/1979 e nº 414/1978, ou partição-gravimétrica, cujos procedimentos podem ser consultados no Método FEEMA nº 413/1978.

### **2.1.4. Compostos inorgânicos e parâmetros de controle**

Os sólidos que não volatilizam a temperatura de calcinação (550°C) correspondem à matéria inorgânica. Desta maneira, a partir do parâmetro “Sólidos Fixos Totais” é possível estimar a matéria inorgânica presente na amostra do efluente ou corpo hídrico.

Os principais micropoluentes inorgânicos tóxicos são os metais pesados ou metais traço (VON SPERLING, 2005), assim classificados por possuírem densidade superior a 5 g/cm<sup>3</sup> ou número atômico (Z) maior que 20 (MALAVOLTA, 1994). Segundo Braga (2005), todos os metais são passíveis de serem solubilizados pela água, podendo causar danos à saúde humana por sua toxicidade, potencial cancerígeno, mutagênico ou teratogênico, o que justifica a grande preocupação ambiental em torno de sua ocorrência em efluentes líquidos industriais.

São exemplos de metais pesados, citados em normas de controle ambiental, o Cádmiio (Cd), o Chumbo (Pb), a Prata (Ag), o Cobalto (Co), o Cobre (Cu), o Cromo (Cr), o Mercúrio (Hg), o Níquel (Ni), e o Zinco (Zn). Também se incluem neste grupo, o semi-metal “Arsênio” (As) e os não metais “Selênio” (Se) e “Flúor” (F), por guardarem similaridades com os metais pesados no que tange ao número atômico ou densidade (PEREIRA; BORGES; LEANDRO, 2010).

Os metais e semi-metais encontram-se naturalmente presentes no ambiente, nas rochas e dissolvidos no solo, todavia, sua concentração tem sido incrementada principalmente em função de atividades industriais, minerárias e agricultura (VON SPERLING, 2005). Por esse motivo, torna-se relevante a utilização de valores orientadores que permitam distinguir quais concentrações de metais podem ser toleradas nos ambientes e quais demandam intervenção. Agências internacionais, a exemplo da *United States Environmental Protection Agency* (US EPA), adotam o coeficiente de distribuição ou de partição sólido-solução ( $K_d$ ) com esta finalidade (BRAZ, 2011). No Brasil, a resolução nº 420/2009, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), é a norma que fornece diretrizes para a elaboração de valores orientadores aplicáveis aos metais.

O quadro 2 apresenta os principais parâmetros utilizados no controle da poluição hídrica por agentes inorgânicos tóxicos, incluindo-se metais, semi-metais e não metais, além dos métodos laboratoriais de determinação de cada poluente.

**Quadro 2-** Principais parâmetros empregados no controle da poluição hídrica por agentes inorgânicos tóxicos e métodos de determinação.

Parâmetros	Métodos de Determinação	Referências
Metais Totais	Espectrofotometria de Absorção Atômica com chama ar-acetileno	NBR 13809/1997 Método FEEMA nº 460/1983
Cromo (Cr)	Espectrofotometria de Absorção Atômica com chama ar-acetileno	NBR 13814/1997
Cromo Hexavalente (Cr(VI))	Colorimétrico da difenilcarbazida	NBR 13738/1996
Cromo Total	Colorimétrico da S-difenilcarbazida,	NBR 13740/1996
Mercúrio (Hg)	Espectrometria de absorção atômica por geração de vapor a frio	NBR 13803:1997
Arsênio (As)	Dietilditioicarbamato de prata	NBR 13.801/1997
Selênio (Se)	Colorimétrico da diaminobenzidina	NBR 13802/1997
Fluoreto (F <sup>-</sup> )	SPADNS	Método FEEMA nº 410/1978
Metais Pesados (Ag, Zn, Cd, Ni, Pb, Co e Cu)	Espectrofotometria de Absorção Atômica com chama ar-acetileno	NBR 13810/1997

Fonte: Elaboração própria, 2017.

## 2.2. Efluentes líquidos industriais: parâmetros e padrões de lançamento

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), criada pela lei nº 9.433/1997, prevê, dentre outros instrumentos, “o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água” (BRASIL, 1997). Tal classificação é realizada conforme diretrizes previstas na resolução CONAMA nº 357/2005 (alterada pelas Resoluções CONAMA nº 397/2008 e nº 430/2011) e, segundo procedimentos definidos na resolução nº 91/2008, do Conselho Nacional de

Recursos Hídricos (CNRH). Quanto ao enquadramento de rios intermitentes e efêmeros, observam-se as condições estabelecidas na resolução nº 141/2012, da Agência Nacional de Águas (ANA).

A classificação dos corpos de água tem, dentre outras finalidades, definir metas finais de qualidade para as águas, bem como a capacidade de suporte do corpo receptor, isto é, o valor máximo de determinado poluente que pode ser lançado sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe (CONAMA, 2011). Atualmente, a resolução CONAMA nº 357/2005, com suas alterações, prevê treze classes de enquadramento para as águas doces, salobras e salgadas do território nacional. A cada uma são atribuídos parâmetros físicos, químicos e biológicos, e respectivos “valores limite” para o lançamento de efluentes.

No que tange às águas subterrâneas, seu enquadramento se dá conforme critérios estabelecidos por meio da resolução CONAMA nº 396/2008 e, quanto ao controle de qualidade do solo, observam-se os parâmetros e valores orientadores relativos à presença de substâncias químicas, constantes da resolução CONAMA nº 420/2009.

A seguir são apresentados os parâmetros e padrões de qualidade para lançamentos de efluentes, adotados para fins de licenciamento e controle ambiental nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

### **2.2.1. Parâmetros e padrões de lançamento de efluentes no estado de São Paulo**

O primeiro sistema de classificação de corpos de água do Brasil foi desenvolvido no estado de São Paulo e publicado por meio do decreto estadual nº 24.806/1955 (ANA, 2007). Tal modelo vigorou até 1976, quando foram definidos novos critérios de enquadramento através do decreto estadual nº 8.468/1976, que regulamenta a lei nº 997/1976 (Lei estadual de controle da poluição ambiental).

O decreto nº 8.468/76 permanece em vigor e prevê, em seu artigo 7º, quatro classes de enquadramento (Classes 1, 2, 3 e 4) para as águas interiores estaduais, atribuindo, a cada uma, parâmetros físicos, químicos e biológicos, e respectivos padrões de qualidade, que constituem limites legais para lançamento de efluentes em corpos hídricos estaduais.

Com o advento da resolução CONAMA nº 357/2005, passou-se a adotar a “Classe Especial” para os corpos d’água anteriormente enquadrados na Classe 1 do decreto estadual. Desde então, o estado conta com cinco classes de qualidade (Classe Especial, Classes 1, 2, 3 e 4). Também por esse motivo, no estado de São Paulo, não há corpos hídricos enquadrados na Classe 1 do CONAMA, visto que esta apresenta características intermediárias às Classes 1 e 2 definidas na legislação estadual (SÃO PAULO, 2016).



De acordo com o disposto no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) de São Paulo (2016), os principais corpos de água de jurisdição estadual já se encontram enquadrados em classes de qualidade, por meio do decreto nº 10.755/1977, e suas alterações (decretos Estaduais nº 24.839/1986, e nº 39.173/1994) e deliberações do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), como segue no quadro 3.

**Quadro 3** - Corpos de água enquadrados por instrumento legal no Estado de São Paulo.

<b>Instrumento legal</b>	<b>Corpos de água estaduais enquadrados</b>
Decreto nº 10.755, de 22.11.77	Rio Paranapanema (Baixada Santista; Billings, Guarapiranga, Litoral Norte e Sul); rio Tietê; rio Aguapei; rio do Peixe; rio Grande; rio Mogi Guaçu; rio Paraíba do Sul; rio Pardo; rio Piracicaba; rio Ribeira de Iguape; rio Santo Anastácio; rio São José dos Dourados; rio Sapucaí-Mirim; rio Turvo.
Decretos nº 24.839, de 06.03.86	Reenquadramento do Rio Jundiá-Mirim e seus afluentes
Decreto nº 39.173, de 08.09.94	Reenquadramento de trechos do Córrego do Jacu, Córrego Água da Fortuninha e Ribeirão da Fortuna.
Deliberação CERH nº 03, de 25.11.93	Reenquadramento de trechos do córrego do Jacu, e do Ribeirão da Fortuna.
Deliberação CERH nº 162, de 09.09.14	Referenda a proposta de reenquadramento do Rio Jundiá.
Deliberação CERH nº 168, de 09.12.14	Referenda a proposta de reenquadramento de trecho do Ribeirão Lavapés.

**Fonte:** Adaptado de São Paulo, 2016.

Assim, todas as emissões de efluentes líquidos no estado de São Paulo, devem ocorrer conforme os parâmetros e padrões de qualidade definidos para a classe do corpo hídrico por meio de instrumento legal, sendo vedado o lançamento de efluentes, ainda que tratados, em águas de Classe Especial.

### **2.2.2. Parâmetros e padrões de lançamento de efluentes no estado do Rio de Janeiro**

No estado do Rio de Janeiro, o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras (SLAP), da extinta Fundação de Engenharia de Meio Ambiente (FEEMA), definiu, na década de 1970, um sistema próprio de classificação de corpos de água, que contemplava nove classes de usos benéficos. No entanto, tal modelo não contava com planos de implementação e não garantia o atendimento dos padrões de qualidade definidos (ANA, 2007). Fato é que o estado do Rio de Janeiro ainda não dispõe de legislação específica para a classificação e enquadramento de corpos de água, utilizando-se diretamente das diretrizes estabelecidas pela legislação federal em vigor (resolução CONAMA nº 357/2005 e suas alterações) (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2013).

Em levantamento divulgado pela ANA em 2009, o estado do Rio não aparece entre as unidades da federação que possuem corpos hídricos total ou parcialmente enquadrados por meio de

instrumentos legais (ANA, 2009). E, a partir de então, verifica-se que apenas uma das nove regiões hidrográficas do estado (região hidrográfica Guandu) teve trechos de rios formalmente enquadrados, por meio da resolução CERH nº 127/2014 (INEA, 2017).

Tal situação impõe severas dificuldades à gestão dos recursos hídricos nas demais regiões hidrográficas que seguem desprovidas de enquadramento, algumas das quais, dotadas de intensa atividade industrial. Entretanto, a resolução CONAMA nº 430, artigo 7º, prevê que:

o órgão ambiental competente deverá, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 16 desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas para o enquadramento do corpo receptor.

Desta forma, para fins de licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos potencial ou efetivamente poluidores de recursos hídricos, o órgão ambiental estadual, Instituto Estadual do Ambiente (INEA), se utiliza de normas e diretrizes próprias para o controle de lançamento de efluentes no estado, dentre as quais, destacam-se as seguintes: Nota Técnica nº 202.R-10, Nota Técnica nº 213.R-4, Diretriz nº 205.R-6 e Diretriz nº 215.R-4. Esta última aplicável a lançamentos de efluentes sanitários.

A Norma Técnica nº 202.R-10, aprovada por Deliberação CECA nº 1007/1986, contém, em seu tópico “4”, parâmetros de controle e respectivos limites de lançamento para uma vasta gama de poluentes hídricos, físicos e químicos (orgânicos e inorgânicos), oriundos de fontes industriais, incluindo: pH, temperatura, cor, sólidos sedimentáveis e flutuantes, compostos hidrofóbicos, metais, hidrocarbonetos, nutrientes, detergentes, entre outros. Contudo, não abordada critérios para controle de carga orgânica, sendo estes definidos pela Diretriz nº 205.R-6, aprovada pela Deliberação CECA nº 4887/2007.

No que se refere à remoção de carga orgânica biodegradável, medida pela DBO, são exigidos níveis mínimos de eficiência de 40%, 70% e 90%, a depender da vazão e da carga orgânica biodegradável total gerada pela atividade (Diretriz nº 205.R-6/2007). Desta forma, são previstas as seguintes possibilidades: (i) para unidades industriais com vazão de lançamento de até 3,5 m<sup>3</sup>/dia e geração de carga orgânica biodegradável total menor ou igual a 2,0 kg de DBO/dia, não é exigida remoção de DBO, apenas de sólidos grosseiros, sedimentáveis e materiais flutuantes; (ii) se a concentração for de 2,0 a 10 kg de DBO/dia, passa a ser exigida remoção mínima de 40% de carga orgânica biodegradável; (iii) caso a concentração esteja na faixa de 10 a 100 kg de DBO/dia, é

exigida remoção de no mínimo 70%; (iv) para efluentes industriais com carga orgânica biodegradável superior a 100 kg DBO/dia, exige-se remoção de, pelo menos, 90% da DBO.

Quanto à carga orgânica não biodegradável, mensurada a partir da DQO, as indústrias com vazão de lançamento de até 3,5 m<sup>3</sup>/dia deverão promover a remoção de, no mínimo, 3,5 kg/dia de DQO. No entanto, se a vazão superar 3,5 m<sup>3</sup>/dia, as exigências de remoção passam a ser definidas em função da tipologia industrial, conforme tabela 2.

**Tabela 2** - Exigências de remoção de DQO para empreendimentos industriais no Estado do Rio de Janeiro, segundo a tipologia industrial.

<b>Tipologia Industrial</b>	<b>DQO</b>
Indústrias químicas, petroquímicas e refinarias de petróleo.	< 250 mg/L ou 5,0 kg/dia
Fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários, exclusive unidades de fabricação de antibióticos por processo fermentativo.	< 150 mg/L ou 3,0 kg/dia
Fabricação de antibióticos por processo fermentativo.	< 300 mg/L ou 6,0 kg/dia
Fabricação de bebidas – cervejas, refrigerantes, vinhos, aguardentes, exclusive destilarias de álcool.	< 150 mg/L ou 3,0 kg/dia
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas, impermeabilizantes, secantes e resinas/massas plásticas.	< 300 mg/L ou 6,0 kg/dia
Curtume e processamento de couros e peles.	< 400 mg/L ou 8,0 kg/dia
Operações unitárias de tratamento de superfícies efetuadas em indústrias dos gêneros metalúrgico, siderúrgico, mecânico, material de transporte, material elétrico, eletrônico e de comunicações, editorial e gráfico, material plástico, borracha, aparelhos, instrumentos e materiais fonográficos, fotográficos e óticos.	< 200 mg/L ou 4,0 kg/dia
Indústrias alimentícias, exclusive pescado.	< 400 mg/L ou 8,0 kg/dia
Indústria de pescado.	< 500 mg/L ou 10 kg/dia
Fabricação de cigarros, charutos e preparação de fumo.	< 450 mg/L ou 9,0 kg/dia
Indústria têxtil.	< 200 mg/L ou 4,0 kg/dia
Indústrias siderúrgicas e metalúrgicas:	
▪ Coqueria, carboquímica e alto forno;	< 200 mg/L
▪ Aciaria e laminação;	< 150 mg/L
▪ Demais unidades, exceto setor de tratamento de superfícies.	< 100 mg/L
Papel e celulose.	< 200 mg/L ou 4,0 kg/dia
Estações terceirizadas de tratamento de efluentes líquidos.	< 250 mg/L ou 5,0 kg/dia
Percolado de aterro industrial.	< 200 mg/L

**Fonte:** Diretriz FEEMA nº 205.R-6.

Os critérios e padrões para controle da toxicidade em efluentes líquidos industriais, utilizando testes com organismos aquáticos vivos, são estabelecidos nos tópicos “6” e “7” da Nota Técnica nº 213.R-4, aprovada pela Deliberação CECA nº 1.948/1990. Os referidos testes devem ocorrer conforme os procedimentos definidos pelos Métodos FEEMA, nº 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58 e 59.

### **2.2.2.1. Programa de autocontrole de efluentes líquidos do estado do Rio de Janeiro**

O Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos (PROCON ÁGUA), criado por meio da Diretriz nº 942.R-7, aprovada pela Deliberação CECA nº 1.995/1990, é o instrumento por meio do qual os responsáveis pelas atividades poluidoras informam regularmente ao INEA, por intermédio do Relatório de Acompanhamento de Efluentes (RAE), as características qualitativas e quantitativas de seus efluentes líquidos (INEA, 2017).

Ao serem licenciados pelo INEA, os empreendimentos poluidores são cadastrados no programa e, para cumprir o disposto nas condicionantes de sua licença ambiental, devem submeter os efluentes gerados a análises de periodicidades diária, semanal, quinzenal e mensal, conforme tabela I da Diretriz nº 942.R-7. Os parâmetros a serem analisados, bem como a periodicidade de envio do RAE ao órgão ambiental, são estipulados nas próprias condicionantes de validade da licença. Os procedimentos para a coleta das amostras de efluente são definidos no Método FEEMA nº 402/1981.

### **2.2.3. Parâmetros e padrões de lançamento de efluentes no estado de Minas Gerais**

No Estado de Minas Gerais, o enquadramento dos corpos de água em classes é feito segundo os critérios constantes da Deliberação Normativa Conjunta (DNC) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), nº 01/2008, baseada na resolução CONAMA nº 357/2005 e suas alterações.

A referida deliberação prevê, em seu artigo 4º, cinco classes de qualidade para as águas doces de domínio estadual (Classe Especial e Classes 1, 2, 3 e 4), segundo os usos preponderantes e conforme as condições ambientais dos corpos de água. Também estabelece, para cada classe (artigos 12, 13, 14, 15 e 16), parâmetros físicos, químicos e biológicos, e respectivos padrões de qualidade para fins de lançamento de efluentes.

Segundo levantamento realizado pela ANA em 2007, seis das principais Bacias Hidrográficas do estado já possuem seus rios e afluentes enquadrados em classes de qualidade por intermédio de Deliberações Normativas do COPAM, conforme quadro 4 (ANA, 2007). Destaque-se que, a partir das informações disponibilizadas no sítio eletrônico da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), aba “legislação ambiental”, não se verifica novas deliberações relativas à classificação de corpos de água (MINAS GERAIS, 2017).

**Quadro 4 - Recursos hídricos enquadrados por instrumento legal no Estado de Minas Gerais.**

<b>Instrumento legal</b>	<b>Recurso hídrico</b>
Deliberação Normativa COPAM nº 05, de 22/12/1994;	Corrego Mingú (Rio das Velhas);
Deliberação Normativa COPAM nº 09, de 19/04/1994;	Rio Piracicaba e afluentes;
Normativa COPAM nº 14, de 28/12/1995;	Rio Paraopeba e afluentes;
Deliberação Normativa COPAM nº 16, de 24/09/1996;	Rio Paraíbuna e afluentes;
Deliberação Normativa COPAM nº 20, de 24/06/1997;	Rio das Velhas e afluentes;
Deliberação Normativa COPAM nº 28, de 9/12/1998;	Rio Pará e afluentes;
Deliberação Normativa COPAM nº 31, de 18/12/1998;	Reequadramento do Rio Ribeirão Paciência;
Deliberação Normativa COPAM nº 33, de 18/12/1998.	Rio Verde e afluentes.

**Fonte:** ANA, 2007; Minas Gerais, 2017.

Portanto, todos os despejos de efluentes em corpos hídricos no estado de Minas, devem ocorrer conforme o seu enquadramento, definido em instrumento legal, observando-se os parâmetros e respectivos padrões de qualidade estabelecidos para cada classe, na DNC COPAM/CERH nº 01 (artigos 12, 13, 14, 15 e 16), sendo vedado o lançamento de efluentes, ainda que tratados, em águas de Classe Especial.

### **2.2.3.1. Programa de autodeclaração de carga poluidora do estado de Minas Gerais**

De acordo com o artigo 46, da resolução CONAMA nº 357/2005 (alterado pelo artigo 28 da resolução CONAMA nº 430/11), os responsáveis por lançamentos de efluentes líquidos, no país, estão obrigados a declarar sua carga poluidora hídrica anual ao órgão ambiental competente.

Em 2008, o estado de Minas regulamentou tal disposição federal por meio da DNC COPAM/CERH nº 01/2008 (artigo 39), estabelecendo que “o responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior”. A declaração deve contemplar parâmetros de poluição hídrica de natureza física, química e biológica, relativos ao efluente bruto e tratado, conforme estabelecidos no Anexo Único da Deliberação. Além de outros parâmetros que vierem a ser definidos nas condicionantes de validade da licença ambiental do empreendimento (FEAM, 2017).

Segundo a referida DNC, devem prestar a declaração os empreendimentos enquadrados nas classes de impacto “3”, “4”, “5” e “6”, segundo critérios estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004. Para os empreendimentos de classe “3” e “4”, a declaração pode ser apresentada a cada dois anos.

Na região sudeste, o Estado de Minas Gerais foi pioneiro na regulamentação de tal diretriz federal, iniciando a coleta de dados no ano de 2011. Destaque-se que não foram observados regulamentos similares nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Apesar do programa “PROCON ÁGUA” do INEA (RJ) também se utilizar de dados de geração de efluentes declarados pelos empreendedores, este não segue os critérios da resolução CONAMA nº 430/11 (artigo 28), uma vez que apresenta particularidades quanto a sua aplicabilidade, parâmetros de monitoramento e periodicidade das análises.

### **2.3. Lançamento de efluentes líquidos: instrumentos nacionais de controle e gestão**

Além do enquadramento dos corpos d’água em classes, outros dois importantes instrumentos de gestão, previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos, se destacam por sua aplicabilidade ao controle da poluição hídrica no país. São eles: a outorga de direito de uso e o sistema de informações sobre recursos hídricos.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos, além da captação, abrange “o lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final”, com a exceção dos despejos de volume considerado insignificante, conforme definido em regulamento (BRASIL, 1997).

Já, o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), efetivamente criado pela lei nº 9.984/2000, inclui, dentre outras, a ferramenta intitulada “Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos” (CNDARH), instituída pela resolução ANA nº 317/2003. O referido cadastro, além dos dados de outorga, dispõe de informações qualitativas e quantitativas relativas aos lançamentos de efluentes em corpos de água realizados por atividades poluidoras no país (BRASÍL, 2017). Recentemente a ANA desenvolveu metodologia que permite projetar as vazões de retirada e de consumo de recursos hídricos por modalidades industriais, em função da variável “número de empregados da indústria” (ANA, 2017). Tal instrumento pode ser utilizado na estimação da geração de efluentes industriais por meio da diferença entre as vazões de retirada e de consumo.

No que tange, especificamente, aos aspectos quantitativos da geração nacional de efluentes industriais, cumpre destacar trabalho denominado “Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos”, realizado pela Fundação Banco do Brasil (FBB) em parceria com a Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE) e Universidade Federal de Viçosa (UFV), sob o acompanhamento técnico da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente (SRHU/MMA). Tal ferramenta fornece fatores para a mensuração da retirada/consumo de água e a

geração de efluentes, relativos a atividades industriais e de agricultura irrigada, conforme a Classificação de Atividades Econômicas (CNAE) (CNI, 2013).

#### **2.4. Avaliação de potencial poluidor e impacto: metodologias dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais**

A resolução CONAMA nº 237/1997 define, em seu Anexo 1, quais atividades são passíveis de licenciamento ambiental no Brasil, estabelecendo, no artigo 2º (§2º), que sejam definidos, pelos órgãos ambientais competentes, critérios de exigibilidade de licenciamento, baseados nas especificidades, riscos ambientais, porte e outras características da atividade ou empreendimento. Desde então, as agências ambientais do país passaram a desenvolver metodologias de base essencialmente empírica com vistas a promover a classificação de impacto das atividades ou empreendimentos e definir quais estariam sujeitos a procedimento de licenciamento ambiental.

A seguir são apresentados os sistemas de avaliação de potencial poluidor e classificação de impacto ambiental utilizados nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, por seus órgãos ambientais, respectivamente, Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

##### **2.4.1. Metodologia do INEA**

No Estado do Rio de Janeiro, o licenciamento ambiental tem início na década de 70, a partir da criação do Sistema de Licenciamento Ambiental de Atividades Poluidoras (SLAP), instituído pelo decreto Estadual nº 1.633/1977. Em 2009 o SLAP é substituído pelo Sistema de Licenciamento Ambiental (SLAM), criado pelo decreto nº 42.159/2009, posteriormente revogado pelo decreto de criação do “Novo SLAM”, nº 44.820/1914 (INEA, 2017).

O sistema para a classificação de impacto de atividades ou empreendimentos adotado no estado foi desenvolvida por analistas da extinta FEEMA e publicado através do MN-050.R-5 (Manual de Classificação de Atividades Poluidoras), aprovado pela resolução nº 23/2010, do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONEMA). Atualmente a metodologia é descrita por meio das resoluções INEA nº 52 e 53 e resolução CONEMA nº 42/2012.

### 2.4.1.1. Enquadramento quanto à denominação da atividade

O procedimento tem início no enquadramento, por similaridade, da atividade analisada em um dos códigos e denominações definidos na resolução INEA nº 52. A título de ilustração, o Quadro 5 apresenta parte do Anexo Único da referida resolução, onde se observa as atividades do subgrupo “Bebidas”, pertencente ao grupo “Indústrias de Transformação e Serviços de Natureza Industrial”.

**Quadro 5-** Códigos e denominações do subgrupo “bebidas” pertencente ao grupo “Indústrias de Transformação e Serviços de Natureza Industrial”.

GRUPO INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO E SERVIÇOS DE NATUREZA INDUSTRIAL			
Bebidas			
Atividades		PPIM	Crítérios
34.91.99	Destilação de álcool e/ou fabricação de açúcar de usina.	Médio	CE003
27.42.99	Engarrafamento e gaseificação de águas minerais.	Baixo	CE002
27.21.20	Fabricação artesanal de aguardente de cana-de-açúcar.	Insignificante	CE001
27.21.10	Fabricação de aguardente de cana-de-açúcar em escala industrial.	Baixo	CE002
27.21.50	Fabricação de aguardentes de melado de cana, frutas, cereais e outras matérias-primas - conhaque, rum, uísque, genebra, gim, vodka, bagaceira, etc.	Baixo	CE002
27.31.99	Fabricação de cervejas e chopes, inclusive levedo de cerveja.	Médio	CE003
27.23.99	Fabricação de licores e bebidas alcoólicas diversas (amargos, aperitivos preparados, aguardentes compostas e semelhantes).	Baixo	CE002

Fonte: INEA, 2012.

Observa-se que, além dos códigos e suas denominações, a resolução estabelece um Potencial Poluidor Inicial Mínimo (PPIM)<sup>1</sup> e um Critério de Enquadramento (CE), para cada atividade. São previstos, um total de cento e vinte e cinco CEs, todavia, para as atividades industriais, adotam-se apenas quatro (CE 001, CE 002, CE 003 e CE 004).

### 2.4.1.2. Definição do porte e do potencial poluidor das atividades ou empreendimentos

Após o enquadramento da atividade em um dos códigos/denominações previstos no Anexo Único da resolução INEA nº 52, procede-se à definição do porte e do potencial poluidor correspondente. O porte do empreendimento pode ser enquadrado como “mínimo”, “pequeno”, “médio”, “grande” ou “excepcional”, segundo critérios definidos na resolução INEA nº 53, apresentados na tabela 3.

<sup>1</sup> O Potencial Poluidor Inicial Mínimo (PPIM) corresponde ao menor potencial poluidor admitido para uma determinada atividade, podendo ser “insignificante”, “baixo”, “médio” ou “alto”. Para atividades enquadradas em CE001 têm-se PPIM Insignificante; para CE002, PPIM Baixo; para CE003, PPIM Médio; e para CE004, PPIM Alto.



**Tabela 3** - Parâmetros para definição do porte das atividades industriais no estado do Rio de Janeiro.

<b>Critério para determinação de Porte</b>	<b>Classificação</b>
<b>01 - Área de produção e armazenamento (m<sup>2</sup>)</b>	
até 500	0
acima de 500, até 2.000	1
acima de 2.000, até 10.000	2
acima de 10.000, até 40.000	3
acima de 40.000	4
<b>02 – Empregados</b>	
até 10	0
acima de 10, até 100	1
acima de 100, até 500	2
acima de 500, até 2.000	3
acima de 2.000	4
<b>Sistema de Pontuação (Critério: Média)</b>	
0	Mínimo
0,5 ou 1	Pequeno
1,5 ou 2	Médio
2,5 a 3,5	Grande
4	Excepcional

**Fonte:** INEA, 2012.

Para obter a definição do porte, basta calcular a média dos valores atribuídos aos parâmetros “área de produção e armazenamento (m<sup>2</sup>)” e “quantidade de empregados”, e, em seguida, consultar o “sistema de pontuação” fornecido na própria tabela.

Quanto ao potencial poluidor da atividade, este é definido como “insignificante”, “baixo”, “médio” ou “alto”, a partir de requisitos também estabelecidos na resolução INEA nº 53, expostos na tabela 4.

**Tabela 4** - Parâmetros para definição do potencial poluidor de atividades industriais no estado do Rio de Janeiro.

<b>Critério para determinação do Potencial Poluidor</b>	<b>Classificação</b>
<b>01 - Armazenamento de produtos perigosos (Não aplicável a CE003)</b>	
não há	Insignificante
há em quantidade menor que a massa máxima estocada da relação de substâncias perigosas	Baixo
há em quantidade maior que a massa máxima estocada da relação de substâncias perigosas	Médio
<b>02 - Tipos de resíduos gerados (Não aplicável a CE002 e CE003)</b>	
somente resíduos não perigosos	Insignificante
resíduos perigosos	Baixo
<b>03 - Vazão média de efluentes líquidos industriais (m<sup>3</sup>/d)</b>	
não gera efluentes	Insignificante
até 3,5	Insignificante
acima de 3,5, até 50	Baixo
acima de 50, até 500	Médio
acima de 500	Alto

**Fonte:** Adaptado de resolução INEA nº 53/2012.

O potencial poluidor das atividades industriais (critérios de enquadramento CE001, CE002, CE003 e CE004) é determinado como segue:

Para as atividades com critério de enquadramento CE001 (PPIM Insignificante), observa-se os três parâmetros expostos na tabela 4. Se ficar caracterizado que o empreendimento não armazena produtos perigosos, não gera resíduos perigosos<sup>2</sup> e não gera efluentes industriais ou gera com vazão média inferior a 3,5 m<sup>3</sup>/dia, a atividade é enquadrada com Potencial Poluidor Insignificante, igual ao PPIM pré-estabelecido; porém, se for constatado o armazenamento de produto perigoso, ou a geração de resíduos perigosos ou a geração de efluentes industriais no limite de 3,5 a 50 m<sup>3</sup>/dia, a atividade é enquadrada com o Potencial Poluidor Baixo; se, contudo, houver armazenamento de produtos perigosos em quantidade maior do que a “massa máxima estocada da relação de substâncias perigosas”<sup>3</sup> do INEA ou a geração de efluentes industriais no limite de 50 a 500 m<sup>3</sup>/dia, a atividade é enquadrada com Potencial Poluidor Médio; e, caso haja lançamento de efluentes industriais acima do limite de 500 m<sup>3</sup>/dia, o enquadramento será Potencial Poluidor Alto.

No que tange as atividades que possuem critério de enquadramento CE002 (PPIM Baixo), considera-se apenas os parâmetros de número 01 e 03 (tabela 4). Se for observado que o empreendimento armazena produtos perigosos em quantidade menor que a massa máxima estabelecida e gera efluentes industriais até o limite de 30 m<sup>3</sup>/dia, a atividade é enquadrada com “Potencial Poluidor Baixo”, tal como PPIM pré-definido; porém, se for constatado o armazenamento de produtos perigosos acima da massa máxima, ou forem gerados efluentes líquidos industriais no limite de 30 a 300 m<sup>3</sup>/dia, a atividade é enquadrada com “Potencial Poluidor Médio”; e, se houver lançamento de efluentes industriais acima do limite de 300 m<sup>3</sup>/dia, o Potencial Poluidor da atividade passará a ser classificado como “Alto”. Destaque-se que o parâmetro “tipos de resíduos gerados” não é avaliado para as atividades pertencentes ao critério CE002, uma vez que a geração de resíduos perigosos é considerada inerente a tais atividades.

Quanto às atividades que possuem critério de enquadramento CE003 (PPIM Médio), verifica-se apenas o parâmetro 03 (tabela 4). Se for constatado que o empreendimento gera efluentes industriais até o limite de 100 m<sup>3</sup>/dia, a atividade é enquadrada com “Potencial Poluidor Médio”, tal como o PPIM previsto; entretanto, se a geração de efluentes for superior a 100 m<sup>3</sup>/dia, o Potencial Poluidor da atividade passará a ser classificado como “Alto”. Frise-se que os parâmetros “armazenamento de produtos perigosos” e “tipos de resíduos gerados” estão ausentes no critério CE003, uma vez que são considerados intrínsecos às atividades nele contidas.

---

<sup>2</sup> Resíduos perigosos são todos aqueles enquadrados na classe I, conforme NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

<sup>3</sup> Relação do INEA, disponível no “portal do licenciamento” ([www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br)), que estabelece a massa máxima estocada, em quilogramas, de substâncias perigosas em recipientes não enterrados.

As atividades que apresentam critério de enquadramento CE004 (PPIM Alto) são imediatamente enquadradas como de Alto Potencial Poluidor, sem a necessidade de avaliação dos parâmetros 01, 02 e 03 (tabela 4), já que estes requisitos são tidos com pré-existentes para estas atividades.

### 2.4.1.3. Classificação de impacto das atividades ou empreendimentos

Definidos a denominação, o porte e o potencial poluidor das atividades ou empreendimentos, estes são enquadrados em classes de impacto (Classe 1A a Classe 6C) com base na matriz fornecida pela resolução CONEMA nº 42/2012, também encontrada no decreto estadual nº 44.820/2014 (Novo SLAM). Nesta matriz (quadro 6), a informação do porte do empreendimento é dada no eixo vertical e o potencial poluidor no horizontal. Do cruzamento destas informações obtêm-se a classificação de impacto correspondente.

**Quadro 6**– Critérios para a classificação das atividades quanto ao grau de impacto no Estado do Rio de Janeiro.

PORTE	POTENCIAL POLUIDOR			
	Insignificante	Baixo	Médio	Alto
<b>Mínimo</b>	Impacto Insignificante Classe 1A	Impacto Baixo Classe 2A	Impacto Baixo Classe 2B	Impacto Médio Classe 3A
<b>Pequeno</b>	Impacto Insignificante Classe 1B	Impacto Baixo Classe 2C	Impacto Baixo Classe 3B	Impacto Médio Classe 4A
<b>Médio</b>	Impacto Baixo Classe 2D	Impacto Baixo Classe 2E	Impacto Médio Classe 4B	Impacto Alto Classe 5A
<b>Grande</b>	Impacto Baixo Classe 2F	Impacto Médio Classe 3C	Impacto Alto Classe 5B	Impacto Alto Classe 6A
<b>Excepcional</b>	Impacto Baixo Classe 3D	Impacto Médio Classe 4C	Impacto Alto Classe 6B	Impacto Alto Classe 6C

Fonte: CONEMA, 2012.

Estão isentos de licenciamento ambiental no estado do Rio de Janeiro os empreendimentos ou atividades enquadrados nas classes 1A e 1B, visto que possuem potencial poluidor insignificante associado a um porte mínimo ou pequeno. Estabelecimentos enquadrados nas demais classes de impacto estão sujeitos a licenciamento.

## **2.4.2. Metodologia da CETESB**

No Estado de São Paulo, o tema “licenciamento ambiental” é inicialmente abordado no artigo 5º da lei nº 997/1976, no entanto, em 1997, novas diretrizes são definidas por intermédio da Política Estadual de Meio Ambiente, lei nº 9.509/1997, regulamentada pelo decreto Estadual nº 47.400/2002.

Em revisão às informações disponibilizadas pela CETESB, em seu sítio eletrônico, bem como as legislações estaduais, não se observou instrumentos destinados à classificação das atividades segundo o seu potencial poluidor, para fins de licenciamento ambiental estadual. Verificou-se, contudo, um sistema de enquadramento simplificado, que se baseia no porte dos estabelecimentos industriais para determinar quais podem ser licenciados pelos municípios e quais são de competência da CETESB.

Portanto, de acordo com as informações obtidas, diferente do que ocorre no Estado do Rio de Janeiro, em São Paulo a definição das atividades passíveis de licenciamento ambiental se dá de forma direta, apenas com base em sua descrição (tipologia), sendo dispensado o uso de metodologia para a graduação de potencial poluidor. Segundo o decreto nº 8.468/1976 (regulamento da lei nº 997/1976), artigo 58, §1º, todas as atividades relacionadas em seu Anexo 10 necessitam de prévio licenciamento ambiental a ser efetuado pela CETESB. Já, as constantes no Anexo 09, consideradas de impacto ambiental local, devem ser licenciamento pelos municípios, desde que estes estejam capacitados para exercer o licenciamento, segundo critérios definidos na Deliberação Normativa CONSEMA nº 01/2014.

Desta forma, entende-se que, as atividades constantes nos Anexos 09 e 10 do referido decreto, são consideradas efetivamente poluidoras e, portanto, demandam prévio licenciamento ambiental. Destaque-se que, ambos os grupos de atividade (Anexo 09 e 10) poderão, excepcionalmente, ser objeto de licenciamento ambiental simplificado, conduzido pela CETESB por meio do Sistema de Licenciamento Simplificado (SILIS).

### **2.4.2.1. Critérios para a classificação dos municípios e das atividades de impacto ambiental local**

As atividades de impacto ambiental local (anexo 09 do decreto nº 8.468/1976), em regra, são licenciadas pelos municípios, conforme os termos de cooperação previstos na Lei Complementar Federal nº 140/2011. Entretanto, nem todos os municípios do Estado de São Paulo encontram-se, atualmente, aptos a executar o licenciamento de atividades de todas as tipologias e portes, o que

torna necessário a classificação dos municípios, bem como das atividades, segundo os parâmetros definidos na Deliberação Normativa CONSEMA nº 01/2014.

De acordo com a referida deliberação, os municípios são enquadrados em “grande”, “médio” e “pequeno” porte, segundo critérios apresentados no quadro 7 (número de habitantes, histórico de funcionamento do Conselho Municipal de Meio Ambiente e equipe técnica do órgão ambiental municipal).

**Quadro 7-** Critérios para a classificação dos município quanto ao Porte no Estado de São Paulo.

Enquadramento	Requisitos
Grande Porte	Número de habitantes superior a 500.000, segundo o IBGE <sup>4</sup> ; Mais de 5 anos de funcionamento do Conselho Municipal de Meio Ambiente; Equipe técnica multidisciplinar própria formada por no mínimo 20 (vinte) profissionais.
Médio Porte	Número de habitantes entre 60.000 e 500.000, segundo o IBGE; Mais de 3 anos de funcionamento do Conselho Municipal de Meio Ambiente; Equipe técnica multidisciplinar própria formada por no mínimo 10 (vinte) profissionais.
Pequeno Porte	Ter Conselho Municipal de Meio Ambiente em funcionamento; Equipe técnica multidisciplinar própria formada por no mínimo 03 (vinte) profissionais.

**Fonte:** CONSEMA, 2014.

Já, quanto às atividades industriais (descritas no Anexo I, Item I da DN CONSEMA nº 1), estas são classificadas em “alto”, “médio” e “baixo” impacto ambiental local, com base na denominação CNAE<sup>5</sup> e no porte do estabelecimento, da forma apresentada no quadro 8.

**Quadro 8-** Critérios para a classificação das atividades industriais de impacto ambiental local no estado de São Paulo.

Enquadramento	Porte
Alto impacto ambiental local	Empreendimentos que apresentam área construída superior a 5.000 m <sup>2</sup> e igual ou inferior a 10.000 m <sup>2</sup> ;
Médio Impacto ambiental local:	Empreendimentos que possuem área construída superior a 2.500 m <sup>2</sup> e igual ou inferior a 5.000 m <sup>2</sup> ;
Baixo Impacto ambiental local	Empreendimentos cuja área construída não ultrapassa 2.500 m <sup>2</sup> .

**Fonte:** CONSEMA, 2014.

Segundo a Deliberação Normativa CONSEMA nº 01, municípios de pequeno porte só podem licenciar atividades de baixo impacto (conforme classificação acima); já municípios de médio porte licenciam atividades de pequeno e médio impacto; e, municípios de grande porte, estão aptos a

<sup>4</sup>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

<sup>5</sup>Classificação Nacional de Atividades Econômicas

licenciar atividades de pequeno, médio e grande impacto. Nos demais casos, o licenciamento deverá ser realizado pela CETESB em caráter suplementar, como prevê o decreto Estadual nº 60.329/2014.

### **2.4.3. Metodologia da FEAM**

No estado de Minas Gerais, o licenciamento ambiental tem início com a publicação da lei 7.772/1980, regulamentada pelo decreto Estadual nº 21.228/1981, contudo, novos critérios são posteriormente definidos através do decreto Estadual nº 44.844/2008.

De forma similar ao que ocorre no estado do Rio de Janeiro, a metodologia desenvolvida pela FEAM, órgão ambiental estadual de Minas Gerais, enquadra as atividades efetiva ou potencialmente poluidoras em classes de impacto com base no porte e no potencial poluidor que estas apresentam.

A metodologia é descrita pela Deliberação Normativa nº 74/2004, do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) que, em seu Anexo Único, confere códigos alfanuméricos no formato N-XX-YY-Z às atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, onde “N” corresponde à classe (natureza) da atividade, “XX” ao número do item da tipologia, “YY” ao número do subitem da tipologia e “Z” ao dígito verificador da codificação. Às atividades minerárias e industriais são atribuídos os seguintes prefixos “N”: A - Mineração; B - Indústria Metalúrgica e Outras; C- Indústria Química; D - Indústria Alimentícia.

Após o enquadramento da atividade em um dos códigos/denominações previstos no Anexo Único da Deliberação Normativa nº 74, procede-se à definição do porte e do potencial poluidor.

#### **2.4.3.1. Definição do porte e do potencial poluidor das atividades ou empreendimentos**

Quanto à determinação do porte, os empreendimentos são enquadrados como “pequeno”, “médio” ou “grande”, com base em trinta e um parâmetros distintos, que incluem, dentre outros, os seguintes: produção bruta, capacidade instalada, número de empregados, matéria prima processada, vazão captada, área útil, extração, comprimento de linha, número de poços explorados, etc. Tais parâmetros podem ser considerados separadamente ou em conjunto, a depender da tipologia da atividade industrial, conforme exposto no Anexo Único da Deliberação COPAM nº 74.

No que se refere à mensuração do potencial poluidor, para cada atividade, segundo suas características, a Deliberação COPAM nº 74 estipula um “potencial poluidor de referência” do ar, da água, e do solo, que pode ser Pequeno (P), Médio (M) ou Grande (G). A partir de então, define-se o “potencial poluidor geral” de cada atividade, conforme procedimento apresentado no Quadro 9.

Destaque-se que, neste processo, os efeitos da poluição sonora estão contidos no potencial poluidor do ar, enquanto que, no potencial poluidor do solo, incluem-se os efeitos do meio biótico e socioeconômico (COPAM, 2004).

**Quadro 9-** Procedimento para definição do potencial poluidor Geral das atividades no estado de Minas Gerais.

Potencial Poluidor	Potencial Poluidor/Degradador (Variáveis)									
	P	P	P	P	P	P	M	M	M	G
Ar	P	P	P	P	P	P	M	M	M	G
Água	P	P	P	M	M	G	M	M	G	G
Solo	P	M	G	M	G	G	M	G	G	G
Geral	P	P	M	M	M	G	M	M	G	G

Fonte: COPAM, 2004.

#### 2.4.3.2. Classificação de impacto das atividades ou empreendimentos

Conhecidos o porte e o potencial poluidor (geral) das atividades ou empreendimentos, estes são enquadrados em classes de impacto (Classe 1 a Classe 6) de acordo com a matriz apresentada no Quadro 10.

**Quadro 10** – Critérios para a classificação das atividades quanto ao grau de impacto no estado de Minas Gerais.

Porte	Potencial Poluidor		
	Pequeno	Médio	Grande
Pequeno	Classe1	Classe1	Classe3
Médio	Classe 2	Classe3	Classe5
Grande	Classe4	Classe5	Classe6

Fonte: COPAM, 2004.

Apenas as atividades ou empreendimentos enquadrados nas classes 3, 4, 5 e 6 estão sujeitas ao licenciamento ambiental em âmbito estadual (COPAM, 1974).

#### 2.4.4. Deficiências e potencialidades das metodologias dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais

A partir das informações apresentadas a cerca das metodologias adotadas pelos órgãos ambientais dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, para a classificação de impacto de atividades ou empreendimentos potencial ou efetivamente poluidores, observa-se que a

metodologia do INEA (RJ) se mostra mais elaborada no tocante à determinação do potencial poluidor das atividades, uma vez que considera um número maior de requisitos para este fim.

O modelo da FEAM (MG) guarda similaridades com o utilizado pelo INEA, entretanto, o potencial poluidor do “ar”, da “água” e do “solo”, que pode ser pequeno, médio ou grande é atribuído às atividades de forma arbitrária, sem a prévia avaliação de parâmetros, segundo se observa na Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004. O referido modelo, contudo, apresenta-se mais sofisticado no que tange a definição do porte dos empreendimentos, uma vez que contempla trinta e um parâmetros distintos neste processo, que são selecionados conforme a tipologia da atividade.

Quanto ao sistema da CETESB (SP), este possui diferenças importantes em relação aos empregados nos demais estados, visto que não dispõe de critérios para a graduação de potencial poluído, atendo-se apenas à tipologia das atividades para definir quais são passíveis de licenciamento ambiental no nível estadual. O estado, todavia, dispõe de um sistema de enquadramento simplificado, que considera o porte dos estabelecimentos industriais (através do parâmetro “área construída”) para definir as competências do licenciamento.

Desta forma, considera-se que, entre as três metodologias, a desenvolvida pela FEEMA (atual INEA) apresenta vantagens comparativas em relação às demais no tocante à mensuração do potencial poluidor, uma vez que contempla uma maior gama de requisitos para este fim. Já, o modelo da FEAM, mostra-se mais elaborado, em relação aos demais, no que diz respeito a definição do porte dos empreendimentos, uma vez que avalia um número maior de parâmetros neste processo.

## **2.5. Avaliação de potencial poluidor e impacto: sistema de projeção de poluição industrial do Banco Mundial**

O *Industrial Pollution Projection System* (IPPS), que foi desenvolvido por técnicos do *Environment Infrastructure Agriculture Division Policy Research Department* (PRDEI), do Banco Mundial, em 1987, a partir de informações ambientais, econômicas e geográficas de fábricas dos EUA, fornecidas pela Agência Ambiental Americana (EPA) e Pelo Censo Industrial Americano (*US. Manufacturing Census*). O sistema relaciona Fatores de Intensidade de Emissão de Poluição (coeficientes) a uma medida da atividade industrial, que pode ser dada pelas variáveis “valor de produção” (VP), “valor adicionado” (VA) ou “número de empregados” (NE) da indústria. A partir desta relação, são fornecidas estimativas de uma considerável gama de poluentes industriais, relativos aos meios “ar”, “água” e “solo”, notadamente: Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Particulados Totais (PT), Particulados Finos (PM10) e COVs, para o ar; DBO e STS, para a água; além de poluentes tóxicos e metais bioacumulativos,



contaminantes do ar, da água e do solo, cuja relação completa pode ser consultada em Hettige *et al.* (1995).

De acordo com Moreno (2005), dentre quatro conhecidas metodologias internacionais de avaliação da poluição (AP-42 da *Environmental Protection Agency*–EPA, Inventário de Emissões Aéreas da Comissão Europeia, Método de Avaliação Rápida da Poluição da Organização Mundial da Saúde e IPPS do BM) o IPPS se destaca por fornecer estimativas de emissão de poluentes a partir de indicadores de atividade industrial de fácil obtenção (valor de produção, valor adicionado ou número de empregados), o que facilita a sua utilização por países emergentes. Oketola e Osibanjo (2009) também evidenciam o sistema como uma ferramenta de aplicação simples e de baixo custo, indicada para fornecer estimativas de carga poluidora a economias em desenvolvimento.

O IPPS apresenta resultados mais contundentes na avaliação da poluição hídrica. Segundo Gamper-Rabindranand Jha (2004), em trabalho destinado a analisar o potencial poluidor da Índia, observou-se forte grau de correlação (87%) entre as estimativas de emissão de poluentes hídricos, geradas pela metodologia IPPS, e medidas reais fornecidas pelo *Central Pollution Control Board* (CPCB), do Ministério do Ambiente, Florestas e Mudanças Climáticas daquele país. Por outro lado, em relação à poluição atmosférica, verificou-se correlação moderada (46%).

O modelo trabalha com três fatores ou coeficientes de intensidade de poluição, denominados de *lower bound* (LB), *upper bound* (UB), *inter quartile* (IQ), que foram gerados a partir de dados de emissão de poluentes obtidos da Agência Ambiental Americana (EPA), e dados da atividade industrial, oriundos do censo industrial americano (*US. Manufacturing Census*). Tais coeficientes são correlacionados aos códigos e denominações da classificação internacional (*Standard Industrial Classification – ISIC – revisão II*), adotada nos EUA. Ressalte-se que, para que o IPPS possa ser aplicado no Brasil, faz-se necessária a compatibilização dos códigos e denominações da ISIC com os da Classificação de Atividades Econômicas (CNAE).

A equação 1 expressa a razão que possibilita a criação dos coeficientes de poluição por meio da associação da emissão de poluentes, de determinada tipologia industrial (segundo a ISIC), com a medida de sua atividade, dada pelas variáveis VP, VA e NE.

$$FIEP = \frac{MEP}{MAI} \quad (1),$$

Onde: *FIEP* representa o Fator de Intensidade de Emissão do Poluente; *MEP* é a Medida de Emissão Média do Poluente e *MAI* é a Medida da Atividade da Indústria, que é expressa pelas variáveis Valor de Produção, Valor Adicionado, ou Número de Empregados da Indústria.

No caso de serem utilizadas as variáveis monetárias VP ou VA, os resultados são expressos em “Libra/US\$”. Se a opção for pela variável NE, utiliza-se a notação “Libra/1000 empregados/ano”.

Autores brasileiros têm demonstrado predileção pelo indicador NE, devido a maior disponibilidade de dados. De acordo com Hettige *et al.* (1995), no IPPS, os resultados obtidos a partir do NE possuem correlação de 98% com aqueles auferidos através da variável monetária “VA”, o que significa não haver prejuízos às estimativas com o uso deste indicador.

### 2.5.1. A metodologia IPPS no Mundo

Os resultados do IPPS têm sido utilizados preponderantemente por economias emergentes, onde dados insuficientes sobre a poluição industrial se revelaram um obstáculo à criação de estratégias de controle da poluição e à priorização das atividades (ETIM, 2012). O quadro 11 relaciona trabalhos em que o modelo é aplicado a localidades de industrialização recente, na Ásia e África.

**Quadro 11-** Casos de aplicação do Sistema IPPS nos continentes Africano e Asiático.

País / localidade	Descrição sucinta do trabalho	Referência
Índia	As estimativas foram realizadas a partir da variável “valor adicionado”, sendo a carga poluidora expressa em Kg por mil rupias indianas. Os resultados indicam a existência de um <i>trade-off</i> entre os ganhos econômicos da liberalização comercial da Índia em 1991 e suas conseqüências ambientais.	Gamper-Rabindranand Jha (2004)
Vietnam	As estimativas foram realizadas a partir da variável “valor adicionado”, com carga poluidora expressa em Kg por mil dólares Vietnamitas. Os resultados apontam para um aumento significativo da produção de seguimentos intensivos em poluição hídrica e tóxica no Vietinam, entre os anos de 2000 a 2003, especialmente nos setores de couro e têxteis.	Jha and Mani (2006)
República Democrática Popular de Lau	As estimativas foram realizadas a partir da variável “número de empregados”. Observou-se, durante os anos de 2013 e 2014, que, apenas 10 empresas do seguimento “cimento, cal e gesso”, responderam por 80,87% das emissões de SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> e TSP da indústria nacional; no setor “metais não-ferrosos” as 10 maiores organizações representaram mais de 70% das descargas de metais tóxicos; e no setor “celulose, papel e cartão”, menos de 10 empresas arcaram com 100% das descargas de STS e DBO.	GmsEnvironmnt Operations Center (2016).
Ogun (Nigéria Ocidental).	As estimativas foram geradas para dois distritos indústrias em Ogun, com base na variável “número de empregados”. Verificou-se que, dentre os anos de 2005 e 2008, os setores químico e farmacêutico, metal básico e alimentos, bebidas e tabaco, foram os mais intensivos em poluição (97,18%), e os seguimentos eletroeletrônico, de automóveis e de produtos de madeira, os que apresentaram melhores resultados (0,13%).	ODESANY A, B. O. et al. (2012).
Ota (Sudoeste da Nigéria)	As estimativas foram realizadas para um distrito indústria de Ota, a partir da variável “número de empregados”. Segundo os resultados obtidos, em todo o histórico de operação do distrito foram liberados cerca de 6970 ton./ano de poluentes atmosféricos (SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, VOC e PM), 10800 ton./ano de poluentes hídricos (DBO e STS) e 1090 ton./ano de poluentes tóxicos (ar, terra e água).	Etim (2012).
Cidade de Lagos,	As estimativas realizadas para às indústrias da cidade de Lagos tiveram por base a variável “número de empregados”. Os resultados apontaram que, entre os anos de 1992 e	Oketola e Osibanjo

(Sudeste da Nigéria)	2002, considerando os meios “ar”, “solo” e “água”, o setor químico e farmacêutico é o mais poluente, seguido de Metal Básico, Indústria de Plásticos e Alimentação, Bebidas e Tabaco.	(2007).
----------------------	---	---------

**Fonte:** Autoria própria, 2017.

Também são conhecidos casos de aplicação do sistema IPPS em países da América do Norte e Europa. Neste sentido, cabe ressaltar estudo em que dados da contabilidade social dos EUA, Canadá e México, foram empregados na avaliação das transferências de poluição entre os três países, em função de suas transações comerciais (REINERT; ROLAND-HOLST, 2001). No continente Europeu, destaca-se o emprego do sistema na análise da poluição industrial da Letônia (LAPLANTE & SMITS, 1998).

### 2.5.2. A Metodologia IPPS no Brasil

No Brasil, o IPPS tem sido utilizado principalmente pelo IBGE, seus pesquisadores e colaboradores. No ano de 2000, o instituto aplicou o sistema, possivelmente pela primeira vez, para estimar a emissão de poluentes hídricos e atmosféricos por fontes industriais na Região Sudeste do país (GUIMARÃES E MORENO *apud* MORENO, 2005). No ano de 2002, o IBGE, em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, publicou o primeiro exemplar da “Pesquisa de Informações Básicas Municipais: Perfil dos Municípios Brasileiros” (única da série destinada ao tema “meio ambiente”), onde utiliza o IPPS para avaliar os níveis de poluição atmosférica de origem industrial, em um apanhado de quatrocentos e sessenta e oito municípios brasileiros (IBGE, 2002). Em 2005, colaboradores do IBGE e do MMA ampliaram esta pesquisa, aplicando a metodologia na análise da poluição atmosférica, oriunda de fontes fixas, em cinco mil, quinhentos e sessenta municípios brasileiros. (BARCELLOS *et al.*, 2005). No ano de 2008, a Coordenadoria de Recursos Naturais e Estudos Ambientais do IBGE aplicou novamente o modelo para estimar o potencial poluidor do ar das indústrias do estado do Rio de Janeiro (SOR *et al.*, 2008). Neste trabalho, os autores destacam as seguintes potencialidades do sistema:

- i. Aplicabilidade à maior parte do território nacional, permitindo a identificação das áreas críticas (“*hot spots*”) de poluição industrial;
- ii. Possibilita a inferência dos efeitos negativos da poluição industrial sobre a população em regiões onde não existem medições;

- iii. Pode ser utilizado por órgãos ambientais na priorização das ações, permitindo a racionalização de recursos;
- iv. Complementar a metodologia da FEEMA (atual Instituto Estadual do Ambiente - INEA), permitindo uma análise quali-quantitativa da poluição e auxiliando o processo de licenciamento ambiental;
- v. Mensurar a poluição industrial, em casos em que se faça necessário instituir um instrumento econômico de cobrança (princípio poluidor pagador).

Apesar das diferentes aplicabilidades identificadas, o estudo conclui pela necessidade do desenvolvimento de fatores nacionais de emissão.

A construção de fatores de emissão nacionais e a inclusão de algumas tipologias industriais (mineral extrativa, alcoolquímica, etc.) traria uma significativa melhoria das estimativas de potencial poluidor da metodologia IPPS, criando um modelo mais adequado para estudos e diagnósticos rápidos da poluição ambiental associada ao parque industrial brasileiro (SOR. *et. al*, 2008, p. 33).

Por derradeiro, cabe destacar relevante caso de aplicação do IPPS ao Parque Industrial do estado do Rio de Janeiro, onde a autora utiliza os fatores de poluição *lower bound*, considerados mais abrangentes, para avaliar as emissões de poluentes para o ar, água e solo de um total de vinte e uma mil, cento e sessenta e oito unidades industriais localizadas no território estadual (MORENO, 2005). Em estudo semelhante, o IPPS foi empregado para estimar a carga de poluição hídrica, em toneladas por ano, em termos de DBO, STS, Tóxicos da Água e Metais Tóxicos da Água, de duzentos e sessenta e um empreendimentos industriais localizados na Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba (COSTA; FERREIRA; NEVES, 2011).

### **2.5.3. Limitações da metodologia IPPS**

De modo geral, os autores acima citados referem-se ao IPPS como uma ferramenta de fácil aplicação, que possibilita, a partir de um indicador de atividade industrial, estimar o potencial poluidor de indústrias e seguimentos industriais, bem como promover a hierarquização de fontes de poluição. Todavia, a metodologia têm limitações que são enumeradas por Moreno (2005, p. 43), como segue:

- 1) o resultado do potencial de poluição, fornecido pela metodologia IPPS, é teórico, não representando a efetiva poluição da indústria;
- 2) o uso de fatores de emissão baseados em dados econômicos e ambientais da indústria americana pode interferir na exatidão da estimativa;

- 3) a medida de poluição a partir do número de empregados pode ser criticada, por não considerar a inovação tecnológica, o processo industrial, as matérias-primas, a terceirização e a automação dos processos (que implicam na redução do número de empregados).
- 4) os fatores de intensidade de poluição *lower bound* (LB) subestimam a verdadeira poluição industrial;
- 5) os fatores de intensidade de emissão são baseados na poluição remanescente, e nem todas as indústrias brasileiras têm controle de poluição;
- 6) não há fator de intensidade de poluição IPPS para as indústrias extrativas, as de produção de álcool e as termelétricas.

As limitações de número “2”, “5” e “6”, segundo a autora, decorrem das diferenças entre as estruturas industriais, brasileira e norte americana.

### 3. MATERIAL E MÉTODO

A fim de consolidar os objetivos propostos, realizou-se, por meio do presente artigo, uma revisão bibliográfica a cerca dos temas “efluentes líquidos industriais e principais poluentes”, “parâmetros e padrões de lançamento de efluentes industriais”, “instrumentos nacionais de controle e gestão de lançamento de efluentes”, “metodologias nacionais de avaliação de potencial poluidor e impacto” e “Sistema de Projeção da Poluição Industrial” (IPPS) do Banco Mundial.

Para promover um apanhado geral sobre o assunto “efluentes líquidos indústrias”, foram utilizados livros, artigos científicos de bases nacionais, dissertações de Mestrado e teses de Doutorado disponíveis em sites de Instituições de Ensino Superior, além de normas técnicas do INEA, da SABESP, e da ABNT.

Quanto aos temas “parâmetros e padrões de lançamento de efluentes” e “Instrumentos de controle e gestão para lançamentos de efluentes” e “metodologias nacionais de avaliação de potencial poluidor e impacto” foram consultadas legislações federais obtidas do sítio eletrônico do Planalto, Resoluções do CONAMA, Resoluções da ANA e informações da Confederação Nacional da Indústria (CNI). Em âmbito estadual, utilizou-se de leis e decretos dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, Resoluções dos respectivos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos, além de normas e diretrizes do INEA, no caso específico do Estado do Rio de Janeiro.

Por fim, para a obtenção de dados a cerca da sistema IPPS do Banco Mundial, adotou-se, sobretudo, artigos científicos de bases estrangeiras, dissertações de mestrado, além de relatórios, documentos e informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A literatura impressa foi, em parte, obtida por meio da Biblioteca e do Núcleo de Pesquisa do Instituto Federal Fluminense (Campus Macaé) e, quanto aos materiais disponíveis em meio digital, utilizou-se computador conectado à internet.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as principais metodologias nacionais, desenvolvidas pelos órgãos ambientais dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, são úteis para classificar, qualitativamente, o potencial poluidor e o porte dos empreendimentos industriais, com destaque para o modelo do INEA (RJ). Contudo, nenhum dos sistemas fornece estimativas de emissão de poluentes.

A metodologia IPPS do BM, por outro lado, constitui-se de um sistema de projeção da poluição industrial, amplamente utilizado no mundo, sobretudo, por países de economia emergente, capaz de gerar estimativas para uma considerável gama de parâmetros de poluição, a saber: NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, PT, PM10 e COVs, para o ar; DBO e STS, para a água; além de poluentes tóxicos e metais bioacumulativos, contaminantes do ar, da água e do solo.

No Brasil, de acordo com Dalmolin, Sperb e Modro (2015), o IPPS tem sido empregado pelo IBGE para estimar a geração de poluentes industriais nos Estados e Municípios do país. Todavia, o próprio instituto admite que o modelo tenha limitações relevantes e reconhece a importância do desenvolvimento de fatores nacionais de poluição (SOR *et al.* 2008).

Moreno (2005) relaciona (item 2.5.3), seis deficiências da metodologia, das quais, três se referem às diferenças estruturais entre as indústrias, brasileira e norte americana, haja vista o IPPS ter sido desenvolvido a partir de dados da Agência Ambiental Americana (EPA) e do Censo Industrial Americano. Observa-se ainda, as imprecisões decorrentes do avanço tecnológico, em razão da metodologia utilizar dados industriais da década de 1980. Tais fatores trazem muitas reservas ao emprego do modelo no Brasil.

Além das ressalvas feitas pela autora, verifica-se que, no tocante à poluição hídrica, apesar da aparente precisão dos resultados (GAMPER-RABINDRANAND JHA, 2004), o sistema IPPS considera apenas os parâmetros DBO e STS, além de “tóxicos da água” e “metais tóxicos da água”; não abordando outros indicadores de grande relevância para que se tenha um panorama global da poluição das águas por efluentes industriais, a exemplo da DQO, OG, e SSd.

Como enfatizado no tópico 2.1, os efluentes industriais consistem em uma mistura complexa de poluentes que contem sólidos, em suspensão ou dissolvidos, de origem orgânica (biodegradável

ou persistente) ou inorgânica. Cada uma destas frações inclui uma grande variedade de compostos que, para serem identificados em meio aquoso, demandam a realização de análises de múltiplos parâmetros específicos. Neste sentido, Cammarota (2013, p. 15) afirma que:

é impraticável, senão impossível, obter-se uma análise química completa da maioria dos compostos. Por esta razão, uma série de métodos empíricos para avaliação da concentração dos contaminantes, denominados indicadores globais de poluição, é empregada, cuja aplicação não requer o conhecimento da composição química do efluente em questão.

Segundo a autora, entre os ditos “Indicadores Globais de Poluição” encontram-se os parâmetros globais “Sólidos Totais”, “DBO”, “DQO” e “OG”.

Como explicitado no tópico 2.2, o indicador “Sólidos Totais”, em especial, a parcela em suspensão (SST), e sua fração sedimentável (SSd), fornecem, dentre outras, informações a cerca da turbidez das águas e a possível concentração de sedimentos no leito do corpo hídrico. Já os indicadores DBO e DQO relatam sobre o perfil de biodegradabilidade do efluente, discriminando suas frações biodegradável e não biodegradável (onde ocorrem compostos orgânicos persistentes); e a respeito da saturação de O<sub>2</sub> no corpo d’água. Por fim, o indicador “OG” (vide tópico 2.2.1.3), informa quanto à presença de compostos hidrofóbicos na água (gorduras, graxas, ácidos, graxas livres, óleos minerais e outros materiais graxos).

Desta forma, considera-se que a construção de coeficientes de poluição capazes de fornecer estimativas para tais parâmetros globais ou indicadores (STS, SSd, DBO, DQO, OG) resultará em um método empírico eficaz na caracterização de efluentes industriais e de seus impactos ao corpo receptor.

## 5. CONCLUSÃO

Tendo em vista os resultados da presente pesquisa, considera-se viável o desenvolvimento da metodologia proposta, que terá, basicamente, as seguintes características:

- i. Será desenvolvida a partir de dados ambientais, geográficos e empresariais de empreendimentos industriais em operação no estado de Minas Gerais, oriundos do Programa de Autodeclaração de Carga Poluidora da FEAM (órgão ambiental estadual de Minas), abordado no tópico 2.2.3 deste trabalho.
- ii. Terá, como modelo teórico conceitual, o sistema IPPS do BM;

- iii. Irá fornecer estimativas de emissão para os principais indicadores globais de poluição industrial hídrica, discutidos neste estudo (STS, SSd, DBO, DQO e OG), além de também projetar as vazões de lançamento de efluentes;
- iv. As projeções serão geradas em função do número de empregados da indústria;
- v. Terá, como sistema de codificação, a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0).

Ressalte-se que, em consulta ao INEA (órgão ambiental estadual do Rio de Janeiro), obteve-se a informação de que, devido à periodicidade de realização de análises do programa PROCON ÁGUA (diária, duas vezes por semana, semanal, quinzenal e mensal), os dados não se encontram estruturados de modo que pudessem ser disponibilizados para o fim pretendido.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **CNARH – Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://cnarh.ana.gov.br/>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução nº 141, de 10 de junho de 2012. **Estabelece Critérios e Diretrizes para Implementação dos Instrumentos de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos e de Enquadramento dos Corpos de Água em Classes, Segundo os Usos Preponderantes da Água, em Rios Intermitentes e Efêmeros, e Dá Outras Providências**. Brasília, DF.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução nº 317, de 26 de agosto de 2003. **Instituir O Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – Cnarh Para Registro Obrigatório de Pessoas Físicas e Jurídicas de Direito Público Ou Privado Usuárias de Recursos Hídricos**. Brasília, DF.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: Ana, 2009. Disponível em: <[http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_2013.pdf](http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_2013.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2017.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2013**. Brasília: Ana, 2013. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de>



conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\_informe\_2013.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2017.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2015**. Brasília: Ana, 2015. Disponível em: <[http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_2013.pdf](http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_2013.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2017.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama do enquadramento dos corpos d'água**. Brasília: Ana, 2007. Disponível em: <[http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_2017.pdf](http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_2017.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10561**: Águas - Determinação de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) - Método do cone de Imhoff - Método de ensaio. São Paulo: Abnt, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10664**: Águas - Determinação de resíduos (sólidos) - Método gravimétrico - Método de ensaio. São Paulo: Abnt, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10741**: Água - Determinação de carbono orgânico total - Método da combustão-infravermelho - Método de ensaio. São Paulo: Abnt, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12614**: Águas - Determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) - Método de incubação (20°C, cinco dias) - Método de ensaio. São Paulo: Abnt, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13.801**:Água - Determinação de arsênio pelo método de dietilditiocarbamato de prata. São Paulo: Abnt, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13738**: Água - Determinação de cromo hexavalente - Método colorimétrico da difenilcarbazida. São Paulo: Abnt, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13740**: Água - Determinação de cromo total - Método colorimétrico da s-difenilcarbazida. São Paulo: Abnt, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13802**: Água - Determinação de selênio pelo método colorimétrico da diaminobenzidina. São Paulo: Abnt, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13803**: Água - Determinação de mercúrio total pelo método da espectrometria de absorção atômica por geração de vapor a frio. São Paulo: Abnt, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13809**: Água - Tratamento preliminar de amostras para determinação de metais - Método da espectrometria de absorção atômica/emissão em chama. São Paulo: Abnt, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13810**: Água - Determinação de metais - Método de espectrometria de absorção atômica por chama. São Paulo: Abnt, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13814**: Água - Determinação de cromo - Método da espectrometria de absorção atômica por chama. São Paulo: Abnt, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14063**: Óleos e graxas - Processos de tratamento em efluentes de mineração. São Paulo: Abnt, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14242**: Couro - Banho residual e efluente líquido - Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) - Método de dicromatometria por refluxo aberto. São Paulo: Abnt, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14550**: Couro — Banho residual e efluente líquido — Determinação do teor de sólidos dissolvidos totais, fixos e voláteis. São Paulo: Abnt, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9800**: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário - Procedimento. São Paulo: Abnt, 2015.

BARCELLOS, Frederico Cavadas et al. POLUIÇÃO DO AR POR FONTES FIXAS NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS. In: VI ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 6., 2005, Brasília. **Anais...** . Brasília: Economia Ecológica, 2005. p. 01 - 20. Disponível em: <<http://www.ecoeco.org.br/publicacoes/encontros/110-vi-encontro-nacional-da-ecoeco-brasilia-df-2005>>. Acesso em: 30 maio 2017.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p. 313. ISBN 85-7605-041-2.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Lei complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. **Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Brasília, DF.

BRASIL. Decreto Legislativo nº 204, de 07 de maio de 2004. **Aprova O Texto da Convenção de Estocolmo Sobre Poluentes Orgânicos Persistentes**. Brasília, DF, 10 maio 2004.

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

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de junho de 2000. **Dispõe Sobre A Criação da Agência Nacional de Águas - Ana, Entidade Federal de Implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de Coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e Dá Outras Providências**. Brasília, DF.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Org.). **Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes**. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/convencao-de-estocolmo>>. Acesso em: 29 maio 2017.

BRASIL. Portaria do Ministério do Interior nº 013, de 15 de janeiro de 1976. **Sistema de Classificação e Enquadramento das Águas Interiores e Costeiras**. Brasília, DF.

BRAZ, Anderson Martins de Souza. **Coefficiente de Distribuição de Metais Pesados em Solos Paraenses**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Solos e Nutrição de Plantas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

CAMMAROTA, Magali Christe. **EQB-365: Biotecnologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Ufrj, 2013. 109 p. Disponível em: <[http://www.eq.ufjf.br/docentes/magalicammarota/2013/apostila\\_eqbB365.pdf](http://www.eq.ufjf.br/docentes/magalicammarota/2013/apostila_eqbB365.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2017.

COELHO, V. M. B. Baía de Guanabara: uma história de agressão ambiental. Rio de Janeiro, Casa da Palavra Produção Editorial. 2007.

COHEN, C. “Padrões de consumo e energia: efeitos sobre o meio ambiente e o desenvolvimento.” Em: MAY, Peter H. et al.. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **NORMA TÉCNICA SABESP NTS 005: Óleos e Graxas – Método de Ensaio**. São Paulo: Sabesp, 1997. 10 p. Disponível em: [http://www2.sabesp.com.br/normas/normas\\_tecnicas.asp](http://www2.sabesp.com.br/normas/normas_tecnicas.asp). Acesso em: 01 jun. 2017.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **NORMA TÉCNICA SABESP NTS 006:FENÓIS – Método colorimétrico para águas residuais**. São Paulo: Sabesp, 1999. 12 p. Disponível em: [http://www2.sabesp.com.br/normas/normas\\_tecnicas.asp](http://www2.sabesp.com.br/normas/normas_tecnicas.asp). Acesso em: 01 jun. 2017.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **NORMA TÉCNICA SABESP NTS 013: SÓLIDOS - Método de Ensaio**. São Paulo: Sabesp, 1999. 12 p. Disponível em: [http://www2.sabesp.com.br/normas/normas\\_tecnicas.asp](http://www2.sabesp.com.br/normas/normas_tecnicas.asp). Acesso em: 01 jun. 2017.

CONCEIÇÃO, César Stallbaum. Desenvolvimento industrial e mudança estrutural: tendências recentes observadas nas tendências recentes observadas nas indústrias indústria indústrias mundial e brasileira. **Indic. Econ. Fee**, Porto Alegre, v. 43, n. 2, p.43-60, jun. 2015.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Deliberação Normativa nº 01, de 23 de abril de 2014. **Fixa tipologia para o exercício da competência municipal, no âmbito do licenciamento ambiental, dos empreendimentos e atividades de potencial impacto local, nos termos do Art. 9º, inciso XIV, alínea “a”, da Lei Complementar Federal 140/2011**. São Paulo, SP.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 23, de 07 de maio de 2010. **Aprova o Manual MN-050.R-5 - Manual de Classificação de Atividades Poluidoras**. Rio de Janeiro, RJ.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 42, de 17 de agosto de 2012. **Dispõe sobre as atividades que causam ou possam causar impacto ambiental local, fixa normas gerais de cooperação federativa nas ações administrativas decorrentes do exercício da**

**competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente e ao combate à poluição em qualquer de suas formas, conforme previsto na Lei Complementar nº 140/2011, e dá outras providências.** Rio de Janeiro, RJ.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasil). **Perfil da indústria nos estados.** 2017. Disponível em: <<http://perfilestados.portaldaindustria.com.br/>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasil). **Perfil da Indústria nos Estados.** São Paulo: Cni, 2014. 220 p. Disponível em: <<http://perfilestados.portaldaindustria.com.br/>>. Acesso em: 31 maio 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasil). **Uso da Água no Setor Industrial Brasileiro.** Brasília: Cni, 2013. 36 p. Disponível em: <[https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/3e/b4/3eb4b4e1-fce4-4323-bdf2-2462c6369794/20140313113650962172e.pdf](https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/3e/b4/3eb4b4e1-fce4-4323-bdf2-2462c6369794/20140313113650962172e.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2017.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.** Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, 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.** Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 396, de 03 de abril de 2008. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.** Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 397, de 03 de abril de 2008. **Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o , ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA no 357, de 2005, que 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.** Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 420, de 30 de dezembro de 2009. **Dispõe Sobre Critérios e Valores Orientadores de Qualidade do Solo Quanto à Presença**

**de Substâncias Químicas e Estabelece Diretrizes Para O Gerenciamento Ambiental de áreas Contaminadas Por Essas Substâncias em Decorrência de Atividades Antrópicas.** Brasília , DF.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe Sobre As Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, Complementa e Altera A Resolução no 357, de 17 de Março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-conama.** Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 091, de 05 de novembro de 2008. **Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.** Brasília, DF.

COSTA, Lilian Calazans; FERREIRA, Aldo P.; NEVES, Eduardo Borba. Aplicação do Sistema de Projeção de Poluição Industrial (Modelo IPPS) na bacia hidrográfica da baía de Sepetiba (Rio de Janeiro, Brasil): estudo de caso. **Cad. Saúde Colet**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 19, p.66-73, jan. 2011.

DALMOLIN, Luiz; SPERB, Rafael; MODRO, Nilson. Estimativa de Potencial Poluidor Industrial com Base em Dados Econômicos Oficiais e Lógica Difusa. **Sistemas & Gestão**, [s.l.], v. 10, n. 3, p.496-508, 2015. LATEC. <http://dx.doi.org/10.7177/sg.2015.v10.n3.a12>.

DORNELLES, Fani. **Análise da Gestão dos Tratamentos dos Efluentes Gerados nos Abatedouros Bovinos de São Luiz Gonzaga.** 2009. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

EDERINGTON, Josh; LEVINSON, Arik; MINIER, Jenny. Trade Liberalization and Pollution Havens. **The B.e. Journal Of Economic Analysis & Policy**, [s.l.], v. 3, n. 2, p.1-24, jun. 2004. National Bureau of Economic Research. <http://dx.doi.org/10.3386/w10585>.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **METHOD 3540C: Soxhlet Extraction.** United States: EPA, December 1996. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/3540c.pdf>. Acesso em 22 jun. 2017.

ETIM, Effiong Ukorebi. Estimation of pollution load from an industrial estate, south-western Nigeria. **African Journal Of Environmental Science And Technology**, [s.l.], v. 6, n. 2, p.125-129, fev. 2012. Academic Journals. <http://dx.doi.org/10.5897/ajest11.240>.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (Org.). **GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS.** Minas Gerais: Fiemg, 2014. 37 p. Disponível

em:<[http://www.feam.br/images/stories/producao\\_sustentavel/GUIAS\\_TECNICOS\\_AMBIENTAIS/guia\\_laticinios.pdf](http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/GUIAS_TECNICOS_AMBIENTAIS/guia_laticinios.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2017.

FUNDAÇÃO COPPETEC. **R4 – Relatório Gestão de Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente, 2013.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE. **DIRETRIZ Nº 205.R-6**: Diretriz de controle de carga orgânica em efluentes líquidos de origem industrial. Rio de Janeiro: Feema, 2007. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE. **DIRETRIZ Nº 942.R-7**: Diretriz do programa de autocontrole de efluentes líquidos - PROCON ÁGUA. Rio de Janeiro: Feema, 1991. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE. **NORMA TÉCNICA Nº 202.R-10**: Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos. Rio de Janeiro: Feema, 1986. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE. **NORMA TÉCNICA Nº 213.R-4**: Critérios e padrões para controle da toxicidade em efluentes líquidos industriais. Rio de Janeiro: Feema, 1990. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **DIRETRIZ FEEMA MF 202**: Diretriz de controle de carga orgânica em efluentes líquidos de origem industrial. Rio de Janeiro: Feema, 2007. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 402**: Método de Coleta de Amostras de Efluentes Líquidos Industriais. Rio de Janeiro: Feema, 1981. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 410:** Método de determinação de fluoreto (spadns). Rio de Janeiro: Feema, 1978. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 416:** Resíduos sedimentáveis (cone de imhoff). Rio de Janeiro: Feema, 1979. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 436:** Método de determinação de resíduos total, fixo e volátil (método gravimétrico). Rio de Janeiro: Feema, 1980. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 437:** Método de determinação de resíduos filtrável total, fixo e volátil (método gravimétrico). Rio de Janeiro: Feema, 1980. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 438:** Método de determinação de resíduos não filtrável total, fixo e volátil (método gravimétrico). Rio de Janeiro: Feema, 1980. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 439:** Método para determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO. Rio de Janeiro: Feema, 1981. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 440:** Método de determinação da demanda química de oxigênio. Rio de Janeiro: Feema, 1986. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.



FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 460:** Método para determinação de metais (espectrofotometria de absorção atômica com chama de ar-acetileno). Rio de Janeiro: Feema, 1983. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 412:** Método de determinação de óleos e graxas (extração em soxhlet). Rio de Janeiro: Feema, 1979. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 414:** Método de determinação de óleos minerais (Extração Soxhlet e separação com Sílica-Gel). Rio de Janeiro: Feema, 1978. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 413:** Método de determinação de óleos e graxas (partição – gravimétrico). Rio de Janeiro: Feema, 1978. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 472.R-0:** Método de determinação de arsênio (dietilditio carbamato de prata). Rio de Janeiro: Feema, 2001.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **Declaração de Carga Poluidora**. 2017. Disponível em: <<http://www.feam.br/declaracoes-ambientais/declaracao-de-carga-poluidora>>. Acesso em: 04 jun. 2017.

GAMPER-RABINDRAN, Shanti and JHA, Shreyasi. Environmental Impact of India's Trade Liberalization (June 2004). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=574161>.

GIORDANO, Gandhi. **TRATAMENTO E CONTROLE DE EFLUENTES INDUSTRIAIS**. Rio de Janeiro: Ufrj, 2004. Disponível em: <[xa.yimg.com/kq/groups/.../name/Apostila++Tratamento+de+efluentes+industriais.pdf](http://xa.yimg.com/kq/groups/.../name/Apostila++Tratamento+de+efluentes+industriais.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2017.

GMS ENVIRONMENT OPERATIONS CENTER (Tailândia) (Ed.). **GMS Core Environment Program: Estimating Industrial Pollution in Lao PDR - Final Report**. Bangkok: Gms, 2016. 45 p. Disponível em: <http://www.gms-eoc.org/resources/capacity-support-for-pollution-modelling-in-lao-pdr-2013-2014->. Acesso em: 31 maio 2017.

HELENO, Fernanda F *et al.* OTIMIZAÇÃO E VALIDAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DE BTEX EM ÁGUA UTILIZANDO EXTRAÇÃO POR HEADSPACE E MICROEXTRAÇÃO EM FASE SÓLIDA. **Química Nova**, Outro Preto, v. 33, n. 2, p.329-336, jan. 2010.

HETTIGE, H.; MARTIN, P.; SINGH, M.; WHEELER, D. **The industrial Pollution Projection System**. Policy Research Department, Policy Research Working Paper, 1431. The World Bank, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Pesquisa de Informação Básica dos Municípios - Perfil dos municípios brasileiros: Meio Ambiente**. Brasília: Ibge, 2002. 382 p. <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv6063.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Produção Física Brasil: Índices Especiais de Grandes Categorias Econômicas por Atividade**. Brasília: Ibge, 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – CERHI-RJ**. 2017. Disponível em: <[http://200.20.53.3:8081/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/RECURSOSHIDRICOS/Conselhoes estadual/index.htm](http://200.20.53.3:8081/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/RECURSOSHIDRICOS/Conselhoes%20estadual/index.htm)>. Acesso em: 16 jun. 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Licenciamento Ambiental. 2017**. Disponível em: <[www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br)>. Acesso em: 24 jun. 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Programa de Auto Monitoramento de Efluentes Líquidos: PROCON ÁGUA**. 2017. Disponível em: <[www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br)>. Acesso em: 24 jun. 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. RESOLUÇÃO nº 52, de 19 de março de 2012. **Estabelece os novos códigos para o enquadramento de empreendimentos e atividades poluidores ou utilizadores de recursos ambientais, bem como os capazes de causar degradação ambiental, sujeitos ao licenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: INEA, 2012.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. RESOLUÇÃO nº 53, de 27 de março de 2012. **Estabelece os novos critérios para a determinação do porte e potencial poluidor dos empreendimentos e atividades poluidoras ou utilizadores de recursos ambientais, bem como os capazes de causar degradação ambiental, sujeitos ao licenciamento ambiental.** Rio de Janeiro: INEA, 2012.

JHA, Shreyasi and MANI, Muthukumara. Trade Liberalization and the Environment in Vietnam (April 13, 2006). **World Bank Policy Research Working Paper No. 3879**. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=936035>.

JORDÃO, Eduardo Pacheco. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3. ed. São Paulo: Abes, 1995. 683 p.

LAPLANTE, B.; SMITS K., 1998. *Estimating Industrial Pollution in Latvia*. Development Research Department, The World Bank, Washington, D. C. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/3c93/91ef3a7ba5bc4dca4abfbcfd0b05b2f70733.pdf>. Acesso em: 04 junho 2017.

LAYRARGUES, P. P. Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito. **Revista Proposta**, v. 25, n. 71, p. 5-10, 1997.

MALAVOLTA, E. Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos. São Paulo, Produquímica, 1994. 153p.

MARTINELLI, Alexandre *et al.* **Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011. 565 p.

MIELI, João Carlos de Almeida. **Sistemas de avaliação ambiental na indústria de celulose e papel**. 2007. 99 f. Tese (Pós-graduação) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007. Disponível em: [http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/54/Tese\\_Joao-Carlos-de-Almeida.pdf?sequence=>](http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/54/Tese_Joao-Carlos-de-Almeida.pdf?sequence=>). Acesso em: 12 junho 2017.

MINAS GERAIS (Estado). Decreto nº 44.844, de 25 de junho de 2008. **Estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades**. Minas Gerias, MG.

MINAS GERAIS (Estado). Decreto nº 21.228, de 10.03.81. **Regulamenta a lei 7772 de 8 de setembro de 1980, que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no estado de minas gerais.** Minas Gerais, MG.

MINAS GERAIS (Estado). Lei nº 7.772, de 8 de setembro de 1980. **Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.** Minas Gerais, MG.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de abril de 2008. **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.**

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 05, de 22 de dezembro de 1994. **Dispõe Sobre O Enquadramento Classificar do Córrego Mingú, Afluente da Margem Direita do Rio das Velhas.** Minas Gerais, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 09, de 19 de abril de 1995. **Dispõe sobre o enquadramento da Bacia do Rio Piracicaba.** Minas Gerais, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 14, de 28 de dezembro de 1994. **Dispõe Sobre O Enquadramento Classificar do Córrego Mingú, Afluente da Margem Direita do Rio das Velhas.** Minas Gerais, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 16, de 24 de novembro de 1996. **Dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna.** Minas Gerais, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 20, de 24 de junho de 1994. **Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas.** Minas Gerais, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 28, de 09 de dezembro de 1998. **Dispõe sobre o enquadramento das águas do Rio Pará.** Minas Gerais, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 31, de 18 de dezembro de 1998. **Altera o enquadramento dado pela Deliberação Normativa nº 28, de 9 de setembro de 1998 ao Trecho 44, referente ao Ribeirão Paciência , na Sub-Bacia do Rio São João, Bacia do Rio Pará.** Minas Gerais, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 33, de 18 de dezembro de 1998. **Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do Rio Verde.** Minas Gerais, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 74, de 09 de setembro de 2004. **Estabelece Critérios Para Classificação, Segundo O Porte e Potencial Poluidor, de Empreendimentos e Atividades Modificadoras do Meio Ambiente Passíveis de Autorização Ambiental de Funcionamento Ou de Licenciamento Ambiental no Nível Estadual, Determina Normas Para Indenização dos Custos de Análise de Pedidos de Autorização Ambiental e de Licenciamento Ambiental, e Dá Outras Providências..** Minas Gerais, MG. Minas Gerais, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

MINAS GERAIS. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Legislação ambiental.** 2017. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/Consulta.do>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

MORENO, Rosane de Andrade Memoria. **Estimativa de potencial poluidor da indústria:** o caso do rio de janeiro. 2005. 165 f. Tese (Mestrado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ODESANYA, B. O. et al. Use Of Industrial Pollution Projection System (Ipps) To Estimate Pollution Load By Sector In Two Industrial Estates In Ogun State, Western Nigeria. **International Journal of Scientific & Engineering**, v. 3, n. 10, Oct. 2012. Research.

OKETOLA, A.a.; OSIBANJO, O.. Estimating sectoral pollution load in Lagos by Industrial Pollution Projection System (IPPS). **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 377, n. 2-3, p.125-141, maio 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.12.054>.

OKETOLA, A.a.; OSIBANJO, O. Industrial pollution load assessment by industrial pollution projection system (IPPS). **Toxicological & Environmental Chemistry**, [s.l.], v. 91, n. 5, p.989-997, jul. 2009. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02772240802614564>.

PEREIRA, Aquiria Alvarenga; BORGES, Jácomo Divino; LEANDRO, Wilson Mozena. METAIS PESADOS E MICRONUTRIENTES NO SOLO E EM FOLHAS DE *Brachiariadecumbens* ÀS MARGENS DE RODOVIAS. **Biosci. J.**, Urbelândia, v. 26, n. 3, p.347-357, jun. 2010.

REINERT, Kenneth A.; ROLAND-HOLST, David W.. Industrial Pollution Linkages in North America: A Linear Analysis. **Economic Systems Research**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.197-208, jun. 2001. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09537320120052461>.

RHEINHEIMER, Danilo dos Santos et al. COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL NO SOLO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p.736-740, fev. 2008.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto nº 42.159, de 02 de dezembro de 2009. **Dispõe Sobre O Sistema de Licenciamento Ambiental -slam e Dá Outras Providências.** Rio de Janeiro, RJ.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto nº 44.820, de 02 de junho de 2014. **Dispõe Sobre O Sistema de Licenciamento Ambiental - Slam e Dá Outras Providências.** Rio de Janeiro, RJ.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto nº nº 1.633, de 21 de dezembro de 1977. **Regulamenta, em Parte, O Decreto-lei Nº 134, de 16.06.75, e Institui O Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras.** Rio de Janeiro, RJ.

**Regulamenta A Constituição Estadual, em Seu Artigo 261, Parágrafo 1º, Inciso Vii; e DÁ Outras Providências.** Rio de Janeiro, RJ.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 60.329, de 2 de abril de 2014. **Dispõe sobre o licenciamento ambiental simplificado e informatizado de atividades e empreendimentos de baixo impacto ambiental e dá providências correlatas.** São Paulo, SP.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 47.400, de 04 de dezembro de 2002. **Regulamenta dispositivos da Lei Estadual n.º 9.509, de 20 de março de 1997, referentes ao licenciamento ambiental, estabelece prazos de validade para cada modalidade de licenciamento ambiental e condições para sua renovação, estabelece prazo de análise dos requerimentos e licenciamento ambiental, institui procedimento obrigatório de notificação de suspensão ou encerramento de atividade, e o recolhimento de valor referente ao preço de análise.** São Paulo, SP.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997. **Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.** São Paulo, SP.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977. **Dispõe Sobre O Enquadramento dos Corpos de água Receptores na Classificação Prevista no Decreto N° 8.468, de 8 de Setembro de 1976 e Dá Providências Correlatas.** São Paulo, SP.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 24.839, de 06 de março de 1986. **Dispõe Sobre O Reenquadramento do Rio Jundiáí-mirim e Seus Afluentes na Classificação Prevista no Anexo do Decreto N. 10.755, de 22 de Novembro de 1977.** São Paulo, SP.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 39.173, de 08 de setembro de 1994. **Dispõe Sobre O Reenquadramento dos Corpos D'agua Que Especifica e Dá Providências Correlatas.** São Paulo, SP.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976. **Aprova O Regulamento da Lei N.º 997, de 31 de Maio de 1976, Que Dispõe Sobre A Prevenção e O Controle da Poluição do Meio Ambiente.** São Paulo, SP.

SÃO PAULO (Estado). Deliberação Crh nº 003, de 25 de novembro de 1993. **Aprovando, de acordo com o que ficou decidido na reunião do dia 25/11/93, e com fundamento no Art. 25, inciso VII, da Lei 7.663, de 30/12/91, os reenquadramentos dos seguintes corpos d'água.** São Paulo, SP, Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/crh/deliberacoes>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Deliberação Crh nº 162, de 09 de setembro de 2014. **Referenda A Proposta de Alteração da Classe de Qualidade do Rio Jundiáí, Entre A Foz do Ribeirão São José e A Foz do Córrego Barnabé, Contida na Deliberação dos Comitês Pcj N° 206/14, de 08/08/2014.** São Paulo, SP, Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/crh/deliberacoes>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Deliberação Crh nº 168, de 09 de dezembro de 2014. **Referenda a proposta de alteração da classe de qualidade da água do Ribeirão Lavapés, no trecho compreendido da nascente até a confluência com o Córrego Desbruado no município de Botucatu.** São Paulo, SP, Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/crh/deliberacoes>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 997, de 31 de maio de 1976. **Dispõe Sobre O Controle da Poluição do Meio Ambiente.** São Paulo, SP.

SÃO PAULO. COORDENADORIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos 2016-2019.** São Paulo: Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, 2016. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/planoestadualderecursoshidricos>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

SÃO PAULO. Decreto nº 24.806, de 26 de maio de 55. **Regulamenta As Leis Nº 2.182, de 23 de Julho de 1953, e 3.068, de 14 de Julho de 1955.** São Paulo, SP.

SARTI, Fernando; HIRATUKA, Célio. **Indústria mundial: mudanças e tendências recentes.** Campinas: Ie/unicamp, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/Neemias/Downloads/texto186.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2017.

SOR, José Luiz *et al.* **Relatório Piloto com Aplicação da Metodologia IPPS ao Estado do Rio de Janeiro: Uma Estimativa do Potencial de Poluição Industrial do Ar.** Rio de Janeiro: Ibge, 2008. 50 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv82030.pdf>. Acesso em: 31 maio 2017.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2005. 243 p.



## ARTIGO CIENTÍFICO 2

### DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA PROJEÇÃO DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL HÍDRICA

#### *DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR THE PROJECTION OF INDUSTRIAL WATER POLLUTION*

#### RESUMO

Os recursos hídricos disponíveis no Brasil são frequentemente utilizados para fins de transporte, diluição ou disposição final de despejos industriais, por vezes, lançados em desconformidade com os padrões definidos em normas nacionais de controle ambiental. Tal situação não é adequadamente gerenciada no país, uma vez que a indisponibilidade de dados acerca das emissões de poluentes industriais prejudica a formulação de políticas públicas eficazes voltadas ao controle da poluição. Desta forma, assumiu-se por objetivo, neste trabalho, descrever procedimento metodológico, fundamentado no *Industrial Pollution Projection System* (IPPS) do Banco Mundial, voltado a avaliação do potencial poluidor hídrico de indústrias de transformação. O modelo desenvolvido utiliza Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes (coeficientes) para projetar as emissões de fontes industriais para o meio hídrico, solo e águas subterrâneas em termos de “Vazão”, “Demanda Bioquímica de Oxigênio”, “Demanda Química de Oxigênio”, “Óleos & Graxas”, “Sólidos Totais em Suspensão”, “Sólidos Sedimentáveis” e “Substâncias Ativas ao Azul de Metileno” (*Methylene Blue Active Substances*). Priorizou-se, neste artigo, a construção de “fatores de poluição” para as indústrias de Laticínios e Metalurgia, e para a atividade de “Produção de ferro-gusa e ferro-liga”, em razão do expressivo potencial poluidor hídrico destas tipologias. Não obstante, foram formadas amostras de dados de emissão de poluentes que permitem a criação de novos coeficientes para classes e grupos de um total de quatorze divisões industriais da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0).

**Palavras-chave:** Poluição industrial hídrica. Sistema IPPS. Indicadores globais de poluição. Medidas de emissão de poluentes.

#### ABSTRACT

*The water resources available in Brazil, especially freshwater bodies, are often used for transportation, dilution or final disposal of industrial waste, sometimes released in disregard to the*

*standards defined in national environmental control standards. Such a situation is not adequately managed in the country, since the unavailability of data on emissions of industrial pollutants hampers the formulation of effective public policies aimed at pollution control. The objective of this work was to describe a methodological procedure, based on the World Bank's Industrial Pollution Projection System (IPPS), aimed at assessing the potential polluters of the water industry. The developed model uses pollutant emission intensity factors (coefficients) to project emissions from industrial sources into the water, soil and groundwater in terms of "Flow", "Biochemical Oxygen Demand", "Chemical Oxygen Demand", "Oils & Greases", "Total Suspended Solids", "Sedimentable Solids" and "Methylene Blue Active Substances". Priority was given to the construction of "pollution factors" for the Dairy and Metallurgy industries, and for the "Pig iron and iron alloy production" activity, due to the expressive potential of the water pollution of these types. Nonetheless, pollutant emission data samples were generated that allow the creation of new coefficients for classes and groups from a total of fourteen industrial divisions of the National Classification of Economic Activities (CNAE 2.0).*

**Keywords:** *Industrial water pollution. IPPS system. Global pollution indicators. Measures for the emission of pollutants.*

## 1. INTRODUÇÃO

As atividades industriais são responsáveis pelo consumo, por vezes predatório, de recursos naturais não renováveis e pelo lançamento, direto ou indireto, de matéria (resíduos sólidos, líquidos e gasosos) e energia para os meios “atmosférico”, “aquático” e “terrestre”. Tais impactos mostram-se mais evidentes nas economias emergentes, em razão dos padrões insustentáveis de consumo e produção adotados (LAYRARGUES, 1997; COHEN, 2003).

Os países periféricos apresentam maior vulnerabilidade aos danos ambientais decorrentes da industrialização, comparativamente aos países centrais. Isso se deve a certas características das economias emergentes, dentre as quais, destacam-se: destinação de grande parcela da produção ao mercado externo (ROCK, 1996); obtenção de vantagens competitivas por meio de “indústrias sujas”, com menores custos de produção (LEE; ROLAND-HOLST, 1997; LIANG, 2008); baixa escolaridade de parcelas importantes da população, que se traduz em maiores índices de poluição em localidades pobres (PARGAL; WHEELER, 1996); e localização de indústrias mais poluentes em províncias com menores custos de regularização ambiental e maior possibilidade de barganha com

autoridades locais (principal fator para a formação de “paraísos domésticos de poluição” na China, segundo o autor) (DI, 2007).

No Brasil, a atividade industrial tem se dedicado, principalmente, à produção de bens de consumo não duráveis e semiduráveis, realizada por industriais pouco tecnológicas, intensivas no consumo de água. As categoriais “Fabricação de Alimentos”; “Fabricação de Bebidas”; “Fabricação de celulose, papel e produtos de papel”; “Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis”; e “Metalurgia” são as mais hidroativas do Brasil, respondendo por, aproximadamente, 85% das captações constantes no Cadastro Nacional de Recursos Hídricos (CNDARH) (ANA, 2017).

De acordo com a “Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil”, da Confederação Nacional da Indústria (CNI), a fabricação de alimentos responde pela geração de até 15 m<sup>3</sup> de efluentes por tonelada produzida (TP); já, as indústrias de Celulose/Papel e Metalurgia, podem chegar, respectivamente, a lançamentos de até 41 m<sup>3</sup> por tonelada de celulose seca ao ar (TSA) e 42 m<sup>3</sup>/TP. Outras indústrias de base, de marcada presença no Brasil, constituem importantes geradores de despejos industriais, a exemplo da “fabricação de produtos têxteis” (até 96 m<sup>3</sup>/TP); “extração de minerais não metálicos” (até 36,8 m<sup>3</sup>/TP); “fabricação de produtos químicos” (até 30 m<sup>3</sup>/TP); “fabricação de produtos de borracha e material plástico” (até 13 m<sup>3</sup>/TP) e “fabricação de coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis” (até 9,9 m<sup>3</sup>/TP) (CNI, 2013).

Considerando o perfil da indústria brasileira, fica clara a demanda pelo desenvolvimento de políticas públicas e estratégias voltadas ao controle da poluição industrial no país, em especial, a de natureza hídrica. Todavia, a indisponibilidade de dados a cerca das emissões de poluentes impõe dificuldades à realização dos estudos ambientais necessários (DALMOLIN; SPERB; MODRO, 2015; COSTA; FERREIRA; NEVES, 2011). Sor *et al.* (2008) atribuem tais limitações aos seguintes fatores: alto custo na medição das emissões diretamente na fonte, grande diversidade de poluentes a serem medidos, e complexidade de algumas medições. Segundo os autores, “experiências nacionais e internacionais têm comprovado que metodologias de estimativa de emissão de poluentes industriais são ferramentas úteis nos casos em que há impedimentos à realização do monitoramento das emissões”.

Desta forma, neste trabalho, assumiu-se por objetivo descrever uma proposta metodológica voltada a avaliação do potencial poluidor hídrico de indústrias de transformação, fundamentada no *Industrial Pollution Projection System* (IPPS) do Banco Mundial (BM).

O IPPS do BM se destaca por fornecer estimativas de emissão de poluentes industriais a partir de indicadores de atividade industrial de fácil obtenção (valor de produção, valor adicionado ou número de empregados), quando comparado a outras metodologias internacionais, como a AP-42

do *Environmental Protection Agency* (EPA), o Inventário de Emissões Aéreas da Comissão Europeia, e o Método de Avaliação Rápida da Poluição da Organização Mundial da Saúde (MORENO, 2005). Trata-se de uma ferramenta de aplicação simples e baixo custo (OKETOLA; OSIBANJO, 2009), utilizada preponderantemente na avaliação da poluição industrial em economias emergentes e localidades de industrialização recente (GAMPER-RABINDRANAND JHA, 2004; JHA AND MANI, 2006; OKETOLA E OSIBANJO, 2007; ETIM, 2012; ODESANYA, B. O. et al., 2012; GMS ENVIRONMNT OPERATIONS CENTER, 2016).

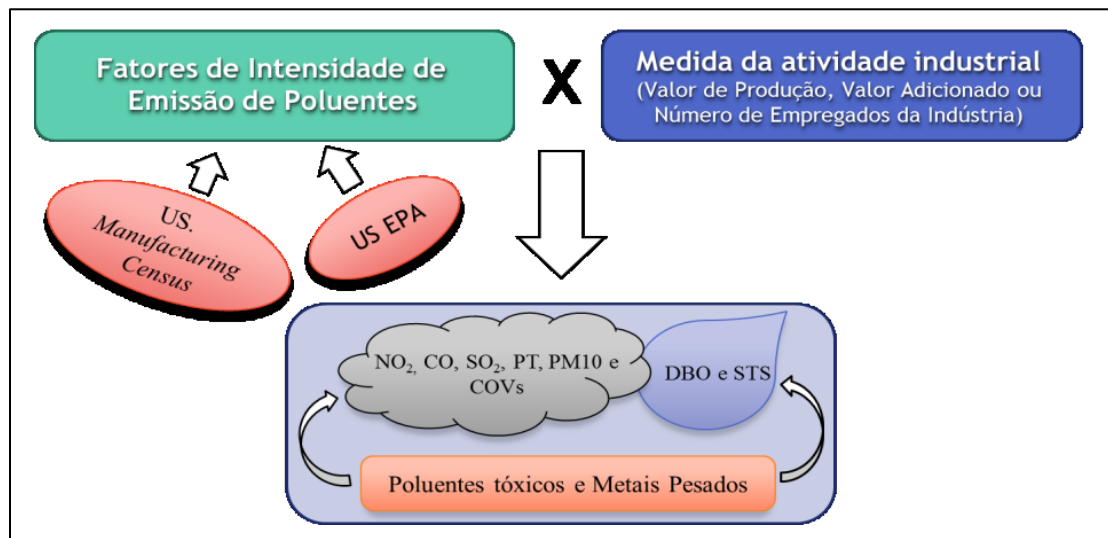
No Brasil, o sistema tem sido utilizado por pesquisadores e instituições governamentais, principalmente o IBGE, no diagnóstico da poluição industrial em municípios, bacias hidrográficas, estados da federação e grandes regiões (IBGE, 2002; MORENO, 2005; BARCELLOS *et al.*, 2005; SOR *et al.*, 2008; COSTA; FERREIRA, 2010; COSTA; FERREIRA; NEVES, 2011).

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Modelo Teórico Conceitual para o Desenvolvimento da Metodologia Proposta

A metodologia proposta está fundamentada no *Industrial Pollution Projection System* (IPPS), que foi desenvolvido por técnicos do Banco Mundial, em 1987, a partir de dados ambientais, econômicos e geográficos de fábricas dos EUA, fornecidas pela Agência Ambiental Americana (EPA) e Pelo Censo Industrial Americano (US. *Manufacturing Census*). O sistema relaciona Fatores de Intensidade de Emissão de Poluição (coeficientes) a uma medida da atividade industrial, que pode ser dada pelas variáveis “valor de produção”, “valor adicionado” ou “número de empregados” da indústria. A partir desta relação, são fornecidas estimativas de uma considerável gama de poluentes industriais, relativos aos meios “ar”, “água” e “solo”, notadamente: Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Particulados Totais (PT), Particulados Finos (PM<sub>10</sub>) e Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), para o ar; Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Sólidos Totais em Suspensão (STS), para a água; além de poluentes tóxicos e metais bioacumulativos, contaminantes do ar, da água e do solo, cuja relação completa pode ser consultada em Hettige *et al.* (1995). A figura 1 ilustra, de forma simplificada, o funcionamento do sistema.

**Figura 1-** Esquema simplificado do funcionamento do sistema IPPS.



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

O modelo trabalha com três fatores ou coeficientes de poluição, denominados de *lower bound* (LB), *upper bound* (UB) e *einter quartile* (IQ), gerados a partir de dados de emissão de poluentes obtidos da EPA, e dados de atividade industrial, oriundos do US. *Manufacturing Census*. Tais coeficientes são correlacionados aos códigos e denominações da classificação internacional (*Standard Industrial Classification* – ISIC – revisão II), adotada nos EUA.

O IPPS apresenta resultados mais acurados na avaliação da poluição hídrica do que na estimativa de emissões atmosféricas, com graus de correlação de 87% e 46%, respectivamente (GAMPER-RABINDRANAND JHA, 2004).

## 2.2. Proposição Metodológica

O modelo proposto consiste em um sistema linear de projeção da poluição, que permite estimar o potencial poluidor hídrico de empreendimentos ou conglomerados industriais, a partir de uma “medida” da atividade industrial, representada por uma “variável funcional”. Como no IPPS, a metodologia emprega Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes, aqui denominados FIPes, para projetar as emissões de fontes industriais para o meio hídrico (corpos de água superficiais), para o solo e águas subterrâneas, em termos de Vazão, DBO, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Óleos & Graxas (OG), STS, Sólidos Sedimentáveis (SSd) e Substâncias Ativas ao Azul de Metileno (*Methylene Blue Active Substances* - MBAS).

### 2.3. Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes e Variável Funcional

Os FIPES fazem associação entre a “emissão de poluentes”, de determinada tipologia industrial, com a “medida” de sua atividade, expressa por uma “variável funcional”. Conceitualmente, a formação dos “fatores de poluição” se dá por meio da razão apresentada na Equação 1.

$$FIPE = \frac{MEP}{MAI(VF)} \quad (1),$$

Onde: *FIPE* representa o Fator de Intensidade de Emissão do Poluente (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd ou STS); *MEP* é a Medida de Emissão do Poluente e *MAI* é a Medida da Atividade da Indústria, expressa por uma Variável Funcional (VF).

Na metodologia proposta, a MAI é fornecida pelo indicador “Número de Empregados” (NE) da indústria, cuja variação se dá em função da produção. A adoção do NE como variável funcional no processo de geração de estimativas de emissão de poluentes industriais baseia-se na hipótese de que o quantitativo de colaboradores da unidade industrial é sensivelmente afetado pelo aumento ou redução da produção de bens industrializados, que, por sua vez, é diretamente proporcional à geração de resíduos (sólidos, líquidos e atmosféricos). Vale ressaltar que a grandeza “intensidade de emissão” indica à quantidade de resíduo produzido por unidade da variável funcional (MORENO, 2005), neste caso o NE.

Considerando que a variação da demanda e da produção traz alterações a todos os quadros funcionais da organização, optou-se por incluir, na variável NE, a totalidade dos trabalhadores da indústria, não só os alocados diretamente na produção, mas também os que ocupam funções administrativas e de serviços, sejam efetivos ou terceirizados.

Diferentemente do IPPS, as variáveis “Valor de Produção” (VP) e “Valor Adicionado” (VA) não foram adotadas como indicadores de atividade industrial, devido à necessidade de conversões e correções de valores (SOR, *et. al.*, 2008) e à indisponibilidade de dados em larga escala, inclusive em base municipal (ANA, 2017). Contudo, os resultados obtidos a partir do NE possuem correlação de 98% com aqueles auferidos através da variável monetária “VA”, o que significa não haver prejuízos às estimativas com o uso deste indicador (HETTIGE *et.al.*, 1995). Destaque-se que o NE também é utilizado na projeção do consumo hídrico industrial no Brasil, tendo sido apontado como o melhor parâmetro para a construção de coeficientes pelos técnicos da Agência Nacional de Águas (ANA) em 2017 (ANA, 2017).

## 2.4. Indicadores Globais de Poluição Industrial Hídrica

O modelo proposto se distingue por utilizar “indicadores globais de poluição industrial hídrica” (MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS), cuja análise conjunta permite avaliar as principais frações constituintes dos efluentes e seus possíveis impactos ao corpo receptor. A adoção de parâmetros globais é de singular importância na caracterização dos despejos industriais, já que estes constituem uma mistura complexa, com extensa variedade de poluentes orgânicos (biodegradável ou persistente) e inorgânicos (VON SPERLING, 2005).

A cerca da poluição industrial hídrica, Cammarota (2013, p. 15) afirma que:

é impraticável, senão impossível, obter-se uma análise química completa da maioria dos compostos. Por esta razão, uma série de métodos empíricos para avaliação da concentração dos contaminantes, denominados indicadores globais de poluição, é empregada, cuja aplicação não requer o conhecimento da composição química do efluente em questão.

Dentre os indicadores abordados pela autora está o ST (Sólidos Totais), que possui parcelas em suspensão (STS) e frações sedimentáveis (SSd), a “DBO”, a “DQO” e o “OG”.

Acrescente-se a esta relação de parâmetros globais, os compostos surfactantes, constituintes de detergentes e desengraxantes amplamente utilizados na indústria, em processos de hidrojateamento (lavagem) de peças, equipamentos, veículos, estruturas e, até mesmo, do chão de fábrica. Os surfactantes são definidos, analiticamente, como “Substâncias Ativas ao Azul de Metileno” (MBAS - *Methylene Blue Active Substances*) (CETESB, 2014).

A descrição resumida dos Indicadores Globais de Poluição Industrial Hídrica (IGPIHs), adotados nesta metodologia, é apresentada no **Apêndice A** deste trabalho. Destaque-se que, a depender da tipologia industrial considerada e da disponibilidade de dados, parâmetros específicos de poluição poderão ser acrescentados ao modelo.

O sistema ora descrito fornecerá estimativas referentes à carga poluidora remanescente dos despejos industriais. Também estarão incluídos, nas projeções, os efluentes de origem sanitária que, no caso dos empreendimentos industriais, possuem vazão e carga poluidora menos significativa (Cerca de 25g de DBO por pessoa, por dia, segundo a Diretriz FEEMA nº 215.R-4/2007).

## 2.5. Fonte de Dados para o Desenvolvimento de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes

Os dados ambientais, geográficos e empresariais que alimentam o modelo foram obtidos das declarações dos anos de 2012, 2013 e 2014 do Programa de Autodeclaração de Carga Poluidora, mantido pela FEAM, órgão ambiental estadual de Minas Gerais.

No estado de Minas Gerais, os estabelecimentos industriais, potencial ou efetivamente poluidores, enquadrados nas classes de impacto “3”, “4”, “5” e “6” (Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004), estão obrigados a apresentar “declaração de carga poluidora” ao órgão ambiental competente, conforme determina a Deliberação Normativa Conjunta (DNC) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), nº 01/2008 (artigo 39). Para os empreendimentos de classe “5” e “6”, a declaração é anual, já, para os de classe “3” e “4”, a prestação pode ser feita a cada dois anos.

As declarações contemplam parâmetros de poluição hídrica de natureza física, química e biológica, que são estabelecidos no Anexo Único da citada DNC, além daqueles definidos nas condicionantes de validade da licença ambiental do empreendimento (FEAM, 2017).

Ressalte-se que, a DNC COPAM/CERH nº 01/2008, que torna obrigatória a prestação de declaração de carga poluidora por parte dos empreendedores mineiros, foi concebida à égide do artigo 46 da resolução CONAMA nº 357/2005 (alterado pelo artigo 28 da resolução CONAMA nº 430/2011), sendo, o estado de Minas, pioneiro na regulamentação de tal instrumento, iniciando a coleta de dados em 2011. Muito embora o programa “PROCON ÁGUA” do INEA (RJ) (DIRETRIZ FEEMA Nº 942.R7/1991) também se embase em dados de emissão de poluentes declarados pelos empreendedores, em consulta ao órgão, obteve-se a informação de que, devido a periodicidade de realização de análises (diária, duas vezes por semana, semanal, quinzenal e mensal), os dados não se encontravam estruturados de modo que pudessem ser disponibilizados para o fim pretendido.

Os principais dados existentes nas declarações prestadas pelos estabelecimentos industriais participantes do Programa de Autodeclaração de Carga Poluidora da FEAM são: (i) ano base da declaração; (ii) número do CNPJ da empresa declarante; (iii) razão social da empresa declarante; (iv) código de enquadramento e descrição da atividade industrial, conforme Deliberação Normativa (DN) COPAM Nº 74/2004; (v) classificação ambiental do empreendimento industrial, conforme DN COPAM Nº 74; (vi) nome do ponto de lançamento dos efluentes gerados pelo empreendimento; (vii) município de lançamento dos efluentes; (viii) coordenadas geográficas do ponto de lançamento dos efluentes; (ix) nome e tipologia do corpo hídrico receptor dos efluentes; e (x) bacia hidrográfica federal na qual está inserido o corpo receptor; (xi) vazão de lançamento dos efluentes em metros cúbicos por mês; (xii) carga poluidora gerada, em toneladas por mês, considerando os parâmetros definidos no Anexo 1 da DNC COPAM/CERH nº 1/2008 e nas condicionantes das licenças ambientais de operação da empresa declarante.



Os dados de NE, variável funcional utilizada no processo de geração de estimativas nesta metodologia, não estão contemplados nas declarações de carga poluidora prestadas pelas industriais mineiras à FEAM. Estes dados, em particular, foram obtidos de documentos denominados “Parecer Único” (PU), “Parecer Técnico” (PT), “Relatório de Controle Ambiental”, “Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental” (RADA) e “Formulário de Caracterização do Empreendimento” (FCEI), todos pertinentes ao setor de licenciamento ambiental da FEAM, sendo, a maior parcela dos dados apurados, provenientes do PU e do PT.

## 2.6. Procedimento Metodológico

O procedimento metodológico desenvolvido possui, basicamente, cinco fases, a saber: formação do Banco de Dados (BD); compatibilização entre sistemas de classificação de atividades da FEAM e da CNAE; definição das bases de dados para a formação de coeficientes; análise e tratamento dos dados; e construção de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes, como segue demonstrado nos quadros 1 e 2 e na figura 2. Cumpre salientar que as etapas um, dois e três foram realizadas a partir de pesquisa descritiva e análise documental.

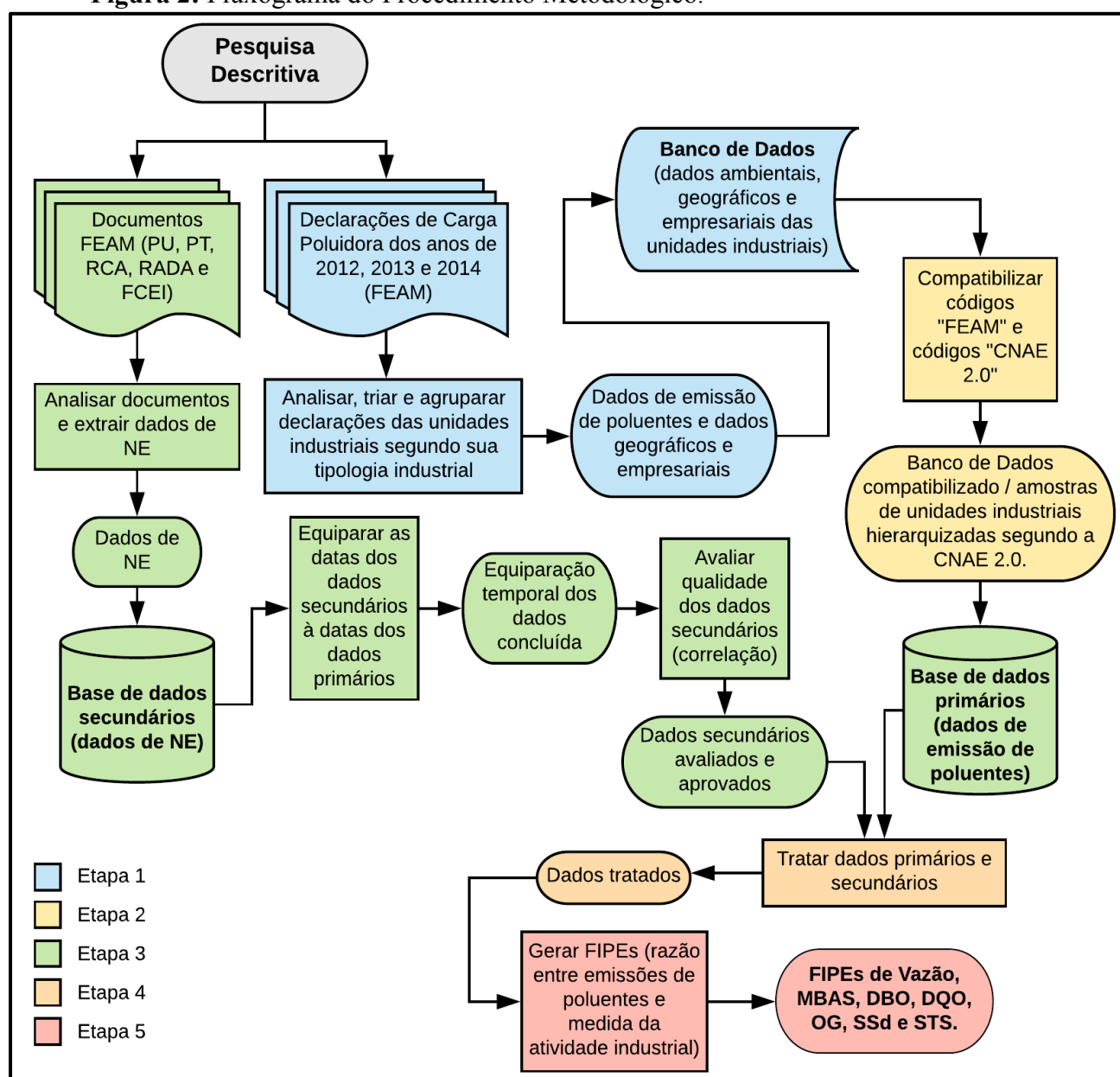
**Quadro 1-** Procedimento Metodológico para o desenvolvimento de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes.

Atividade	Subatividade	Método
1. Formação do Banco de Dados (BD).	1.1. Obter e analisar declarações do Programa de Autodeclaração de Carga Poluidora da FEAM;	Pesquisa descritiva e análise documental.
	1.3. Triar declarações dos anos de 2012, 2013 e 2014;	Uso de codificação alfanumérica descrita na DN COPAM nº 74.
	1.4. Agrupar declarações das unidades industriais conforme tipologia industrial;	
2. Compatibilização entre sistemas de classificação de atividades.	2.1. Compatibilizar códigos do sistema de classificação de atividades da FEAM e os códigos da CNAE, possibilitando a formação de amostras de unidades industriais hierarquizadas conforme a CNAE.	Pesquisa descritiva e análise documental (fichas técnicas das atividades) Análise técnica das descrições dos códigos “FEAM” (DN COPAM nº 74) e dos códigos “CNAE” (CONCLA, 2018).
3. Definição das bases de dados para a construção de coeficientes.	3.2. Totalizar dados primários (emissão de poluentes, dados geográficos e empresariais) das unidades industriais que compõe as amostras selecionadas;	Consulta ao BD; Formação de conjuntos de dados.
	3.3. Totalizar dados secundários (valores de NE) das unidades industriais que compõe as amostras selecionadas;	Pesquisa descritiva e análise documental (PU, PT, RCA, RADA e FCEI); Formação de conjuntos de dados.
	3.4. Proceder à equiparação temporal entre dados primários (emissões) e secundários (NE) de cada unidade industrial que compõe as amostras.	Pesquisa descritiva e análise documental Aplicação de estatísticas do CAGED; Cálculo da variação percentual do número de empregados admitidos e deligados no período.
	3.5. Avalizar a qualidade dos dados de NE das	Estabelecer correlação linear entre os

	amostras.	conjuntos de dados de vazão de lançamento de efluentes e os conjuntos de dados de NE da indústria.
4. Tratamento dos dados	4.1. Identificar dados não lineares ( <i>outliers</i> ) existentes na amostra;	Calculo da amplitude interquartil do rol de dados de NE.
	4.2. Tratar dados lineares e não lineares;	Exclusão dos valores não lineares da amostra;
	4.3. Determinar o intervalo de confiança das médias amostrais e margens de erro	Distribuição normal e distribuição T de <i>Student</i> .
5. Construção de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes	5.1. Definir razão entre as médias/medianas dos dados de emissão (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS) e as médias/medianas dos dados de NE da indústria.	Aplicação de equação matemática.

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Figura 2: Fluxograma do Procedimento Metodológico.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Quadro 2-** Notas explicativas do procedimento metodológico.

<b>Etapa 1</b>	O Banco de dados (BD) tem por base declarações dos anos de 2012, 2013 e 2014 do Programa de Autodeclaração de Carga Poluidora da FEAM e consiste no agrupamento, por tipologia industrial, de todos os empreendimentos da indústria de transformação (classes 3, 4, 5 e 6) licenciados pelo órgão e seus respectivos dados de emissão de poluentes, além de dados empresariais e geográficos.
<b>Etapa 2</b>	O processo de compatibilização do BD diz respeito à equiparação dos códigos e denominações do sistema de classificação de atividades utilizado pela FEAM (DN COPAM nº 74/2004), com os códigos e denominações da CNAE 2.0. Tal procedimento é indispensável à formação de FIPes a partir de dados do Estado de Minas Gerais.
<b>Etapa 3</b>	A definição da base de dados primários (emissão de poluentes) se dá pela consulta do BD. Já, a base de dados secundários (NE), pela análise dos documentos ambientais (PU, PT, RCA, RADA e FCEI) dos empreendimentos amostrados. Importante observar que os dados de NE não integram o BD, em razão de não constarem nas declarações de carga poluidora prestadas à FEAM.
<b>Etapas 4 e 5</b>	Finalmente, os dados de emissão de poluentes e de NE são analisados, tratados (etapa 4) e equacionados (etapa 5), dando origem aos FIPes.

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Formação do Banco de Dados do Modelo

Para a construção do BD, as planilhas dos anos de 2012, 2013 e 2014 do Programa de Autodeclaração de Carga Poluidora da FEAM, que reúnem, ao todo, duas mil, setecentas e trinta e uma declarações de indústrias de transformação, passaram por um processo de triagem, no qual as unidades industriais declarantes foram separadas e agrupadas conforme a sua tipologia industrial e de acordo com o sistema de codificação adotado pelo órgão.

A FEAM utiliza códigos alfanuméricos no formato N-XX-YY-Z, onde “N” corresponde à classe (natureza) da atividade, “XX” ao número do item da tipologia, “YY” ao número do subitem da tipologia e “Z” ao dígito verificador da codificação (DN COPAM Nº 74/2004). Às atividades industriais são atribuídos os seguintes prefixos “N”: A – Indústria de Mineração; B - Indústria Metalúrgica e Outras; C- Indústria Química; e D - Indústria Alimentícia. Como a metodologia se restringe à avaliação do potencial poluidor hídrico de indústrias de transformação, não foram incluídas as atividades da classe “A” (indústrias extrativas).

A triagem resultou em vinte e quatro tipologias da classe B (Indústria Metalúrgica e Outras), vinte e quatro da classe C (Indústria Química) e sete da classe D (Indústria Alimentícia), que reúnem setecentos e quarenta e seis unidades industriais (uma declaração por unidade). Os resultados desta etapa são apresentados no **Apêndice B** deste estudo.

As seguintes premissas foram estabelecidas para viabilizar o processo de triagem e agrupamento de atividades:

- i. Considerar apenas tipologias industriais com cinco ou mais unidades industriais com dados disponíveis nas declarações de carga poluidora (FEAM), ou ainda, aquelas que, associadas a atividades similares/equivalentes, pudessem somar o mínimo de cinco unidades;<sup>6</sup>
- ii. Considerar como “unidade industrial” o empreendimento que constituir uma base operacional independente dotada de razão social e um único número de inscrição junto ao Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas (CNPJ);<sup>7</sup>
- iii. Iniciar a triagem pelas declarações do ano de 2014 (último ano da série).<sup>8</sup>

Concluído o agrupamento, os dados empresariais (CNPJ; Razão Social; código e descrição da atividade segundo a DN COPAM 74/2004; etc.), geográficos (município de localização e coordenadas geográficas da indústria; coordenadas do ponto de lançamento, Bacia Hidrográfica, etc.) e ambientais (vazão de lançamento de efluentes; carga poluidora das emissões; sistemas de tratamento de efluentes utilizado; nome e tipologia do corpo hídrico receptor; classe ambiental do empreendimento; etc.) de cada unidade industrial foram consolidados na forma de planilhas eletrônicas, dando origem ao BD do modelo, que não é passível de ser apresentado neste trabalho.

### 3.2. Compatibilização entre Sistemas “FEAM” e “CNAE” de Classificação de Atividades

No sistema IPPS, desenvolvido a partir de dados da EPA (US) e do US. *Manufacturing Census*, os coeficientes são relacionados a códigos da Classificação Industrial Padrão (*Standard Industrial Classification* – ISIC – revisão II) (HETTIGE *et. al*, 1995). Contudo, nesta metodologia, que se baseia em dados nacionais, são adotados os códigos da Classificação Nacional de Atividades Econômicas, versão 2.0 (CNAE 2.0).

A CNAE constitui-se de códigos e denominações que são empregados na padronização de atividades exercidas por agentes econômicos engajados na produção de bens e serviços no país (COMISSÃO NACIONAL DE CLASSIFICAÇÃO, 2018). Sua primeira versão foi divulgada em 19

<sup>6</sup> Adotou-se tal premissa para que se pudesse obter o maior aproveitamento possível dos dados disponíveis.

<sup>7</sup> Em alguns casos verificou-se, nas declarações de carga poluidora da FEAM, uma só razão social com duas ou mais inscrições no CNPJ, denotando tratar-se de filiais de uma mesma empresa. Nestas situações, cada CNPJ foi computado como uma unidade industrial.

<sup>8</sup> Como grande parte das declarações existentes na planilha FEAM de 2014 se repete nas planilhas de 2013 e 2012, tem-se que a maior parcela dos dados obtidos é de 2014.

de dezembro de 1994, tendo sido oficialmente adotada a partir de 1º de janeiro de 1995 pelos órgãos que realizam os registros administrativos federais (RESOLUÇÃO IBGE Nº 54/1994). Já as versões CNAE 1.0 e 2.0 foram posteriormente divulgadas em 09 de outubro de 2002 e 04 de setembro de 2006, respectivamente, por meio das Resoluções CONCLA nº 06/2002 e nº 01/2006. A versão 2.0, adotada neste trabalho, possui maior nível de detalhamento em relação às anteriores, sendo estruturada em cinco níveis hierárquicos, a saber: Sessões, Divisões, Grupos, Classes e Subclasses (RESOLUÇÃO CONCLA Nº 01/2006).

Para viabilizar a formação de FIPEs a partir de dados do Estado de Minas Gerais, fez-se necessário promover a compatibilização dos códigos e denominações utilizados pela FEAM, descritos na DN COPAM nº 74/2004, com os códigos e denominações da CNAE 2.0. Neste processo empírico, cada código da CNAE foi equiparado a um ou mais códigos similares da FEAM, sendo, a equivalência entre eles, determinada tecnicamente por meio da análise de seus títulos e descrições.

O processo de análise ateve-se ao produto e/ou ao serviço gerado pela atividade. Observou-se que, os códigos “CNAE” dispõem de fichas técnicas no sítio eletrônico da Comissão Nacional de Classificação (CONCLA), o que permitiu distinguir os produtos e/ou serviços a elas relacionados. Já, às atividades “FEAM”, (DN COPAM Nº 74/2004) não contam com o mesmo recurso, todavia, suas denominações (Apêndice B) são suficientemente detalhadas, possibilitando uma boa caracterização dos produtos e/ou serviços associados.

Desta forma, as setecentas e quarenta e seis unidades industriais, existentes no BD (Apêndice B), foram enquadradas em Classes, Grupos e Divisões, conforme a CNAE 2.0, possibilitando a formação de amostras de dados hierarquizadas segundo a CNAE. Os resultados desta etapa são apresentados no **Apêndice C** deste estudo.

Obteve-se um quantitativo de unidades industriais (com dados de emissão de poluentes disponíveis no BD) que permite a formação de amostras de dados de emissão de poluentes, com maior ou menor qualidade estatística, para classes e grupos de quatorze divisões da CNAE 2.0.

### **3.3. Definição de atividades para construção de fatores de intensidade de emissão de poluentes**

Buscou-se, neste primeiro demonstrativo da metodologia, restringir a formação de bases de dados à divisão de nº 10 da sessão “C” da CNAE 2.0, mais especificamente ao grupo 10.5 (Laticínios), e às divisões de nº 13 (Fabricação de produtos têxteis) e 24 (Metalurgia), consideradas, dentre as atividades com dados disponíveis no BD, as mais representativas em termos de potencial poluidor hídrico e volume de atividade industrial.

### 3.3.1. Indústria alimentícia: grupo “Laticínios”

Com cerca de cinquenta e nove milhões de Unidades Locais (ULs) em operação no território nacional, o setor de alimentos empregou mais de um bilhão e seiscentos milhões de pessoas em 2016 (CADASTRO CENTRAL DE EMPRESAS, 2016). Devido à natureza de suas atividades e ao expressivo volume operacional que possui, a indústria alimentícia tornou-se a mais hidrintensiva do país, respondendo por cerca de 40,5% do total da demanda do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNDARH) (ANA, 2017), dos quais, estima-se que mais de 40% seja descartado como efluente de processo.

Dentre os seguimentos deste setor, o ramo de laticínios se destaca por sua elevada geração de carga poluidora. Esta é a modalidade industrial que possui o maior coeficiente de emissão de DBO do IPPS, o segundo maior de emissão de STS e o terceiro maior de emissão de “tóxicos da água” (MORENO, 2005). No que tange à contribuição de DBO, observa-se que esta varia consideravelmente conforme a atividade da indústria, como apresentado na tabela 1.

**Tabela 1-** Geração de DBO em setores da indústria de laticínios.

Setor Industrial	DBO (mg/L)	DBO (kg/m <sup>3</sup> ) leite processado
Posto de recepção e resfriamento de leite	600 a 1.200	1,2
Empacotamento de leite e manteiga	800 a 1.600	3
Queijaria	3.000 a 6.000	18
Iogurte	1.5000 a 3.500	5
Torre de secagem de leite	600 a 1.200	1,3

**Fonte:** FIEMG, 2014.

Além disso, cabe ressaltar que, com exceção da subdivisão 10.9 da CNAE 2.0 (Fabricação de outros produtos alimentícios), a fabricação de produtos laticínios é a atividade da indústria alimentícia com mais ULs (com cinco ou mais empregados) no Brasil e na Região Sudeste (exceto Espírito Santo) (CADASTRO CENTRAL DE EMPRESAS, 2015), ou seja, é mais abundante em termos de pontos de despejo.

Por estes motivos, neste trabalho, dentre as tipologias da divisão de alimentos, optou-se pelo desenvolvimento de FIPes para o grupo “Laticínios” (grupo CNAE 10.5).

De acordo com o Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA) de Minas Gerais (2009), a indústria de laticínios possui as seguintes fontes de geração de efluentes industriais: (i) lavagem e limpeza dos tanques de transporte do leite, tubulações, tanques de processo, pasteurizador e padronizadora, pisos e demais equipamentos envolvidos direta ou indiretamente no processo produtivo; (ii) derrames devido a falhas de operação ou equipamentos em manutenção; (iii) perdas

no processo, durante a operação de equipamentos; (iv) descartes de subprodutos ou produtos rejeitados; (v) soluções usadas na limpeza dos equipamentos e pisos, tais como os detergentes neutros, alcalinos e ácidos e ainda os desinfetantes; (vi) lubrificantes dos equipamentos, tais como óleo dos redutores e dos compressores de refrigeração e ar comprimido; (vii) derrame ou descarte de soro proveniente da fabricação de queijos e manteiga. Acrescente-se a esta relação às contribuições geradas nas áreas de manutenção das indústrias, além dos efluentes de origem sanitária (SISEMA, 2009).

### **3.3.2. Indústria Têxtil**

O setor têxtil, incluindo-se as atividades de fabricação de produtos têxteis (divisão CNAE nº 13) e confecção de artigos do vestuário e acessórios (divisão CNAE nº 14), vem em segundo no ranking dos grandes geradores de emprego no país, com cerca de oitenta e cinco mil ULs e mais de novecentos e setenta e sete mil pessoas ocupadas em 2015, segundo tabela nº 3421 do Cadastro Central de Empresas (2015). Ao contrário do que se observa na indústria da confecção, a fabricação de produtos têxteis possui expressivo potencial poluidor hídrico, sobretudo em função dos processos de lavagem e beneficiamento dos fios e tecidos. De acordo com Leão *et. al.*, (2002), esta indústria consome cento e cinquenta litros de água para produzir um quilo de tecido, sendo 88% desse volume descartado como efluente líquido e os 12% restantes, perdidos por evaporação.

Os efluentes gerados nos processos de fabricação de tecidos apresentam elevada carga poluidora em decorrência do emprego de produtos químicos e corantes em larga escala (FERREIRA, 2011). Segundo Beltrame (2000), o efluente têxtil se caracteriza pela alta contribuição de DBO e STS, sendo, a DBO, resultante da utilização dos seguintes grupos de insumos no processo produtivo: agentes de engomagem (57%), umectantes e detergentes (18%), auxiliares de tingimento (7%), ácidos orgânicos (7%), preparação da fiação (5%), redutores (3%), corantes e bloqueadores óticos (1%), outros (2%).

### **3.3.3. Indústria Metalúrgica**

A metalurgia está na base de grandes setores da economia nacional, onde se destaca a construção civil e a fabricação de bens de capital e automóveis, que juntas demandaram 80% do aço produzido no país entre os anos de 2014 e 2015 (INSTITUTO DO AÇO BRASIL, 2016). Trata-se de uma divisão de elevados níveis de atividade, responsável pela geração de mais de duzentos mil empregos no país, em 2015 (CADASTRO CENTRAL DE EMPRESAS, 2015).

A indústria metalúrgica está entre as cinco mais hidroatensiva do Brasil, respondendo por 5,4% das captações constantes no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CENARH) (ANA, 2017). Estima-se que 44% deste total sejam consumidos no processo e o restante descartado como efluente industrial de elevada carga poluidora.

Considerando-se as modalidades desta divisão, os grupos “Produção de Ferro-Gusa e de Ferro-liga”, “Siderurgia”, “Fabricação de tubos”, e “Fundição”, apresentam os maiores fatores de emissão de STS do IPPS, sendo o grupo “Metalurgia de metais não ferrosos”, responsável pelo terceiro maior fator de emissão de DBO do sistema (MORENO, 2005).

De acordo com Golfetto e Schröder (2012), a indústria metalúrgica possui duas correntes de efluentes líquidos, uma de “efluente ácido” e outra de “efluente industrial”. O efluente ácido é proveniente da área de galvanização de metais e seus principais contaminantes são: chumbo, zinco e cromo hexavalente. Já o efluente industrial é oriundo de piscinas de torres de resfriamento e retrolavagem, em especial dos processos de purga de fundo e transbordos, sendo, seus principais contaminantes, os óxidos de ferro e óleo. Edlinger *et. al.*, (2012), também destaca os despejos originários dos processos de hidrojateamento de chapas e do chão de fábrica, que constituem-se, principalmente, de água oleosa e surfactantes (detergentes), além de resíduos metálicos.

### **3.4. Formação de bases de dados para a construção de coeficientes: dados primários**

Como se verifica no Apêndice C, o grupo 10.5 (Laticínios) gerou uma amostra de setenta e sete unidades industriais no BD, já, a divisão 13 (Fabricação de Produtos Têxteis), uma amostra de cinquenta e três unidades, e, a divisão 24 (Metalurgia), totalizou setenta e cinco unidades. Desse total, foram separadas, aleatoriamente, amostras menores de cinquenta unidades para as indústrias de laticínios e metalurgia e de quarenta e cinco unidades para a indústria têxtil. As medidas de emissão de poluentes (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS) de cada empreendimento que compõe as amostras (Laticínios, Têxtil e Metalurgia), bem como os municípios de localização das unidades amostradas e o “ano base” das declarações de carga poluidora são apresentadas no **Apêndice D** deste trabalho, nas tabelas 1D, 2D e 3D.

Ressalte-se que a amostra da indústria de Laticínios é considerada “homogênea”, pois foi estruturada no nível “grupo” da CNAE, reunindo apenas empreendimentos enquadrados na atividade FEAM D-01-06-6 (Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios). Já, as amostras das indústrias têxtil e metalúrgica foram formadas no nível “divisão” (mais abrangente), sendo constituídas de subamostras de diferentes grupos de atividades do mesmo setor. No caso da indústria Metalúrgica, optou-se por excluir as unidades enquadradas no grupo CNAE 24.4 “Metalurgia dos



metais não-ferrosos”, mantendo-se, no universo amostral, apenas atividades que utilizam metais ferrosos como matéria-prima, sendo, 50% da amostra formada por empreendimentos do ramo de produção de ferro-gusa e de ferro-liga (atividade com maior potencial de emissão de STS, segundo o IPPS).

Outro ponto a ser observado diz respeito à quantidade de números “zero”, verificados nas tabelas do Apêndice C, principalmente nas colunas “MBAS”, “OG” e “SSd”. Considera-se que a ocorrência de “zeros” não indica inexistência de valor para o parâmetro, e sim, que este não foi detectado nas análises realizadas no efluente tratado, por estar, provavelmente, abaixo do limite de quantificação<sup>9</sup>. Supostamente, nestes casos, não houve contribuição significativa do poluente e/ou os processos de tratamento utilizados foram efetivos. Além disso, cabe ressaltar que as modalidades industriais selecionadas, sobretudo as atividades de “Metalurgia”, não se destacam pela geração de MBAS, OG e SSd. Assim, os números “zero” constituem dados e, como tal, foram computados para fins de cálculo das médias e medianas amostrais, e demais ponderações necessárias à formação de coeficientes.

### **3.5. Formação de bases de dados para a construção de coeficientes: dados secundários**

Para a construção de FIPes, além das medidas de emissão de poluentes, faz-se necessário obter os valores de NE, responsáveis por expressar o nível de atividade dos empreendimentos industriais. Tendo em vista que as declarações de carga poluidora não contemplam este dado, recorreu-se a documentos disponíveis nos processos de licenciamento ambiental das unidades industriais selecionadas nas amostradas, nomeadamente aos pareceres ambientais intitulados “Parecer Único” (PU) e “Parecer Técnico” (PT), e, na minoria dos casos, aos documentos “Relatório de Controle Ambiental” (RCA), “Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental” (RADA) e “Formulário Integrado de Caracterização do Empreendimento” (FCEI).

Os dados de NE dos empreendimentos que compõe as amostras das indústrias de Laticínios, Têxtil e de Metalurgia, bem como a referência dos documentos consultados, são apresentados no **Apêndice E** deste trabalho, nas tabelas 1E, 2E e 3E respectivamente.

Com o objetivo de avaliar a qualidade dos dados de NE obtidos, para as três tipologias industriais consideradas, verificou-se a correlação linear existente entre os conjuntos de valores de NE (Apêndice E) e de Vazão de Emissão de Poluentes dos empreendimentos que compõem as amostras (Apêndice D). Os percentuais de correlação obtidos foram de **95%** para as indústrias de

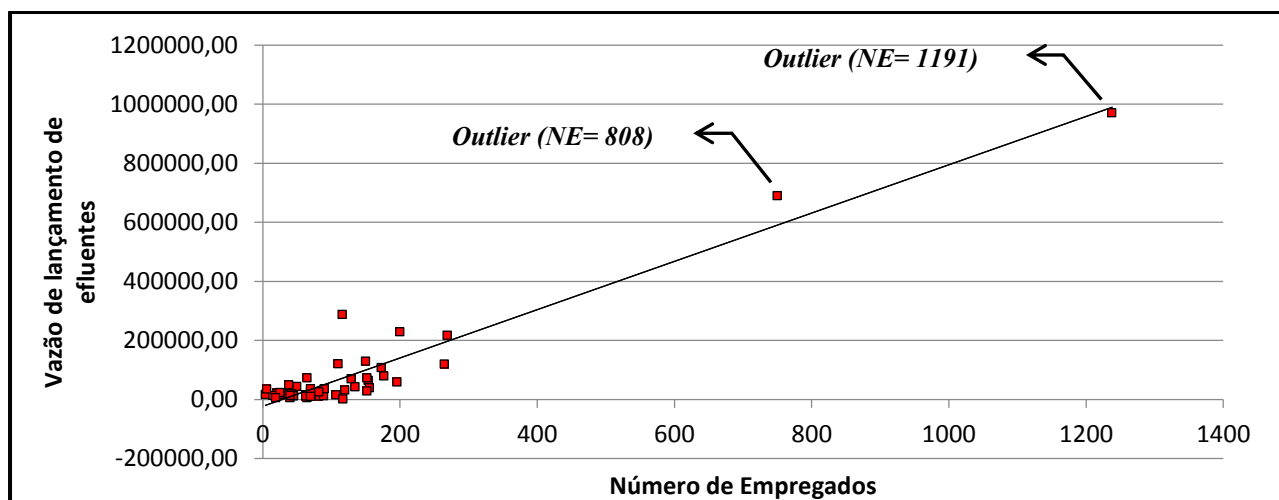
---

<sup>9</sup> Limite de Quantificação Praticável: menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente, com precisão e exatidão, pelo método utilizado;

laticínios e **97%** para as indústrias metalúrgicas, como segue demonstrado nas figuras 3 e 4. No caso da indústria têxtil, não se obteve resultados animadores, sendo observada correlação de apenas **37%** entre os valores de NE e de Vazão, culminando em dados menos agregados como exposto na figura 5. Por esta razão, optou-se por descontinuar o processo de construção de FIPes para esta tipologia.

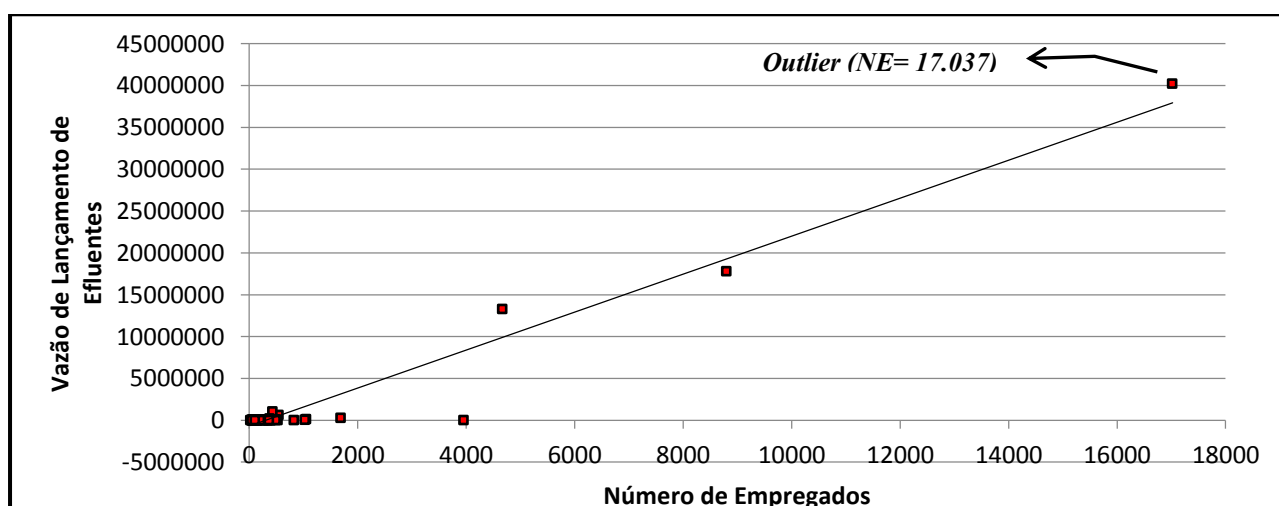
Destaque-se que os gráficos de dispersão, apresentados neste tópico, incluem unidades industriais *outliers*, que, mais adiante, na “etapa 4” da metodologia (tratamento dos dados), são excluídas das amostras.

**Figura 3-** Dispersão espacial dos dados de NE da amostra de indústrias de Laticínios.



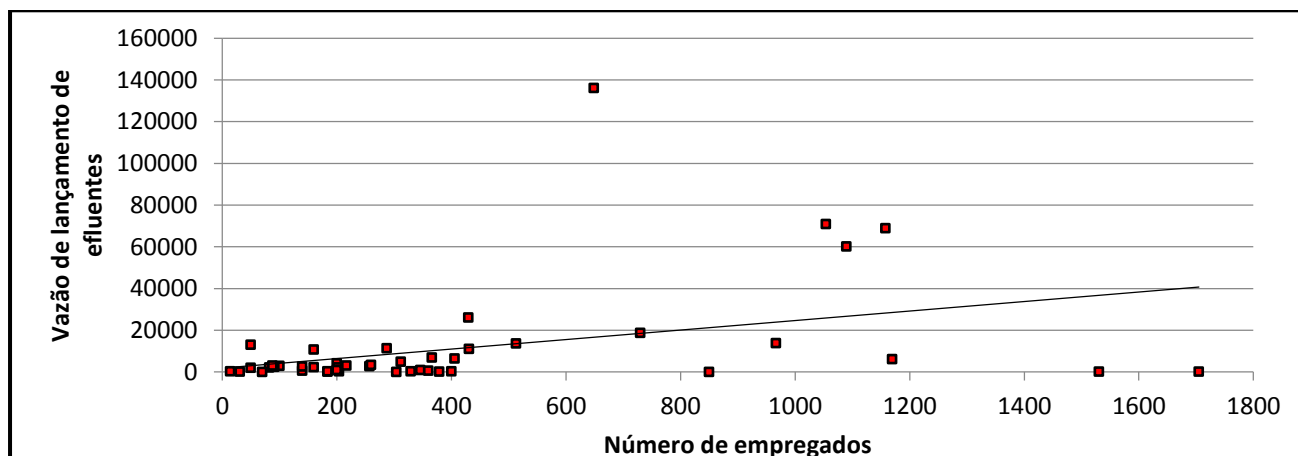
Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Figura 4-** Dispersão espacial dos dados de NE da amostra de indústrias Metalúrgicas.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Figura 5-** Dispersão espacial dos dados de NE da amostra de indústrias Têxteis.

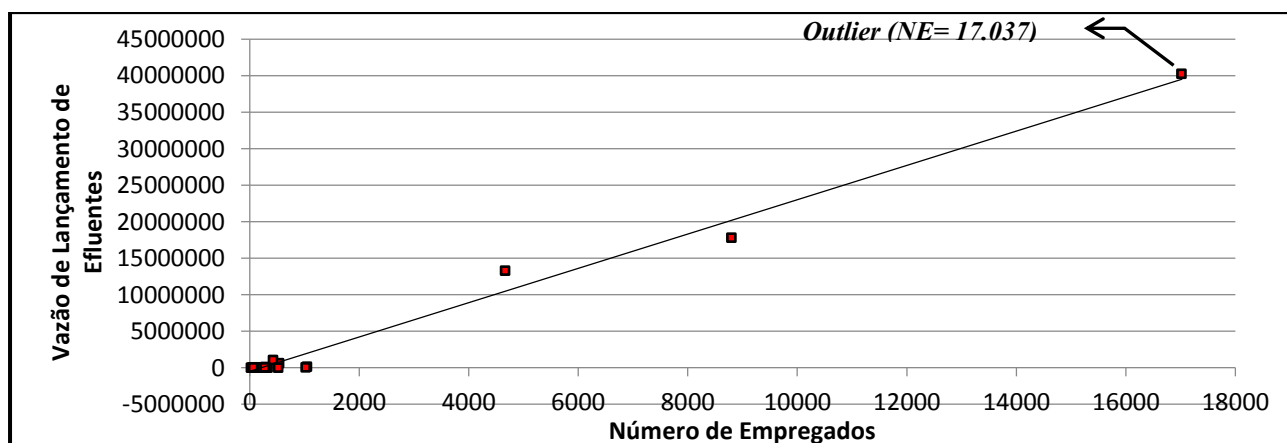


Fonte: Elaboração própria, 2018.

É possível que a anomalia observada no teste de correlação aplicado à amostra de indústrias têxteis esteja relacionada a incongruências no cadastro das unidades amostradas junto a Receita Federal. Suspeita-se que estabelecimentos do ramo de confecção (Divisão 14 da Sessão C da CNAE) estariam equivocadamente cadastrados como indústrias têxteis (Divisão 13 da Sessão C da CNAE), o que deverá ser objeto de investigação em trabalhos futuros.

No que tange, especificamente, ao Grupo 24.1 da CNAE (produção de ferro-gusa e de ferro-liga), que equivale às unidades industriais de nº 1 a 26 da amostra de indústrias metalúrgicas (Tabelas 3D e 3E), verificou-se correlação de **99%**, entre dados de NE e de Vazão, como segue na figura 6, o que torna possível o desenvolvimento de FIPEs também para este seguimento da indústria metalúrgica, neste caso, a partir de uma subamostra de vinte e cinco unidades produtivas.

**Figura 6-** Dispersão espacial dos dados de NE da subamostra de indústrias de produção de ferro-gusa e de ferro-liga.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

Assim, o desenvolvimento de FIPEs, neste trabalho, se deu para o grupo CNAE 10.5 (Laticínios), para a divisão 24 (Metalurgia) e para o grupo 24.1 (Produção de ferro-gusa e de ferro-liga), da sessão “Indústrias de Transformação” da CNAE 2.0, excluindo-se a divisão 13 (fabricação de produtos têxteis), por se verificar baixa correlação entre os dados de NE e de Vazão de lançamento de efluentes para esta modalidade.

Muito embora se tenha obtido boa qualidade para os dados de NE (dados secundários) das amostras das indústrias de Laticínios e Metalurgia, cabe destacar que, ao se analisar os documentos ambientais que fornecem o quantitativo de empregados (PU, PT, RCA, RADA, FCEI), verificou-se que possuem datas diversas, anteriores ou posteriores às datas das declarações de carga poluidora, das quais se obteve os dados de emissão de poluentes (dados primários). Tal incompatibilidade de datas se impôs como um inconveniente ao desenvolvimento dos coeficientes do modelo, uma vez que, neste processo, o desejável é que ambos os dados (primários e secundários) estejam na mesma base temporal. Desta forma, utilizou-se de um procedimento matemático para a equiparação temporal dos dados e aprimoramento das bases.

### **3.5.1. Equiparação temporal de dados primários e secundários**

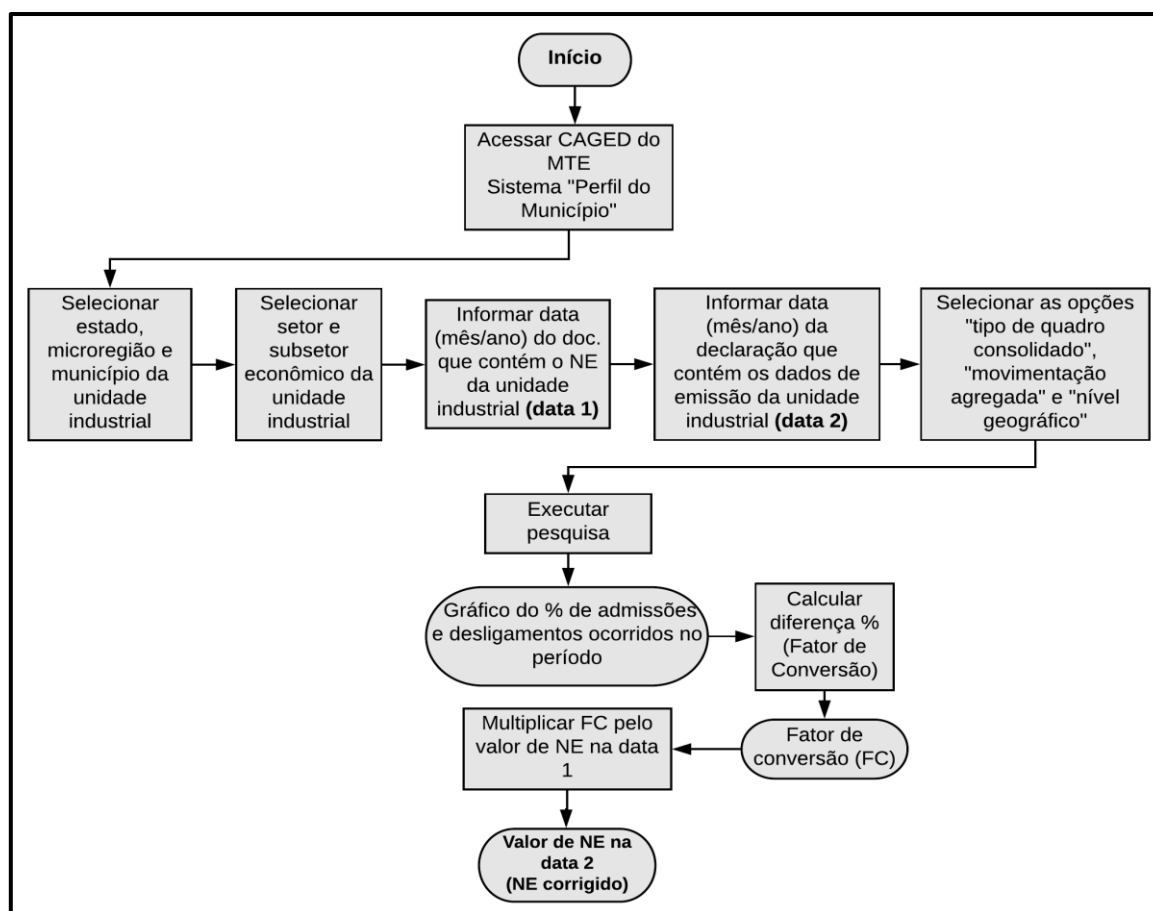
Para possibilitar a formação de FIPEs é indispensável associar os dados de emissão de poluentes (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS), de determinada tipologia industrial, à “medida” de sua atividade, expressa pelo dado de NE. Contudo, os documentos ambientais que contêm o quantitativo de empregados das unidades industriais amostradas são de datas diversas às do ano base do mês de referência das declarações de carga poluidora. Em razão disso, fez-se necessário proceder à adequação dos dados de NE, encontrados nos documentos, projetando-os, por meio de um procedimento matemático, para a data das declarações de carga poluidora.

Considera-se como “data da declaração” 31 de dezembro do “ano base” da declaração. Como se observa nas tabelas do Apêndice D, os dados primários da indústria de laticínios foram obtidos, em sua totalidade, de declarações de carga poluidora de “ano base” 2014, já, os dados da indústria metalúrgica, derivam de declarações de três “anos base”, 2012, 2013 e 2014.

A correção dos dados de NE se deu por meio de estatísticas do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) do Ministério do Trabalho, em especial, do sistema “Perfil do Município”, que fornece o valor percentual de admissões e desligamentos ocorridos nos municípios do país por setor e subsetor da indústria, num determinado intervalo de tempo (CAGED, 2018). Assim, a partir do percentual de admissões e desligamentos, ocorridos entre a data dos documentos ambientais e a data das declarações de carga poluidora, foi possível estabelecer a

variação de número de empregados no período, para cada unidade industrial das amostras, conforme o seu subsetor econômico e o município em que se localiza. Os conjuntos de dados de NE pré-correção, na data do documento (Data 1) e os conjuntos de dados de NE pós-correção, projetados na data das declarações ambientais (Data 2), estão expostos no **Apêndice F**, tabelas 1F e 2F, deste estudo. A figura 7 apresenta o procedimento empregado na equiparação temporal dos dados de NE aos dados de emissão de poluentes.

**Figura 7-** Procedimento de equiparação temporal entre dados de NE e dados de emissão de poluentes.



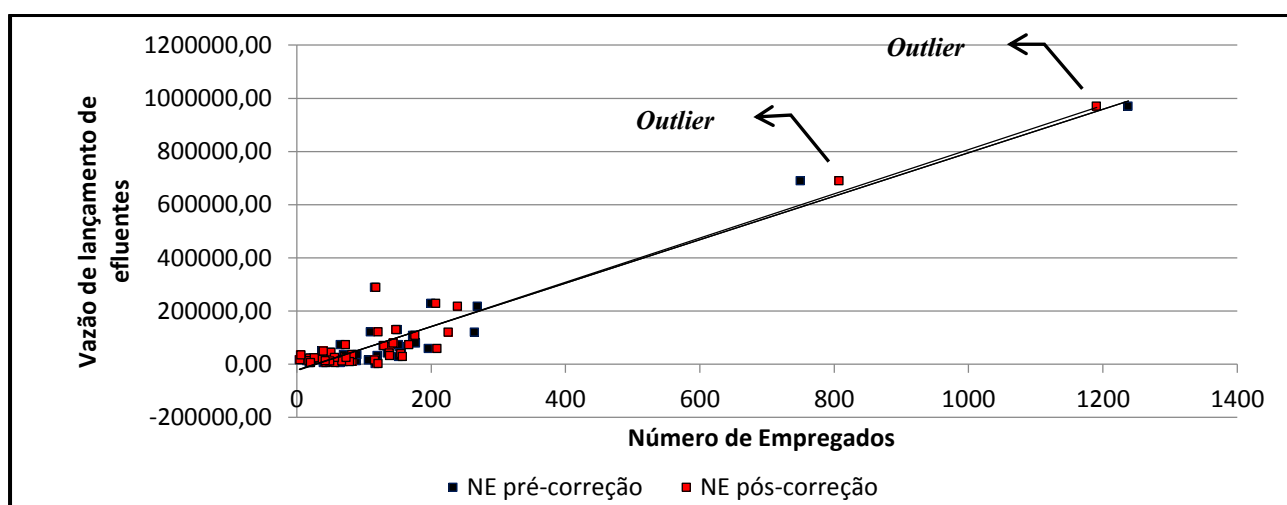
**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

O limite de regressão do sistema “Perfil do Município” do GAGED é janeiro de 2007. Assim, em onze unidades industriais da amostra da indústria metalúrgica (22% da amostra), que possuem dados de NE oriundos de documentos de anos anteriores, as projeções estiveram limitadas a essa data.

Feita a correção temporal dos dados de NE das amostras, estabeleceu-se novo procedimento de correlação linear entre os conjuntos de dados de NE “pós-correção” (Apêndice F, tabelas 1F e 2F) e os conjuntos de dados de vazão de lançamento de efluentes (Apêndice D, tabelas 1D e 3D),

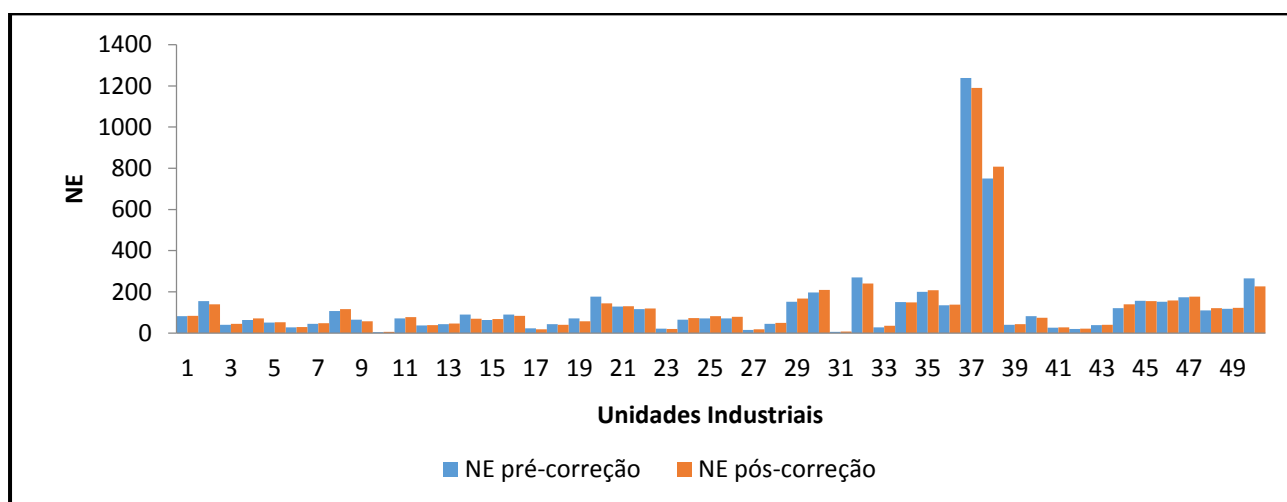
“parâmetro controle”. Os percentuais obtidos foram de **96%** para a indústria de Laticínios (Grupo CNAE 10.5), **97%** para a indústria Metalúrgica (Divisão CNAE 24) e **99%** para a atividade “Produção de ferro-gusa e de ferro-liga” (Grupo CNAE 24.1). Verifica-se, portanto, que, a correlação entre dados primários e secundários melhorou um ponto percentual para a amostra da indústria de Laticínios, que, anteriormente, era de 95%, como apresenta a figura 8. A figura 9 demonstra as modificações corridas nos valores de NE na amostra em função do procedimento de equiparação temporal adotado.

**Figura 8-** Dispersão espacial dos dados de NE pré e pós-correção da indústria de Laticínios.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Figura 9-** Variação dos valores de NE da amostra de indústrias de Laticínios em função do procedimento de correção temporal.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

No que tange à indústria Metalúrgica, os valores de NE sofreram modificações menos significativas (Apêndice F, tabela 2F), mantendo-se o grau de afinidade dos dados em 97% para a amostra total e 99% para a subamostra de indústrias de produção de ferro-gusa e ferro-liga (unidades industriais de nº 1 a 26), tal como antes do procedimento de equiparação. A não melhoria da correlação, neste caso, pode ser explicada pela ocorrência de onze unidades industriais (22% da amostra) com dados de NE de data anterior a janeiro de 2007 (limite de regressão do sistema “Perfil do Município” do GAGED). Este fato pode ter importado em certo prejuízo às projeções. Entretanto, as correlações iniciais de 97% e 99% são satisfatórias.

É sabido que, a fonte de dados de “números de empregados da indústria” de melhor qualidade, no Brasil, é a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Todavia, tal base de dados é confidencial, sendo o seu acesso permitido apenas a órgãos e setores públicos autorizados. Tendo em vista que os documentos “PU”, “PT”, RCA, RADA e FCEI (adotado como fontes dos dados de NE) foram elaborados ou homologados pelo departamento de licenciamento ambiental da FEAM e, considerando que o método de correção de dados utilizado esteja baseado em estatísticas oficiais do CAGED, de boa precisão que contemplam o município de localização e o subsetor econômico dos empreendimentos, têm-se confiança na qualidade dos dados de NE, adotados na construção dos coeficientes de poluição neste modelo.

As fontes de dados de NE utilizadas consideram os trabalhadores não efetivos da indústria (terceirizados), já que, de acordo com a DN COPAM Nº 74/2004, NE é definido como “o número total de pessoas que trabalham no empreendimento, seja nas atividades de produção, seja nas atividades administrativas ou de suporte, incluídas as contratações de qualquer natureza cujo objeto seja a prestação não eventual de serviços”.

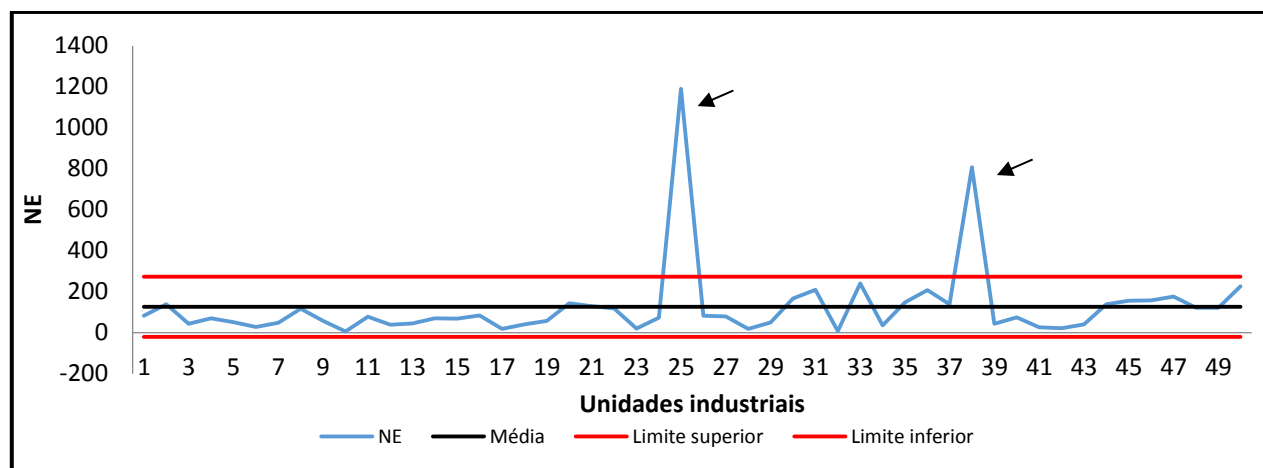
### **3.6. Análise e tratamento das bases de dados**

Uma vez obtidas às projeções dos dados de NE na data das declarações de carga poluidora (fontes dos dados ambientais) foi possível definir as bases de dados iniciais para a construção dos FIPes, compostas pelos conjuntos de dados de emissão de poluentes, apresentados no Apêndice D, tabelas 1D e 3D, e os conjuntos de dados de NE (pós-correção), conforme se verifica no Apêndice F, tabelas 1F e 2F.

Para prevenir prejuízos às interpretações dos resultados da metodologia, procedeu-se à checagem das amostras quanto à existência de “*outliers*”. Com esta finalidade, utilizou-se do método “amplitude interquartil” (IQR), definindo-se o primeiro e o terceiro quartis dos conjuntos de dados de NE das amostras, o que permitiu encontrar os limites, superior e inferior, dos conjuntos. No

caso da indústria de Laticínios, verificaram-se dois valores dispares em relação à série, como se observa na figura 10.

**Figura 10-** Identificação de *outliers* na amostra do grupo Laticínios.



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

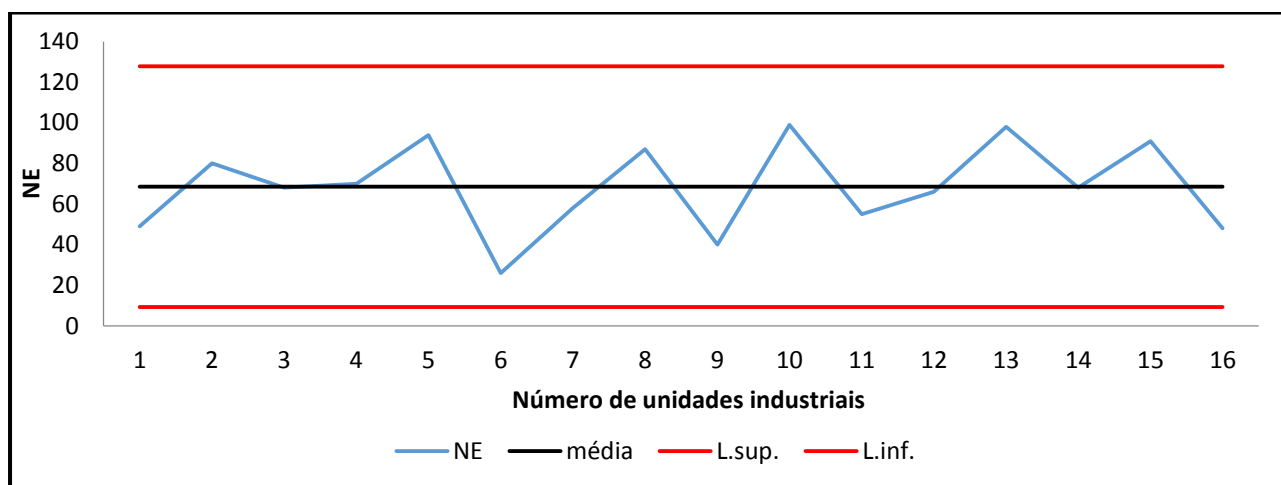
Tais “*outliers*” se referem às unidades industriais de nº 25 e 38, que apresentam mil, cento e noventa e um, e oitocentos e oito empregados respectivamente, conforme se observa na tabela 1F do Apêndice F. Trata-se de duas companhias de grande porte, segundo classificação baseada em número de empregados (SEBRAE, 2013), com níveis de produção acima do padrão setorial considerado. Logo, para fins de preservação dos resultados da metodologia em vista deste viés, optou-se por excluir tais indústrias, mantendo-se, no universo amostral, apenas empreendimentos de micro, pequeno e médio porte, com menos de quinhentos empregados.

No que tange a indústria metalúrgica, a amostra de dados se apresenta mais heterogeneia, observando-se a ocorrência 34% de unidades industriais de pequeno porte (com 20 a 99 empregados), 46% de médio porte (com 100 a 499 empregados) e 20% de grande porte (acima de 500 empregados), o que resultou em uma curva de NE menos comportada. Entretanto, tendo em conta que o setor metalúrgico no Brasil tem como característica a coexistência, em proporções aproximadas, de empreendimentos de pequeno e grande porte (CARDOSO *et al.*, 2015), a amostra é considerada representativa para esta indústria, devendo ter sua abrangência preservada.

Desta forma, para a identificação e exclusão de eventuais *outliers*, que tenham potencial de trazer reais prejuízos à interpretação dos resultados do modelo, optou-se por dividir a amostra de indústrias metalúrgicas em três segmentos (três subamostras), conforme o porte dos empreendimentos, para, só então, submetê-los a análise de *outliers*. Os resultados são apresentados por meio das figuras 11, 12 e 13.

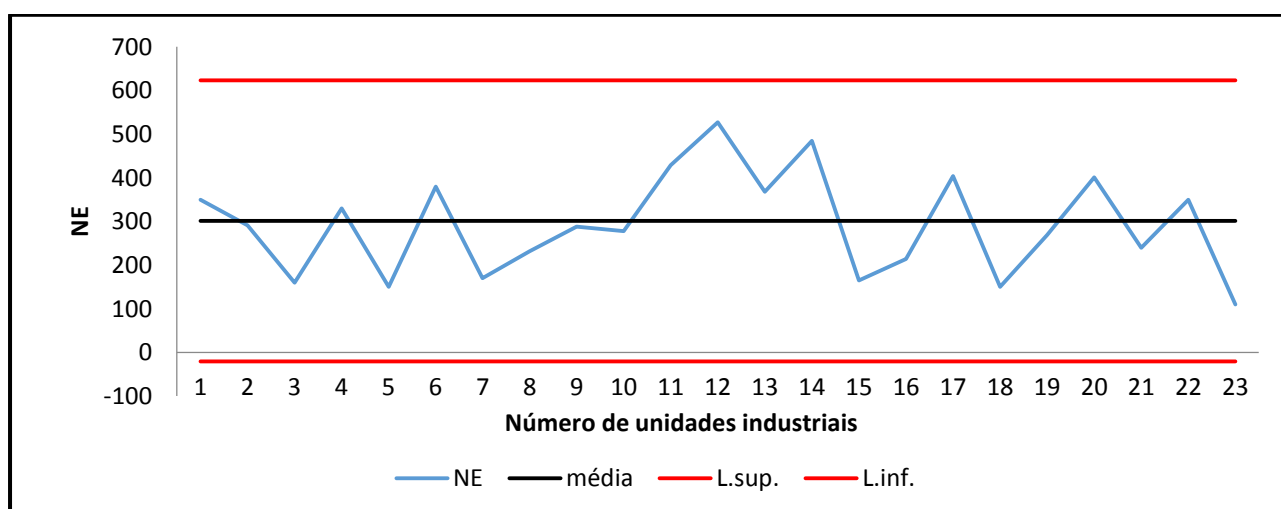


**Figura 11-** Identificação de *outliers* em subamostra de indústrias metalúrgicas de pequeno porte.



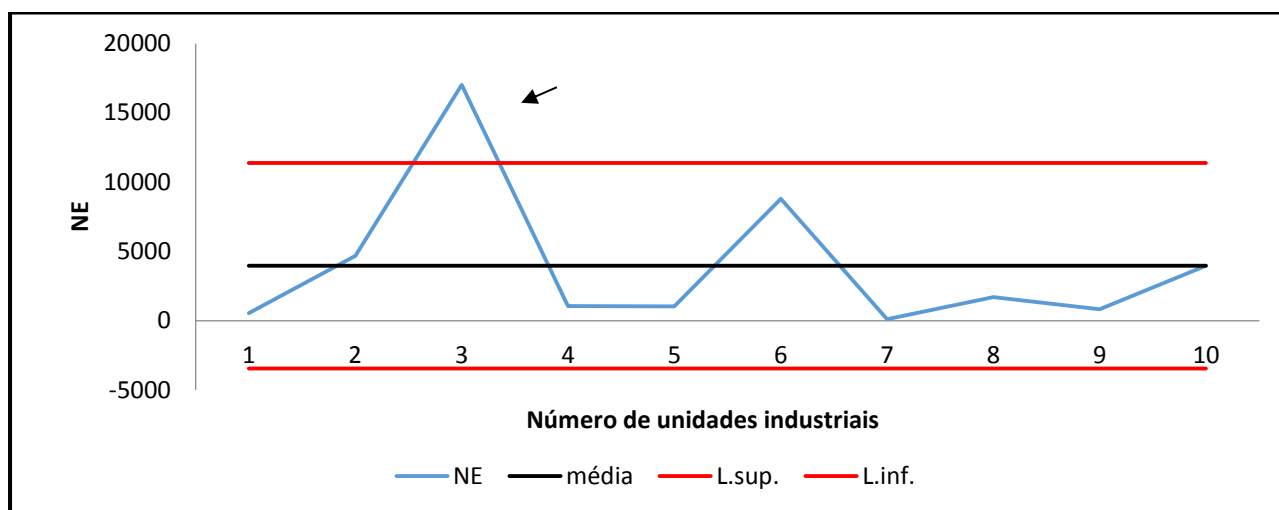
Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Figura 12-** Identificação de *outliers* em subamostra de indústrias metalúrgicas de médio porte.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Figura 13-** Identificação de *outliers* em subamostra de indústrias metalúrgicas de grande porte.



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

Observa-se que, dentre as empresas de pequeno e médio porte, da divisão metalurgia (figuras 11 e 12), não houve a ocorrência de *outliers*. Contudo, no seguimento de grande porte (figura 13), obteve-se ao menos um valor que ultrapassa o limite superior definido para o espaço amostral. Trata-se da unidade industrial de nº 4, que possui mais de dezessete mil colaboradores, entre efetivos e terceirizados (apêndice F, tabela 2F). Por ser este um empreendimento de porte excepcional, que extrapola, em muito, os padrões setoriais de produção considerados, optou-se por excluí-lo da amostra.

Assim, a partir da identificação e da remoção dos *outliers*, passou a ser considerada, para fins de construção de FIPEs uma amostra definitiva de quarenta e oito empreendimentos para o grupo “Laticínios”, quarenta e nove para a divisão “Metalurgia”, e vinte e cinco para o grupo “Produção de ferro-gusa e de ferro-liga” (unidades de nº 1 a 25 da amostra de indústrias metalúrgicas), cujos dados de NE, Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS são expostos no **Apêndice G** deste trabalho, tabelas 1G e 2G. Caso o usuário do modelo tenha necessidade de incluir, em seus estudos, dados de emissão de poluentes e de NE das “indústrias *outliers*” (unidades nº 25 e 38 a amostra de Laticínios, e unidade nº 4 da amostra de Metalurgia), estes se encontram disponíveis nas tabelas dos apêndices D, E e F.

Nas tabelas 2, 3 e 4, a seguir, são apresentados os resultados dos cálculos das medianas, médias, desvios padrão e intervalos de confiança (IC) das três amostras consideradas. Os ICs para as médias dos conjuntos de dados das indústrias de Laticínios e Metalurgia foram obtidos por meio do método “distribuição normal”. Já, para a amostra do grupo “Produção de ferro-gusa e de ferro-liga”,

utilizou-se da distribuição “T” de Student. Em ambos os casos, considerou-se nível de confiança de 90%.

**Tabela 2-** Medianas, Médias, Desvios Padrão e Intervalos de Confiança da amostra do grupo “Laticínios”.

-	NE Corrigido	VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (kg/ano)	SSd (kg/ano)	STS (kg/ano)
<b>Medianas</b>	73	24222,60	0,00	1457,82	5497,14	95,40	0,00	936,78
<b>Médias amostrais</b>	89,63	48875,04	7,52	4526,85	11352,30	331,65	20,78	1693,41
<b>Desvio padrão</b>	61,52	60873,67	20,67	7704,02	17128,79	574,89	75,74	2487,75
<b>Erro</b>	14,60	14452,27	4,91	1829,04	4066,62	136,49	17,98	590,63
<b>Limite inferior</b>	75,02	34422,77	2,62	2697,80	7285,68	195,16	2,80	1102,78
<b>Limite superior</b>	104,23	63327,31	12,43	6355,89	15418,92	468,14	38,76	2284,04

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 3-** Medianas, Médias, Desvios Padrão e Intervalos de Confiança da amostra da divisão “Metalurgia”.

-	NE Corrigido	VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (kg/ano)	SSd (kg/ano)	SST (kg/ano)
<b>Medianas</b>	241	4.419	0	205	484	0	0	69
<b>Médias amostrais</b>	635,57	689235,59	6,62	3791,01	24136,00	310,57	67,15	19802,85
<b>Desvio padrão</b>	1490,59	3132431,61	23,71	14281,13	99162,02	1493,61	454,44	92666,98
<b>Erro</b>	350,26	736055,93	5,57	3355,77	23301,00	350,97	106,79	21774,80
<b>Limite inferior</b>	285,31	-46820,34	1,05	435,25	835,00	-40,40	-39,64	-1971,96
<b>Limite superior</b>	985,83	1425291,52	12,19	7146,78	47437,01	661,53	173,93	41577,65

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 4-** Medianas, Médias, Desvios Padrão e Intervalos de Confiança da amostra do grupo “Produção de ferro-gusa e de ferro-liga”.

-	NE Corrigido	VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (kg/ano)	SSd (kg/ano)	SST (kg/ano)
<b>Medianas</b>	93	1.464	0	42	97	0	0	15
<b>Médias amostrais</b>	818,40	1323820,62	3,24	6940,02	44383,95	489,46	127,62	37901,29
<b>Desvio padrão</b>	1926,453332	4331725,4	10,28649	19641,87	136872,674	2052,04	636,5137	128345,7111
<b>Erro</b>	461,58	1037896,38	2,46	4706,26	32795,17	491,68	152,51	30752,08
<b>Limite inferior</b>	-196	-317192	-1	-1663	-10635	-117	-31	-9081
<b>Limite superior</b>	1280	2361717	6	11646	77179	981	280	68653

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

### 3.7. Construção de fatores de intensidade de emissão de poluentes

Os “coeficientes de poluição” foram construídos por meio da associação da emissão de poluentes (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS) da tipologia industrial considerada, com a medida de sua atividade, expressa pela variável funcional “NE”, conforme equação 1, apresentada no tópico 3.1 deste trabalho.

Estabeleceu-se a razão entre as médias dos conjuntos de dados dos parâmetros “Vazão”, “MBAS”, “DBO”, “DQO”, “OG”, “SSd” e “STS”, e as médias dos conjuntos de dados de NE, ambas apresentadas nas tabelas 2, 3 e 4, possibilitando a criação de FIPes (sendo um de vazão e seis de carga poluidora) para as indústrias de “Laticínios” (grupo CNAE 10.5), “Metalurgia” (divisão CNAE 24) e “Produção de ferro-gusa e de ferro-liga” (grupo CNAE 24.1). Assim como no IPPS, os fatores também foram multiplicados por mil, para que possam expressar o lançamento de poluentes da atividade industrial em termos de mil empregados por ano. As tabelas 5, 6 e 7 apresentam os FIPes desenvolvidos.

**Tabela 5-** Fatores de Intensidade Emissão de Poluentes para as atividades do grupo “Laticínios” da CNAE 2.0.

-	NE	VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (kg/ano)	SSd (kg/ano)	STS (kg/ano)
<b>Médias amostrais</b>	89,63	48875,04	7,52	4526,85	11352,30	331,65	20,78	1693,41
<b>FIPes (NE)</b>		545,3027483	0,083929	50,5063734	126,658495	3,700246	0,23182	18,893511
<b>Margem de erro</b>		162,9515086	0,055322	20,6227411	45,8517251	1,538913	0,20274	6,6594182
<b>FIPes X 1000</b>		545302,7483	83,92914	50506,3734	126658,495	3700,246	231,816	18893,511

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 6-** Fatores de Intensidade Emissão de Poluentes para as atividades da divisão “Metalurgia” da CNAE 2.0.

-	NE	VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (kg/ano)	SSd (kg/ano)	STS (kg/ano)
<b>Médias Amostrais</b>	635,57	689235,59	6,62	3791,01	24136,00	310,57	67,15	19802,85
<b>FIPes (NE)</b>		1084,43431	0,010415	5,964731	37,9752749	0,488643	0,105647	31,15753991
<b>Margem de Erro</b>		1158,10083	0,008765	5,279921	36,6614921	0,552207	0,168014	34,26019063
<b>FIPes X 1000</b>		1084434,31	10,41518	5964,731	37975,2749	488,6426	105,6468	31157,53991

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 7-** Fatores de Intensidade Emissão de Poluentes para as atividades do grupo “Produção de ferro-gusa e de ferro-liga” da CNAE 2.0.

-	NE	VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (kg/ano)	SSd (kg/ano)	STS (kg/ano)
<b>Médias Amostrais</b>	818,40	1323820,62	3,24	6940,02	44383,95	489,46	127,62	37901,29
<b>FIPEs (NE)</b>		1617,5734	0,003965	8,479992	54,2326462	0,598065	0,155936	46,31149961
<b>Margem de Erro</b>		1268,20322	0,003012	5,75057	40,0723385	0,600778	0,186353	37,5758918
<b>FIPEs X 1000</b>		1617573,4	3,964814	8479,992	54232,6462	598,0652	155,9357	46311,49961

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

Muito embora a metodologia IPPS utilize exclusivamente a média dos parâmetros para o desenvolvimento de coeficientes (HETTIGE, *et.al*, 1995), mais recentemente, estudos de referência (IDWR, 2001; GLEICK *et al.*, 2003) têm adotado a mediana em detrimento à média (ANA, 2017). Em ANA (2017, p. 13), os autores declaram que:

A escolha pelas medianas para determinação dos coeficientes ocorre em função deste valor dividir a amostra em dois conjuntos com mesmo número de registros e não possuir viés afetado por valores muito inferiores ou superiores aos demais, como no caso da opção pelas médias.

Desta forma, optou-se por também desenvolver FIPEs a partir das medianas dos conjuntos de dados. Neste caso, os fatores são obtidos por meio da razão entre as medianas das medidas de emissão de poluentes (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS) e as medianas dos valores de NE, apresentadas nas tabelas 2, 3 e 4. As tabelas 8, 9 e 10 demonstram os resultados obtidos através das medianas.

**Tabela 8-** Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para as atividades do grupo “Laticínios”, construídos com base nas medianas dos conjuntos de dados.

-	NE	VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (kg/ano)	SSd (kg/ano)	STS (kg/ano)
<b>Medianas</b>	73	24222,600	-	1457,820	5497,140	95,400	-	936,780
<b>FIPEs (NE)</b>		329,91	-	19,86	74,87	1,30	-	12,76
<b>FIPEs X 1000</b>		329908,84	-	19855,33	74870,37	1299,34	-	12758,83

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 9-** Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para as atividades da divisão “Metalurgia”, construídos com base nas medianas dos conjuntos de dados.

-	NE	VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (kg/ano)	SSd (kg/ano)	STS (kg/ano)
---	----	--------------------------------	------------------	-----------------	-----------------	----------------	-----------------	-----------------

<b>Medianas</b>	241	4.419	-	205	484	0,480	-	69
<b>FIPEs (NE)</b>	18,36991221		-	0,8504589	2,011173184	0,001995	-	0,28631285
<b>FIPEs X 1000</b>	18369,91221		-	850,458899	2011,173184	1,995211	-	286,312849

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 10-** Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para as atividades do grupo “Produção de ferro-gusa e de ferro-liga”, construídos com base nas medianas dos conjuntos de dados.

-	NE	VAZÃO (m <sup>3</sup> /ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (kg/ano)	SSd (kg/ano)	STS (kg/ano)
<b>médianas</b>	92	1.464,000	-	42,360	97,440	-	-	15,480
<b>FIPEs</b>		15,75406442	-	0,45583481	1,048549206	-	-	0,16657986
<b>FIPEs X 1000</b>		15754,06442	-	455,834815	1048,549206	-	-	166,579861

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

Verifica-se que, o uso das medianas em lugar das médias trouxe como inconveniente a não geração de FIPEs de “MBAS” e “SSd” para as indústrias de Laticínios e Metalurgia, em função do elevado número de valores “zero”, que ocorrem para tais parâmetros, pelos motivos já expostos no item 4.4 deste trabalho. No caso da atividade “Produção de ferro-gusa e de ferro-liga”, além dos parâmetros “MBAS” e “SSd”, também não foi possível compor coeficientes para o indicador “OG”, a partir das medianas dos conjuntos de dados.

### 3.7.1. Proposta de construção de fatores de intensidade de emissão de poluentes adotando-se a “vazão de lançamento de efluentes” como variável funcional

Além da possibilidade de gerar estimativas de potencial poluidor industrial hídrico com base na variável NE, também se considera a realização de projeções, especificamente para os parâmetros de carga poluidora (MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS), tendo-se por variável funcional a “vazão de lançamento de efluentes” da indústria. Neste caso, basta que, no processo de formação de fatores, os valores de NE (média ou mediana) sejam substituídos pelos valores de vazão (média ou mediana), ambos disponíveis nas tabelas 2, 3 e 4.

Desta forma, caso a vazão dos despejos de determinada indústria ou grupamento industrial já seja conhecido do analista ou pesquisador, será possível obter as massas de MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS, por metro cúbico de efluente lançado, através dos FIPEs apresentados nas tabelas 11, 12 e 13.

**Tabela 11-** Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para a indústria de Laticínios, construídos a partir da variável independente “Vazão”.

-	VAZÃO (m <sup>3</sup> )	MBAS (kg/m <sup>3</sup> )	DBO (kg/m <sup>3</sup> )	DQO (kg/m <sup>3</sup> )	OG (kg/m <sup>3</sup> )	SSd (kg/m <sup>3</sup> )	SST (kg/m <sup>3</sup> )
<b>Médias Amostrais</b>	48875,04	7,52	4526,85	11352,30	331,65	20,78	1693,41
<b>FIPEs (m<sup>3</sup>)</b>		0,000154	0,09262079	0,23227188	0,006786	0,00043	0,0346477
<b>FIPEs X 1000</b>		0,153913	92,6207938	232,271882	6,785672	0,42511	34,647747
<b>Medianas</b>	24222,600	-	1457,820	5497,140	95,400	-	936,780
<b>FIPEs (m<sup>3</sup>)</b>		-	0,060184291	0,226942607	0,003938471	-	0,038673801
<b>FIPEs X 1000</b>		-	60,1842907	226,9426073	3,938470684	-	38,6738005

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 12-** Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para a indústria Metalúrgica, construídos a partir da variável independente “Vazão”.

-	VAZÃO (m <sup>3</sup> )	MBAS (kg/m <sup>3</sup> )	DBO (kg/m <sup>3</sup> )	DQO (kg/m <sup>3</sup> )	OG (kg/m <sup>3</sup> )	SSd (kg/m <sup>3</sup> )	SST (kg/m <sup>3</sup> )
<b>Médias Amostrais</b>	689235,59	6,62	3791,01	24136,00	310,57	67,15	19802,85
<b>FIPEs (m<sup>3</sup>)</b>		9,60X10 <sup>-06</sup>	0,00550032	0,03501851	0,000450597	9,74X10 <sup>-05</sup>	0,02873161
<b>FIPEs X 1000</b>		0,009604251	5,5003153	35,018511	0,450596794	0,097421148	28,7316064
<b>Medianas</b>	4.419,360	-	204,600	483,840	0,480	-	68,880
<b>FIPEs (m<sup>3</sup>)</b>		-	0,0462963	0,10948192	0,000108613	-	0,01558597
<b>FIPEs X 1000</b>		-	46,2962963	109,481916	0,108613012	-	15,5859672

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

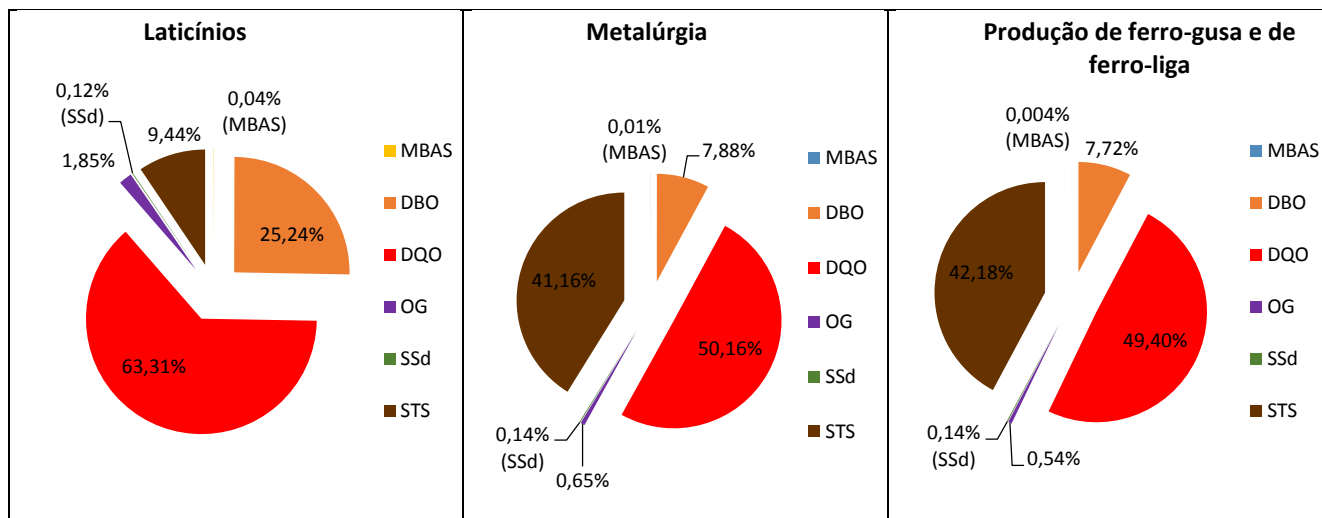
**Tabela 13-** Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para a atividade “Produção de ferro-gusa e de ferro-liga”, construídos a partir da variável independente “Vazão”.

-	VAZÃO (m <sup>3</sup> )	MBAS (kg/m <sup>3</sup> )	DBO (kg/m <sup>3</sup> )	DQO (kg/m <sup>3</sup> )	OG (kg/m <sup>3</sup> )	SSd (kg/m <sup>3</sup> )	SST (kg/m <sup>3</sup> )
<b>Médias Amostrais</b>	1323820,62	3,24	6940,02	44383,95	489,46	127,62	37901,29
<b>FIPEs (m<sup>3</sup>)</b>		2,45X10 <sup>-06</sup>	0,0052424	0,0335271	0,00036973	9,640X10 <sup>-05</sup>	0,02863023
<b>FIPEs X 1000</b>		0,002451087	5,2424154	33,527162	0,36972985	0,09640097	28,6302306
<b>Medianas</b>	1.464,000	-	42,360	97,440	-	-	15,480
<b>FIPEs (m<sup>3</sup>)</b>		-	0,0289344	0,0665573	-	-	0,01057377
<b>FIPEs X 1000</b>		-	28,9344262	66,557377	-	-	10,5737705

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

A partir dos FIPEs apresentados nas acima, que expressão o potencial de emissão de poluentes por metro cúbico de efluente lançado, é possível antever o perfil da carga poluidora gerada pelas três tipologias consideradas, como segue na figura 14.

**Figura 14-** Perfil de emissão de poluentes das indústrias de Laticínios, Metalurgia e Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga.



Fonte: Elaboração própria, 2018.

Verifica-se que os despejos da indústria de Laticínios se caracterizam pela elevada carga de matéria orgânica não biodegradável (63%) em relação à biodegradável (24,2%), o que indica abundância de poluentes orgânicos de biodegradabilidade lenta ou persistentes. A presença de Sólidos Totais em Suspensão também é considerável (10%). Quanto à indústria Metalúrgica, incluindo-se a atividade de produção de ferro-gusa e de ferro-liga, também se observa um efluente de baixo potencial biodegradável, contudo, tais despejos se destacam principalmente pela relevante carga de Sólidos em Suspensão (40%).

Ambas as indústrias possuem menor potencial de emissão de Óleos & Graxas (2% e 1%, respectivamente), Sólidos Sedimentáveis e Detergentes.

### 5.7. Aplicação da metodologia proposta à indústria de Laticínios do estado do Rio de Janeiro e região Norte Fluminense

A indústria de laticínios possui marcada presença no estado do Rio de Janeiro, totalizando trezentos e setenta e oito ULs, com quatro mil, oitocentos e oitenta e quatro pessoas empregadas em 2016. Na Região Norte Fluminense, observa-se, pelo menos, oito ULs nos municípios de Conceição de Macabu e São Fidelis, que juntas empregavam noventa pessoas em 2016 (IBGE, 2016). A seguir o modelo proposto é utilizado na projeção das emissões (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS) dos empreendimentos do ramo de Laticínios do estado do Rio de Janeiro e região Norte Fluminense, a partir de dados de NE fornecidos pelo IBGE (tabela 6450 do CEMPRE). As



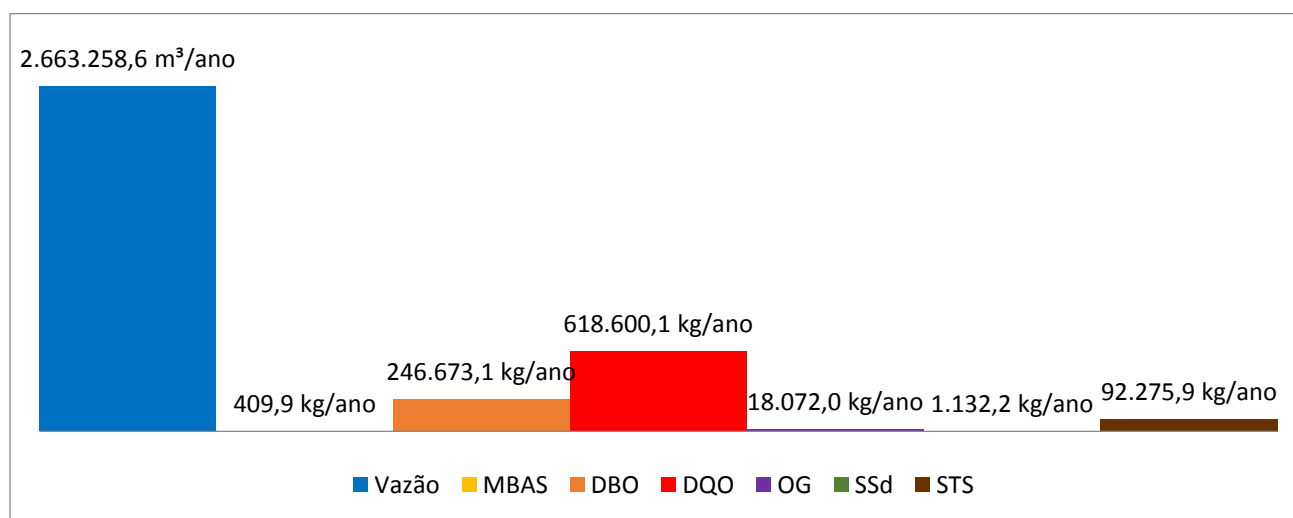
estimativas geradas para os parâmetros DBO e STS são utilizadas para fins de comparação com os resultados do IPPS do BM.

**Tabela 14-** Estimativas de emissão de poluentes das indústrias de Laticínios do estado do Rio de Janeiro, geradas através da metodologia desenvolvida e do sistema IPPS.

Indicador	FIPE <sup>10</sup>	Fator IPPS <sup>11</sup>	Projeções – Metodologia Proposta	Projeções - IPPS	Projeções (met. Proposta) – Projeções IPPS
Vazão (m <sup>3</sup> /ano)	545,3027483	-	2663258,623	-	-
MBAS (kg/ano)	0,083929137	-	409,9099047	-	-
DBO (kg/ano)	50,50637339	1159,567574	246673,1276	5663328,03	-5416654,903
DQO (kg/ano)	126,6584953	-	618600,0913	-	-
OG (kg/ano)	3,700245698	-	18071,99999	-	-
SSd (kg/ano)	0,231816237	-	1132,190501	-	-
STS (kg/ano)	18,89351143	167,020349	92275,90984	815727,3844	-723451,4745

Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Figura 15-** Estimativas de emissão (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS) das indústrias de Laticínios do estado do Rio de Janeiro (metodologia desenvolvida).



Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Tabela 15-** Estimativas de emissão de poluentes das indústrias de Laticínios da região Norte Fluminense, geradas através da metodologia desenvolvida e do sistema IPPS.

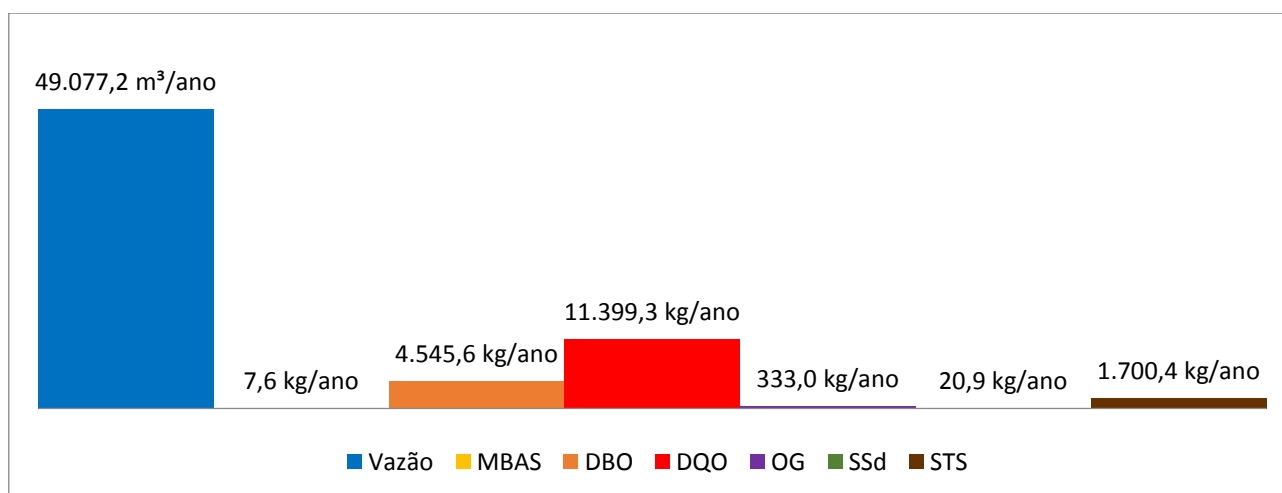
<sup>10</sup> Os FIPes utilizados nas projeções são provenientes da Tabela 5, construídos a partir da média dos conjuntos de dados.

<sup>11</sup> Os fatores IPPS de emissão de DBO e STS foram obtidos em Moreno (2005), Anexo 4. Como os coeficientes são apresentados em libras/1000 empregados/ano, foram divididos por 1000 e convertidos de libras/ano para kg/ano.

Indicador	FIPE <sup>5</sup>	Fator IPPS <sup>6</sup>	Projeções – Metodologia Proposta	Projeções - IPPS	Projeções (met. Proposta) – Projeções IPPS
Vazão (m <sup>3</sup> /ano)	545,3027483	-	49077,24735	-	-
MBAS (kg/ano)	0,083929137	-	7,553622323	-	-
DBO (kg/ano)	50,50637339	1159,567574	4545,573605	104361,0816	-99815,50803
DQO (kg/ano)	126,6584953	-	11399,26458	-	-
OG (kg/ano)	3,700245698	-	333,0221128	-	-
SSd (kg/ano)	0,231816237	-	20,86346132	-	-
STS (kg/ano)	18,89351143	167,020349	1700,416029	15031,83141	-13331,41538

Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Figura 16-** Estimativas de emissão (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS) das indústrias de Laticínios da região Norte Fluminense (metodologia desenvolvida).

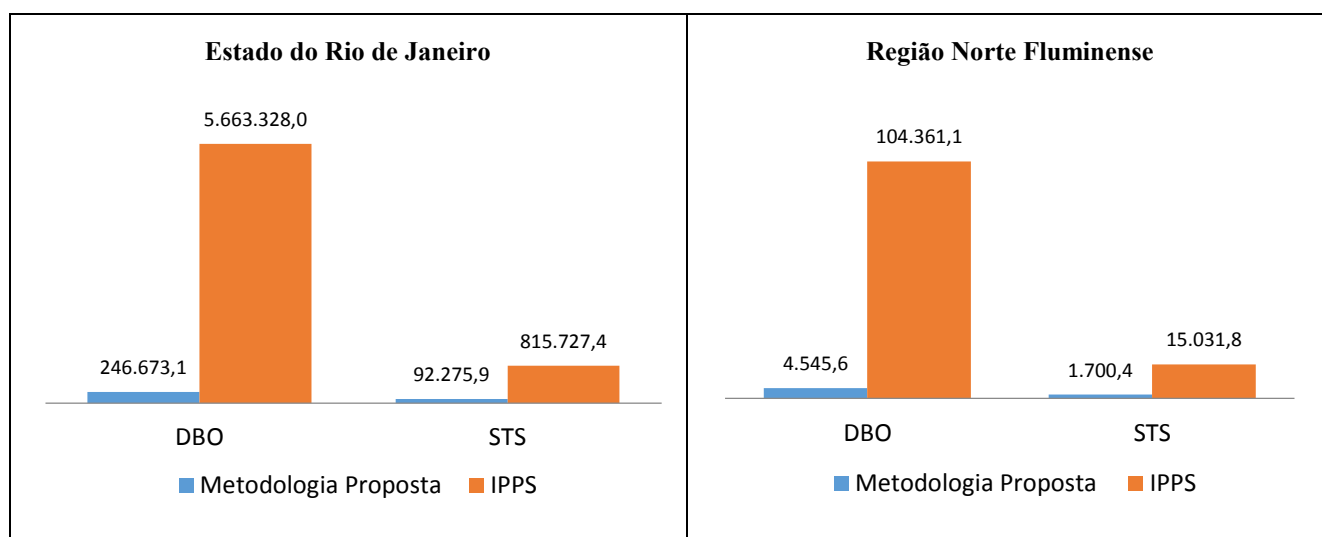


Fonte: Elaboração própria, 2018.

Os efluentes da indústria de Laticínios são oriundos da higienização de equipamentos e tubulações das linhas de produção, dos latões de leite, da limpeza interna dos caminhões-tanque e de recintos (PARECER TÉCNICO GEDIN N° 86/2008), o que explica a predominância de matéria orgânica não biodegradável em sua composição, uma vez que tais processos demandam a utilização de desinfetantes a base de cloro, fenóis e outros compostos orgânicos.

Como se observa nas tabelas 14 e 15, não foram produzidas estimativas de emissão em termos de Vazão, MBAS, DQO, OG e SSd por meio do IPPS, já que o sistema não dispõe de destes parâmetros globais. Entretanto, comparando-se as projeções de lançamento de DBO e STS, fornecidas por ambos os modelos, verifica-se que o IPPS gera valores muito superiores aos resultados da metodologia proposta, como se verifica na figura 17.

**Figura 17-** Disparidade entre projeções IPPS e estimativas produzidas pela metodologia desenvolvida, para as indústrias de Laticínios do estado do Rio de Janeiro e região Norte Fluminense.



**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

O hiato observado entre as projeções geradas a partir dos dois modelos pode ser atribuído às limitações do IPPS, elencadas por Moreno (2005), sobretudo, ao fato do sistema utilizar dados da indústria americana, produzidos na década de 1980. Destaque-se que ambos os resultados, necessitam ser comparados a medidas reais de emissão.

Assim como o IPPS, a metodologia apresentada possibilita a projeção do potencial poluidor hídrico de atividades industriais em diferentes escalas geográficas, incluindo municípios, bacias hidrográficas, regiões, estados e país.

### 5.8. Limitações e potencialidades da metodologia

As seguintes ressalvas devem ser consideradas na aplicação da ferramenta metodológica desenvolvida: (i) assim como no IPPS, os resultados produzidos são teóricos e não representam a efetiva poluição da indústria; (ii) o modelo fornecerá estimativas referentes à carga poluidora remanescente dos despejos industriais, ou seja, aquela que permanece após o efluente passar pelos sistemas de tratamento existentes no empreendimento; (iii) não utiliza as variáveis monetárias VP e VA no processo de geração de estimativas, porém, tais parâmetro apresentam limitações de aplicabilidade (Sor et al., 2008; ANA, 2017); (iv) não trabalha com dados de NE da RAIS do MTE, contudo, adota dados oriundos de documentos ambientais da FEAM, submetidos a processo de correção temporal a partir de estatísticas do CAGED, apresentando correlação igual ou superior a

96% em relação aos dados de vazão de lançamento de efluentes; (v) algumas tipologias industriais apresentadas no BD (vide Apêndice C) possuem menos de trinta unidades industriais na amostra, o que acarretará em coeficientes menos precisos para estas modalidades; (vi) algumas tipologias industriais apresentadas no BD possuem amostras estratificadas, incluindo mais de uma atividade em sua composição; (vii) o BD do modelo é pequeno comparado ao do IPPS, devendo ser ampliado a partir de dados de outras agências ambientais nacionais.

No que diz respeito à avaliação do potencial poluidor hídrico de indústrias nacionais, o sistema desenvolvido apresenta os diversos diferenciais em relação ao IPPS do BM: (i) o modelo gera estimativas por meio de FIPes desenvolvidos a partir de dados empresariais, geográficos e ambientais de indústrias nacionais, ao passo que o IPPS se baseia em dados da indústria americana; (ii) os FIPes são desenvolvidos com base em dados atuais de emissão, dos anos de 2012, 2013 e 2014, enquanto o IPPS utiliza dados da década de 1980, o que pode gerar imprecisões devido ao desenvolvimento das tecnologias de produção e de tratamento de resíduos no período; (iii) o indicador NE, adotado como variável independente no processo de geração das estimativas, considera a mão-de-obra terceirizada da indústria, o que, em princípio, não ocorre no sistema IPPS; (iv) o modelo é mais completo na avaliação do potencial poluidor hídrico industrial, uma vez que utiliza seis indicadores globais de poluição, que permitem, conjuntamente, uma avaliação sistêmica das frações que compõem os efluentes gerados pela atividade; (v) também produz estimativas de vazão de lançamento de efluentes em metros cúbicos por ano, por meio de um fator de emissão específico que não existe no IPPS; (vi) permite a geração de estimativas de carga poluidora tendo-se, como variável funcional, o parâmetro “vazão de lançamento de efluentes”, recurso não disponibilizado no IPPS, já que não possui dados de vazão; (vii) fornece FIPes desenvolvidos a partir da mediana dos conjuntos de dados, que, em tese, produz resultados mais confiáveis, sem viés afetado por eventuais *outliers*.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS**

O modelo concebido utiliza Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para projetar as emissões de fontes industriais para o meio hídrico, solo e águas subterrâneas em termos de “Vazão”, “Demanda Bioquímica de Oxigênio”, “Demanda Química de Oxigênio”, “Óleos & Graxas”, “Sólidos Totais em Suspensão”, “Sólidos Sedimentáveis” e “Substâncias Ativas ao Azul de Metileno” (*Methylene Blue Active Substances*). As estimativas são geradas em função do número

total de pessoas empregadas (efetivas e terceirizadas) nas atividades da indústria ou conjunto de indústrias analisado.

A metodologia inova ao adotar seis indicadores globais na avaliação da poluição hídrica de origem industrial, cuja análise conjunta permite conhecer as principais frações constituintes dos despejos e seus possíveis impactos ao corpo receptor. Além do aspecto qualitativo das emissões, a vazão de lançamento dos efluentes industriais também é informada, o que não ocorre no IPPS do BM. Inova, ainda, na medida em que considera a mão-de-obra terceirizada da indústria na composição do indicador “NE”, adotado como variável funcional no processo de geração de estimativas.

Inicialmente convencionou-se aplicar a abordagem metodológica desenvolvida à criação de FIPes para as indústrias de Laticínios, Têxtil e Metalurgia, por serem consideradas de maior potencial poluidor hídrico dentre as tipologias com dados disponíveis. Entretanto, devido à baixa correlação entre valores de NE e de Vazão, verificada para a amostra de indústrias têxteis, optou-se por descontinuar o processo de formação de coeficientes para esta modalidade. Assim, neste primeiro demonstrativo da metodologia, a construção de FIPes ateve-se ao grupo 10.5 (laticínios), a divisão 24 (metalurgia) e ao grupo 24.1 (produção de ferro-gusa e de ferro-ligas), ambos da sessão “Indústrias de Transformação” da CNAE 2.0.

Quanto à indústria têxtil, acredita-se que a anomalia observada no teste de correlação esteja relacionada a incongruências no cadastro das unidades industriais amostrados, junto a Receita Federal, hipótese que necessita de confirmação em trabalhos futuros.

Encontra-se em desenvolvimento a estimativa de FIPes para a classe CNAE 10.11-2 (abate de reses, exceto suínos), atividade de expressivo potencial poluidor hídrico e elevado nível de produção industrial, com amostra de cinquenta e duas indústrias no Banco de Dados. Por ter sido verificada pequena quebra de equivalência entre os códigos “FEAM” e “CNAE” desta tipologia, a formação dos coeficientes, no nível “classe” é atualmente inviável. Ocorre que, na classificação FEAM, “suínos” são enquadrados na divisão de animais de médio e grande porte, enquanto que, na CNAE são classificados como de pequeno porte (classe CNAE 10.12-1). Tal inconveniente, no entanto, não obsta a construção de fatores para o grupo CNAE 10.1 (Abate e fabricação de produtos de carne), devendo, neste caso, ser adotada uma composição entre a atividade “Abate de animais de pequeno porte” (código FEAM D-01-02-3) e “Abate de animais de médio e grande porte” (código FEAM D-01-03-1).

O procedimento metodológico desenvolvido é aplicável à construção de FIPes para todas as tipologias da sessão “indústria de transformação” da CNAE 2.0, bastado que, para isso, se obtenha dados primários e secundários que permitam a formação de amostras estatisticamente viáveis.

Destaque-se que, no Apêndice C são fornecidas amostras de dados de emissão de poluentes que possibilitam a criação de novos fatores para classes e grupos de um total de quatorze divisões industriais da CNAE.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a construção de FIPEs para as demais modalidades industriais identificadas, bem como a ampliação do Banco de Dados do modelo, através de contribuições de outras agências ambientais brasileiras, a exemplo do INEA, que concentra, em seu Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos (PROCON ÁGUA), dados de emissão de poluentes hídricos de indústrias em operação no estado do Rio de Janeiro desde 1991.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **CNARH – Água da Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos**. Brasília: Ana, 2017. 37 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10561: Águas - Determinação de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) - Método do cone de Imhoff - Método de ensaio**. São Paulo: Abnt, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10664: Águas - Determinação de resíduos (sólidos) - Método gravimétrico - Método de ensaio**. São Paulo: Abnt, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12614: Águas - Determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) - Método de incubação (20°C, cinco dias) - Método de ensaio**. São Paulo: Abnt, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14063: Óleos e graxas - Processos de tratamento em efluentes de mineração**. São Paulo: Abnt, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14242: Couro - Banho residual e efluente líquido - Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) - Método de dicromatometria por refluxo aberto**. São Paulo: Abnt, 2006.

BARCELLOS, Frederico Cavadas et al. **POLUIÇÃO DO AR POR FONTES FIXAS NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**. In: VI ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 6., 2005, Brasília. **Anais...** . Brasília: Economia Ecológica, 2005. p. 01 - 20. Disponível em:

<<http://www.ecoeco.org.br/publicacoes/encontros/110-vi-encontro-nacional-da-ecoeco-brasilia-df-2005>>. Acesso em: 30 maio 2017.

BELTRAME, Leocádia Terezinha Cordeiro. **Caracterização de Efluente Têxtil e Proposta de Tratamento**. 2000. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p. 313. ISBN 85-7605-041-2.

CADASTRO GERAL DE EMPREGADOS E DESEMPREGADOS (Brasil). Ministério do Trabalho (Org). **Perfil dos Municípios**. 2016. Disponível em: <[http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged\\_perfil\\_municipio/index.php](http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_perfil_municipio/index.php)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

CADASTRO CENTRAL DE EMPRESAS (Brasil). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Org.). **Pesquisa Industrial Anual (Empresa)**: Tabela 6703 - Unidades locais, pessoal ocupado total e assalariado em 31.12, salários e outras remunerações, salário médio mensal e pessoal assalariado médio, por seção, divisão e grupo da classificação de atividades (CNAE 2.0), faixas de pessoal. Brasília: Sidra, 2015.

CADASTRO CENTRAL DE EMPRESAS (Brasil). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Org.). **Pesquisa Industrial Anual (Empresa)**: Tabela 3421 - Unidades locais, empresas e outras organizações atuantes, pessoal ocupado total e assalariado em 31.12, pessoal assalariado médio, salários e outras remunerações e salário médio mensal, por seção e divisão da classificação de atividades (CNAE 2.0), para os municípios com 50.000 habitantes ou mais. Brasília: Sidra, 2015.

CADASTRO CENTRAL DE EMPRESAS (Brasil). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Org.). **Pesquisa Industrial Anual (Empresa)**: Tabela 6449 - Empresas e outras organizações, pessoal ocupado total e assalariado em 31.12, salários e outras remunerações, por seção, divisão, grupo e classe da classificação de atividades (CNAE 2.0). Brasília: Sidra, 2015.

CAMMAROTA, Magali Christe. **EQB-365: Biotecnologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Ufrj, 2013. 109 p. Disponível em: <[http://www.eq.ufrj.br/docentes/magalicammarota/2013/apostila\\_eqbB365.pdf](http://www.eq.ufrj.br/docentes/magalicammarota/2013/apostila_eqbB365.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2017.

CARDOSO, André Oliveira et al (Ed.). **As faces da indústria metalúrgica no Brasil: uma contribuição à luta sindical.** São Bernardo do Campo: Dieese, 2015.

COMISSÃO NACIONAL DE CLASSIFICAÇÃO (CONCLA). Resolução nº 01, de 04 de setembro de 2006. Divulga a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE – Revisão 2.0. Brasília, DF.

COMISSÃO NACIONAL DE CLASSIFICAÇÃO (CONCLA). Resolução nº 06, de 09 de outubro de 2002. Divulga a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE – Revisão 1.0. Brasília, DF.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (São Paulo). Governo do Estado de São Paulo. **Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo: Apêndice D - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade.** São Paulo: Cetesb, 2014.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **NORMA TÉCNICA SABESP NTS 013: SÓLIDOS - Método de Ensaio.** São Paulo: Sabesp, 1999. 12 p. Disponível em: [http://www2.sabesp.com.br/normas/normas\\_tecnicas.asp](http://www2.sabesp.com.br/normas/normas_tecnicas.asp). Acesso em: 01 jun. 2017.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **NORMA TÉCNICA SABESP NTS 005: Óleos e Graxas – Método de Ensaio.** São Paulo: Sabesp, 1997. 10 p. Disponível em: [http://www2.sabesp.com.br/normas/normas\\_tecnicas.asp](http://www2.sabesp.com.br/normas/normas_tecnicas.asp). Acesso em: 01 jun. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasil). **Uso da Água no Setor Industrial Brasileiro.** Brasília: Cni, 2013. 36 p. Disponível em: <[https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/3e/b4/3eb4b4e1-fce4-4323-bdf2-2462c6369794/20140313113650962172e.pdf](https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/3e/b4/3eb4b4e1-fce4-4323-bdf2-2462c6369794/20140313113650962172e.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2017.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, 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.** Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe Sobre As Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, Complementa e Altera A Resolução no 357, de 17 de Março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-conama.** Brasília, DF.



COSTA, Lilian Calazans; FERREIRA, Aldo Pacheco. **Aplicação do sistema de projeção de poluição industrial (Modelo IPPS):** Estudo de caso – Bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2010.

COSTA, Lilian Calazans; FERREIRA, Aldo P.; NEVES, Eduardo Borba. Aplicação do Sistema de Projeção de Poluição Industrial (Modelo IPPS) na bacia hidrográfica da baía de Sepetiba (Rio de Janeiro, Brasil): estudo de caso. **Cad. Saúde Colet**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 19, p.66-73, jan. 2011.

DALMOLIN, Luiz; SPERB, Rafael; MODRO, Nilson. Estimativa de Potencial Poluidor Industrial com Base em Dados Econômicos Oficiais e Lógica Difusa. **Sistemas & Gestão**, [s.l.], v. 10, n. 3, p.496-508, 2015. LATEC. <http://dx.doi.org/10.7177/sg.2015.v10.n3.a12>.

DI, Wenhua. Pollution abatement cost savings and FDI in flow stopoll utingsectors in China. **Environment And Development Economics**, [s.l.], v. 12, n. 06, p.775-798, 23 nov. 2007. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s1355770x07003944>.

EDLINGER, Aline Rodrigues et al. Caracterização de Efluente de Indústria Metalúrgica d Proposta de Tratamento. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiania. **Anais...** . Goiania: Ibeas, 2012. p. 01 - 08.

ETIM, Effiong Ukorebi. Estimation of pollution load froman industrial estate, south-western Nigeria. **African Journal Of Environmental Science And Technology**, [s.l.], v. 6, n. 2, p.125-129, fev. 2012. Academic Journals. <http://dx.doi.org/10.5897/ajest11.240>.

FERREIRA, D. D. M et al. Gestão Do Processo Têxtil - Contribuições à Sustentabilidade dos Recursos Hídricos. Santa Catarina. Disponível em: Acesso em: 8 jun. 2011.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE. **DIRETRIZ N° 205.R-6:** Diretriz de controle de carga orgânica em efluentes líquidos de origem industrial. Rio de Janeiro: Feema, 2007. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE. **DIRETRIZ N° 942.R-7:** Diretriz do programa de autocontrole de efluentes líquidos - PROCON ÁGUA. Rio de Janeiro: Feema, 1991. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DE MEIO AMBIENTE. **DIRETRIZ N° 215.R-7:** Diretriz de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de Origem Sanitária. Rio de Janeiro: Feema, 2007. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 439:** Método para determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO. Rio de Janeiro: Feema, 1981. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 440:** Método de determinação da demanda química de oxigênio. Rio de Janeiro: Feema, 1986. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 416:** Resíduos sedimentáveis (cone de imhoff). Rio de Janeiro: Feema, 1979. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 412:** Método de determinação de óleos e graxas (extração em soxhlet). Rio de Janeiro: Feema, 1979. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **MÉTODO FEEMA MF 413:** Método de determinação de óleos e graxas (partição – gravimétrico). Rio de Janeiro: Feema, 1978. Disponível em: <http://200.20.53.7/IneaPortal/Legislacao.aspx?ID=EC2F0291-AA60-4D29-B059-B6FC7BEDEA4A>. Acesso em 01 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Minas Gerais.). **Declaração de Carga Poluidora.** 2017. Disponível em: <<http://www.feam.br/declaracoes-ambientais/declaracao-de-carga-poluidora>>. Acesso em: 04 jun. 2017.

GAMPER - RABINDRAN, Shanti and JHA, Shreyasi. Environmental Impact of India's Trade Liberalization (June 2004). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=574161>.

GMS ENVIRONMENT OPERATIONS CENTER (Tailândia) (Ed.). **GMS Core Environment Program: Estimating Industrial Pollution in Lao PDR - Final Report**. Bangkok: Gms, 2016. 45 p. Disponível em: <http://www.gms-eoc.org/resources/capacity-support-for-pollution-modelling-in-lao-pdr-2013-2014->. Acesso em: 31 maio 2017.

GOLFETTO, Alexandre Juliano; SCHRÖDER, Nádia Teresinha. Avaliação da tratabilidade de efluentes de indústria metalúrgica em sistema piloto com plantas aquáticas emergentes. In: 3º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 3., 2012, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: Ucs, 2012. p. 1 - 8.

HETTIGE, H.; MARTIN, P.; SINGH, M.; WHEELER, D. **The industrial Pollution Projection System**. Policy Research Department, Policy Research Working Paper, 1431. The World Bank, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Pesquisa de Informação Básica dos Municípios - Perfil dos municípios brasileiros: Meio Ambiente**. Brasília: Ibge, 2002. 382 p. <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv6063.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Resolução nº 54, de 19 de dezembro de 1994. . Brasília , DF.

INSTITUTO DO AÇO BRASIL (Brasil) (Org.). **Relatório de Sustentabilidade da indústria brasileira do aço**. 10. ed. São Paulo: Iab, 2016. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/sustentabilidade/>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

JHA, Shreyasi and MANI, Muthukumara. Trade Liberalization and the Environment in Vietnam (April 13, 2006). **World Bank Policy Research Working Paper No. 3879**. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=936035>.

LAYRARGUES, P. P. Do eco desenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito. **Revista Proposta**, v. 25, n. 71, p. 5-10, 1997.

LEAO, M. D. et al. Controle Ambiental na Industria Textil: Acabamento de Malhas.1 Edicao. Projeto Minas Ambiente. Editora Segrac. Belo Horizonte, 2002.

LEE, Hiro; ROLAND-HOLST, David. Theen viron mentand welf are implications of trade and tax policy. **Journal Of Development Economics**, [s.l.], v. 52, n. 1, p.65-82, fev. 1997. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0304-3878\(96\)00439-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0304-3878(96)00439-7).

LIANG, Feng Helen. Does Foreign Direct Investment Harm the Host Country's Environment? Evidence from China (Nov 28, 2008). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1479864> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1479864>.

MERCK, Jan Thesing E.. Chemie zum Anfassen. **Nachrichten Aus Chemie, Technik Und Laboratorium**, [s.l.], v. 29, n. 10, p.683-683, out. 1981. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/nadc.19810291002>.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de abril de 2008. **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.**

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 74, de 09 de setembro de 2004. **Estabelece Critérios Para Classificação, Segundo O Porte e Potencial Poluidor, de Empreendimentos e Atividades Modificadoras do Meio Ambiente Passíveis de Autorização Ambiental de Funcionamento Ou de Licenciamento Ambiental no Nível Estadual, Determina Normas Para Indenização dos Custos de Análise de Pedidos de Autorização Ambiental e de Licenciamento Ambiental, e Dá Outras Providências.** Minas Gerais, MG. Minas Gerais, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

MINAS GERAIS. Carla Costa e Silva. Secretaria Estadual de Meio Ambiente. **PARECER TÉCNICO GEDIN Nº 86/2008.** Belo Horizonte: Feam, 2008.

MORENO, Rosane de Andrade Memoria. **Estimativa de potencial poluidor da indústria: o caso do rio de janeiro.** 2005. 165 f. Tese (Mestrado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ODESANYA, B. O. et al. Use Of Industrial Pollution Projection System (Ipps) To Estimate Pollution Load By Sector In Two Industrial Estates In Ogun State, Western Nigeria. **International Journal of Scientific & Engineering**, v. 3, n. 10, Oct. 2012. Research.

OKETOLA, A.a.; OSIBANJO, O.. Estimating sectoral pollution load in Lagos by Industrial Pollution Projection System (IPPS). **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 377, n. 2-3, p.125-141, maio 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.12.054>.

OKETOLA, A.a.; OSIBANJO, O.. Industrial pollution load assessment by industrial pollution projection system (IPPS). **Toxicological& Environmental Chemistry**, [s.l.], v. 91, n. 5, p.989-997, jul. 2009. In forma UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02772240802614564>.

PARGAL, Sheoli; WHEELER, David. Informal Regulation of Industrial Pollution in Developing Countries: Evidence from Indonesia. **Journal Of Political Economy**, [s.l.], v. 104, n. 6, p.1314-1327, dez.1996.Universityof Chicago Press.<http://dx.doi.org/10.1086/262061>.

RECEITA FEDERAL (Brasil). Ministério da Fazenda (Org.). **Classificação Nacional de Atividades Econômicas: CNAE**. 2018. Disponível em: <<http://idg.receita.fazenda.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

ROCK, Michael T..Pollutionintensityof GDP and trade policy: Canthe World Bank bewrong?. **World Development**, [s.l.], v. 24, n. 3, p.471-479, mar. 1996. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-750x\(95\)00152-3](http://dx.doi.org/10.1016/0305-750x(95)00152-3).

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (Brasil). **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa**. São Paulo: Sebrae, 2013.

SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). Governo do Estado de Minas Gerais. **Relatório de Sustentabilidade 2009**. Minas Gerais: SISEMA, 2009.

SOR, José Luiz *et al.* **Relatório Piloto com Aplicação da Metodologia IPPS ao Estado do Rio de Janeiro: Uma Estimativa do Potencial de Poluição Industrial do Ar**. Rio de Janeiro: Ibge, 2008. 50 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv82030.pdf>. Acessoem: 31 maio 2017.

VICENTE, Juliano. **Determinação de surfactantes aniônicos em efluentes de postos revendedores de combustíveis da região da Grande Florianópolis**. 2004. 27 f. Monografia (Especialização) - Curso de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2005. 243 p.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA DISSERTAÇÃO

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **CNARH – Água da Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos**. Brasília: Ana, 2017. 37 p.

CAMMAROTA, Magali Christe. **EQB-365: Biotecnologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Ufrj, 2013. 109 p. Disponível em: <[http://www.eq.ufrj.br/docentes/magalicammarota/2013/apostila\\_eqbB365.pdf](http://www.eq.ufrj.br/docentes/magalicammarota/2013/apostila_eqbB365.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2017.

COHEN, C. “Padrões de consumo e energia: efeitos sobre o meio ambiente e o desenvolvimento.” Em: MAY, Peter H. et al.. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasil). **Uso da Água no Setor Industrial Brasileiro**. Brasília: Cni, 2013. 36 p. Disponível em: <[https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/3e/b4/3eb4b4e1-fce4-4323-bdf2-2462c6369794/20140313113650962172e.pdf](https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/3e/b4/3eb4b4e1-fce4-4323-bdf2-2462c6369794/20140313113650962172e.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2017.

COSTA, Lilian Calazans; FERREIRA, Aldo P.; NEVES, Eduardo Borba. Aplicação do Sistema de Projeção de Poluição Industrial (Modelo IPPS) na bacia hidrográfica da baía de Sepetiba (Rio de Janeiro, Brasil): estudo de caso. **Cad. Saúde Colet**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 19, p.66-73, jan. 2011.

DALMOLIN, Luiz; SPERB, Rafael; MODRO, Nilson. Estimativa de Potencial Poluidor Industrial com Base em Dados Econômicos Oficiais e Lógica Difusa. **Sistemas & Gestão**, [s.l.], v. 10, n. 3, p.496-508, 2015. LATEC. <http://dx.doi.org/10.7177/sg.2015.v10.n3.a12>.

HETTIGE, H.; MARTIN, P.; SINGH, M.; WHEELER, D. **The industrial Pollution Projection System**. Policy Research Department, Policy Research Working Paper, 1431. The World Bank, 1995.

LAYRARGUES, P. P. Do eco desenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito. **Revista Proposta**, v. 25, n. 71, p. 5-10, 1997.

SARTI, Fernando; HIRATUKA, Célio. **Indústria mundial: mudanças e tendências recentes**. Campinas: Ie/unicamp, 2010. Disponível em: <<file:///C:/Users/Neemias/Downloads/texto186.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

SOR, José Luiz *et al.* **Relatório Piloto com Aplicação da Metodologia IPPS ao Estado do Rio de Janeiro: Uma Estimativa do Potencial de Poluição Industrial do Ar.** Rio de Janeiro: Ibge, 2008. 50 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv82030.pdf>. Acesso em: 31 maio 2017.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2005. 243 p.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Indicadores Globais de Poluição Industrial Hídrica

#### **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):**

De acordo com Von Sperling (2005), a matéria orgânica biodegradável é o poluente responsável pelo principal problema de poluição das águas: o consumo de oxigênio dissolvido ( $O_2$ ) pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da Matéria Orgânica (MO). Os teores de MO biodegradável em água são geralmente mensurados através da “Demanda Biológica de Oxigênio” (DBO). Segundo o Método FEEMA nº 0439/1981, tal procedimento consiste na quantificação do oxigênio necessário para a degradação microbiana da matéria orgânica presente na amostra no prazo de cinco dias, à temperatura de 20°C e em meio aeróbico. Já de acordo com a NBR 12614/1992, nestas condições, admite-se que 80% da MO já esteja mineralizada e iniciando o processo de nitrificação, contudo, uma oxidação total, em geral, leva cerca de 20 dias.

#### **Demanda Química de Oxigênio (DQO):**

A DQO mede a parcela não biodegradável da MO, que possui maior potencial nocivo aos seres vivos do que a biodegradável, por incluir compostos denominados “recalcitrantes” ou “refratários”, com potencial tóxico e bioacumulativo (BRAGA, 2005). De acordo com o Método FEEMA nº 440/1986, a DQO representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a MO, a partir do reagente “dicromato de potássio” em meio ácido, tendo, como catalizador, o “sulfato de prata”. Já, segundo a NBR 14242/2006, corresponde à média da quantidade de reagente oxidante energético necessária para oxidar a MO de uma amostra. Ainda de acordo com a Diretriz FEEMA nº 205.R-06/2007, a presença de poluentes orgânicos não biodegradáveis em efluentes e corpos d’água pode ser determinada, de forma indireta, pela relação dos parâmetros DBO e DQO (DBO/DQO), medidos em uma mesma amostra.

#### **Sólidos Totais em Suspensão (STS) e parcela sedimentável (SSd):**

O parâmetro “Sólidos Totais” (ST) representa todas as substâncias que permaneçam na cápsula de análise após a total secagem de um determinado volume de amostra (SABESP, 1999).



Para encontrar as frações filtráveis e não filtráveis, submete-se a amostra de ST a filtro de porosidade de 1,2  $\mu\text{m}$ , conforme NBR 10664/1989, sendo a porção retida correspondente aos sólidos filtráveis, ditos “Sólidos Totais em Suspensão” (STS) e, inversamente, a que passa pelo filtro de mesma porosidade, equivalente aos sólidos não filtráveis, chamados “Sólidos Dissolvidos Totais” (STD). Os STS podem ser sedimentáveis e não sedimentáveis (flutuantes), sendo, a parcela sedimentável (SSd) equiparada a todas as substâncias existentes em um litro de amostra que sedimentem por ação da gravidade em Cone Imhoff, de acordo como Método FEEMA nº 416/1979 e NBR 10561/1988.

### **Óleos & Graxas (OG):**

Os OGs caracterizam-se, principalmente, por apresentar baixa solubilidade na água, o que justifica sua separação da fase aquosa (SABESP, 1997), podendo ocorrer como gotículas emulsionadas em suspensão, e na forma de filmes ou películas superficiais (CAMMAROTA, 2013). Segundo Norma Técnica SABESP nº 005/1997, os OGs incluem compostos orgânicos de origem mineral, vegetal e animal. Em sua constituição, conforme NBR 14063/1998, verifica-se gorduras, graxas, ácidos, graxas livres, óleos minerais e outros materiais graxos. A determinação dos OGs em água é feita conforme o Método FEEMA nº 412/1979, por meio da técnica de extração Soxhlet. O método de partição-gravimétrica (MÉTODO FEEMA nº 413/1978) também pode ser utilizado.

### ***Methylene Blue Active Substances (MBAS):***

O termo surfactante se refere à abreviação de agente ativo de superfície. Trata-se de moléculas anfipáticas constituídas de uma porção hidrofóbica e uma porção hidrofílica. A porção apolar é frequentemente uma cadeia de dez hidrocarbonetos enquanto a porção polar pode ser iônica (aniônica ou catiônica), não iônica ou anfotérica (VICENTE, 2004). São definidos, analiticamente, como “Substâncias Ativas ao Azul de Metileno” (MBAS - *Methylene Blue Active Substances*) (MERCK, 1981).

**APÊNDICE B – Triagem e agrupamento das unidades industriais declarantes segundo sua tipologia industrial.**

<b>Prefixo e Classes</b>	<b>Nº</b>	<b>Códigos FEAM e descrições das atividades (tipologia)</b>	<b>Decl.*</b>
B-01- Indústria de Produtos Minerais Não- Metálicos	1	B-01-09-0 – Aparelhamento, beneficiamento, preparação e transformação de minerais não metálicos, não associados à extração	22
	2	B-01-02-3 Fabricação de cal virgem, hidratada ou extinta.	18
	3	B-01-03-1 Fabricação de telhas, tijolos e outros artigos de barro cozido, exclusive de cerâmica.	62
	4	B-01-04-1 Fabricação de material cerâmico.	9
	5	B-01-05-8 Fabricação de cimento.	12
B-02- Siderurgia com redução de minério	6	B-02-01-1 Siderurgia e elaboração de produtos siderúrgicos com redução de minérios, inclusive ferro-gusa.	27
B-03- Indústria metalúrgica - Metais ferrosos	7	B-03-02-6 Produção de laminados e trefilados de qualquer tipo de aço, com tratamento químico superficial.	3
	8	B-03-03-4 Produção de laminados e trefilados de qualquer tipo de aço, sem tratamento químico superficial.	5
	9	B-03-04-2 Produção de ligas metálicas (ferro ligas).	10
	10	B-03-07-7 Produção de fundidos de ferro e aço, sem tratamento químico superficial, inclusive a partir de reciclagem.	20
	11	B-03-08-5 Produção de fundidos de ferro e aço, com tratamento químico superficial, inclusive a partir de reciclagem.	1
B-04- Indústria Metalúrgica	12	B-04-01-4 Metalurgia dos metais não-ferrosos em formas primárias, inclusive metais preciosos.	9
B-05- Indústria Metalúrgica 2	13	B-05-03-7 Fabricação de estruturas metálicas e artefatos de trefilados de ferro, aço e de metais não-ferrosos, com tratamento químico superficial, exclusive móveis.	13
	14	B-05-04-5 – Fabricação de estruturas metálicas e artefatos de trefilados de ferro, aço e de metais não-ferrosos, sem tratamento químico superficial, exclusive móveis	3
	15	B-05-09-6 Usinagem.	8
	16	B-05-10-1 Fabricação de outros artigos de metal não especificados ou não classificados, com tratamento químico superficial, exclusive móveis.	8
B-06 - Indústria Metalúrgica 3	17	B-06-02-5 Serviço galvanotécnico.	5
B-07 - Indústria Mecânica	18	B-07-01-3 Fabricação de máquinas, aparelhos, peças e acessórios com tratamento térmico e/ou tratamento superficial.	11
	19	B-07-02-1 – Fabricação de máquinas, aparelhos, peças e acessórios sem tratamento térmico superficial	11
B-08 - Indústria de material eletro- eletrônico	20	B-08-01-1 Fabricação de componentes eletro-eletrônicos.	17
	21	B-08-03-6 Demais atividades da indústria de material eletro-eletrônico, inclusive equipamentos de iluminação.	4
B-10 - Indústria da madeira e de mobiliário	22	B-10-01-4 – Fabricação de móveis de madeira, vime e junco ou com predominância destes materiais, sem pintura e/ou verniz	2
	23	B-10-02-2 – Fabricação de móveis de madeira, vime e junco ou com predominância destes materiais, com pintura e/ou verniz	28
	24	B-10-06-5 Fabricação de móveis de metal com tratamento químico superficial e/ou pintura por aspersão.	15
C-01 - Indústria de	25	C-01-03-1 Fabricação de papel, cartolina, cartão e polpa moldada, utilizando celulose e/ou papel reciclado como matéria-prima.	9

papel e papelão			
C-02 - Indústria da Borracha	26	C-02-03-8 Recauchutagem de pneumáticos.	6
	27	C-02-04-6 Fabricação de laminados e fios de borracha.	2
	28	C-02-06-2 – Fabricação de artefatos de borracha tais como peças e acessórios para veículos, máquinas e aparelhos, correias, canos, tubos, artigos para uso doméstico, 8galochas e botas, etc, inclusive artigos de vestuário e equipamentos de segurança	7
C-03 - Indústria de Couros e Peles e Produtos Similares	29	C-03-02-6 Fabricação de couro por processo completo, a partir de peles até o couro acabado, com curtimento ao cromo, seus derivados ou tanino sintético.	10
	30	C-03-03-4 Fabricação de couro por processo completo, a partir de peles até o couro acabado, com curtimento exclusivamente ao tanino vegetal.	4
C-04 - Indústria de Produtos Químicos	31	C-04-11-1 Fabricação de sabões e detergentes.	2
	32	C-04-12-1 Fabricação de preparados para limpeza e polimento.	2
	33	C-04-13-8 Fabricação de produtos domissanitários, exclusive sabões e detergentes.	6
	34	C-06-01-7 Fabricação de produtos de perfumaria e cosméticos.	5
	35	C-04-15-4 Fabricação de tintas, esmaltes, lacas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes.	8
	36	C-04-21-9 Fabricação de outros produtos químicos não especificados ou não classificados.	12
C-05 - Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	37	C-05-01-0 Fabricação de produtos para diagnósticos com sangue e hemoderivados, farmoquímicos (matéria-prima e princípios ativos), vacinas, produtos biológicos e /ou aqueles provenientes de organismos geneticamente modificados.	6
	38	C-05-02-9 Fabricação de medicamentos exceto aqueles previstos no item C-05-01	14
C-07 - Indústria de produtos de matérias plásticas	39	C-07-01-3 Moldagem de termoplástico não organo-clorado, sem a utilização de matéria-prima reciclada ou com a utilização de matéria-prima reciclada a seco, sem utilização de tinta para gravação.	1
	40		
	41	C-07-02-1 Moldagem de termoplástico não organo-clorado, sem a utilização de matéria-prima reciclada ou com a utilização de matéria-prima reciclada a seco, com utilização de tinta para gravação.	7
C-08 - Indústria Têxtil	42	C-08-01-1 Beneficiamento de fibras têxteis naturais e artificiais.	11
	43	C-08-04-4 Fiação de algodão, seda animal, lã, fibras duras e fibras artificiais, com acabamento.	1
	44	C-08-05-2 Tecelagem plana de fibras naturais e sintéticas, sem acabamento e com engomagem.	6
	45	C-08-06-0 Tecelagem plana e tubular com fibras naturais e sintéticas, com acabamento, inclusive artefatos de tricô e crochê.	6
	46	C-08-07-9 Fiação e tecelagem plana e tubular com fibras naturais e sintéticas, sem acabamento, exclusive tricô e crochê.	8
	47	C-08-08-7 Fiação e tecelagem plana e tubular com fibras naturais e sintéticas, com acabamento.	21
C-09 - Indústria de Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos e couros	48	C-09-01-6 – Facção e confecção de roupas, peças de vestuário e artefatos diversos de tecidos com lavagem, tingimento e outros acabamentos	13
	49	C-09-03-2 Fabricação de calçados em geral.	47
D-01- Indústria de Produtos Alimentares	50	D-01-02-3 Abate de animais de pequeno porte (aves, coelhos, rãs, etc.).	22
	51	D-01-03-1 Abate de animais de médio e grande porte (suínos, ovinos, caprinos, bovinos, eqüinos, bubalinos, muares, etc.).	52
	52	D-01-04-1 Industrialização da carne, inclusive desossa, charqueada e preparação de conservas.	7

	53	D-01-05-8 Processamento de subprodutos de origem animal para produção de sebo, óleos e farinha.	6
	54	D-01-06-6 Preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios.	77
	55	D-01-13-9 Formulação de rações balanceadas e de alimentos preparados para animais.	13
		D-01-14-7 – Fabricação de produtos alimentares, não especificados ou não classificados.	32
Total de tipologias industriais			55
Total de unidades industriais / Declarações de carga poluidora			746

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

- Cada declaração de carga poluidora corresponde a uma unidade industrial.

**APÊNDICE C - Compatibilização entre sistemas “CNAE” e “FEAM” de classificação de atividades e formação de amostras de dados primários nos níveis hierárquicos “Classe”, “Grupo” e “Divisão” da CNAE 2.0**

Códigos e denominações (CNAE 2.0)			Códigos e descrições (FEAM) (DN COPAM 74/2004) (As descrições das atividades “FEAM” são apresentadas no Apêndice 2, na linha abaixo indicada)		Nº de Unidades Industriais		
Divisão	Grupos / Classes		CI	Gr	Di		
10- Fabricação de Produtos Alimentícios	10.1 - Abate e fabricação de produtos de carne		D-01-02-3 – Apêndice 2, Linha 49	27	74	87	209
			D-01-03-1 - Apêndice 2, Linha 50	52			
	10.13-9 - Fabricação de produtos de carne		D-01-04-1 - Apêndice 2, linha 51	7	13		
			D-01-05-8 - Apêndice 2, linha 52	6			
	10.5 – Laticínios		D-01-06-6 - Apêndice 2, linha 53	77	77		
	10.6. - Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais.	10.66-0- Fabricação de alimentos para animais	D-01-13-9 - Apêndice 2, linha 54	13	13		
10.9 - Fabricação de outros produtos alimentícios		D-01-14-7- Apêndice 2, linha 55	32	32			
13- Fabricação de produtos têxteis	13.1. - Preparação e fiação de fibras têxteis		C-08-01-1- Apêndice 2, linha 41	11	12	53	
			C-08-04-4- Apêndice 2, linha 42	1			
	13.2. - Tecelagem, exceto malha		C-08-05-2- Apêndice 2, linha 43	6	41		
			C-08-06-0- Apêndice 2, linha 44	6			
			C-08-07-9- Apêndice 2, linha 45	8			
			C-08-08-7- Apêndice 2, linha 46	21			
14-Confecção de artigos do vestuário e acessórios	14.1. - Confecção de artigos do vestuário e acessórios		C-09-01-6- Apêndice 2, linha 47	13	13	13	
15- Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	15.1. - Curtimento e outras preparações de couro	15.10-6- Curtimento e outras preparações de couro	C-03-02-6- Apêndice 2, linha 29	10	14		
			C-03-03-4- Apêndice 2, linha 30	4			
	15.3. - Fabricação de calçados		C-09-03-2 - Apêndice 2, linha 48	47	47		
17- Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	17.1. - Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel		C-01-03-1- Apêndice 2, linha 25	9	9	9	
	17.2. - Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão						
20- Fabricação de produtos químicos	20.6. - Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal		C-04-11-1- Apêndice 2, linha 31	2	16		
			C-04-12-1- Apêndice 2, linha 32	3			
			C-04-13-8- Apêndice 2, linha 33	6			
			C-04-13-8- Apêndice 2, linha 34	5			
	20.7. - Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins		C-04-15-4- Apêndice 2, linha 35	8	8	36	
20.9. - Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	20.99-1- Fabricação de produtos químicos não especificados	C-04-21-9- Apêndice 2, linha 36	12	12			

		anteriormente				
21- Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	21.1. - Fabricação de produtos farmoquímicos		C-05-01-0- Apêndice 2, linha 37	6	6	20
	21.2. - Fabricação de produtos farmacêuticos	21.21-1- Fabricação de medicamentos para uso humano	C-05-02-9- Apêndice 2, linha 38	14	14	
22- Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	22.1. - Fabricação de produtos de borracha	22.12-9- Reforma de pneumáticos usados	C-02-03-8- Apêndice 2, linha 26	6	6	23
		22.19-6- Fabricação de artefatos de borracha não especificados anteriormente	C-02-04-6- Apêndice 2, linha 27	2	9	
	22.2. - fabricação de produtos de material plástico		C-02-06-2- Apêndice 2, linha 28	7		
			C-07-01-3- Apêndice 2, linha 39	1		
		C-07-02-01- Apêndice 2, linha 40	7			
23- Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	23.2. - Fabricação de cimento	23.20-6- Fabricação de cimento	B-01-05-8- Apêndice 2, linha 5	12	12	123
	23.4. - Fabricação de produtos cerâmicos	23.42-7- Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção	B-01-03-1*- Apêndice 2, linha 3	62	71	
			B-01-04-1- Apêndice 2, linha 4	9		
	23.9. - Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos		B-01-09-0- Apêndice 2, linha 1	22	40	
23.92-3- Fabricação de cal e gesso		B-01-02-3 - Apêndice 2, linha 2	18			
24- Metalurgia	24.1. - Produção de ferro-gusa e de ferroligas	24.11-3- Produção de ferro-gusa	B-02-01-1- Apêndice 2, linha 6	27	37	75
		24.12-1- Produção de ferroligas	B-03-04-2- Apêndice 2, linha 9	10		
	24.2. - Siderurgia	24.24-5- Produção de relaminados, trefilados e perfilados de aço	B-03-02-6- Apêndice 2, linha 7	3	8	
			B-03-03-4- Apêndice 2, linha 8	5		
	24.4. - Metalurgia dos metais não-ferrosos		B-04-01-4- Apêndice 2, linha 12	9	9	
24.5. - Fundição		24.51-2- Fundição de ferro e aço	B-03-07-7- Apêndice 2, linha 10	20	21	
			B-03-08-5- Apêndice 2, linha 11	1		
25- Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	25.1. - Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada	25.11-0- Fabricação de estruturas metálicas	B-05-03-7- Apêndice 2, linha 13	13	16	37
			B-05-04-5- Apêndice 2, linha 14	3		
	25.3. -Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais	25.39-0- Serviços de usinagem, solda, tratamento e revestimento em metais	B-06-02-5- Apêndice 2, linha 17	5	13	
			B-05-09-6- Apêndice 2, linha 15	8		
25.0. - Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente		25.99-3- Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente	B-05-10-1- Apêndice 2, linha 16	8	8	
26- Fabricação de equipamentos	26.1. - Fabricação de componentes eletrônicos	26.10-8- Fabricação de componentes	B-08-01-1 - Apêndice 2, linha 20	17	17	17

de informática, produtos eletrônicos e ópticos		eletrônicos				
28- Fabricação de máquinas e equipamentos	28.1. - Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão 28.2. - Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral 28.3. - Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária 28.4. - Fabricação de máquinas-ferramenta 28.5. - Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e na construção 28.6. - Fabricação de máquinas e equipamentos de uso industrial específico		B-07-01-3 - Apêndice 2, linha 18	11	22	22
			B-07-02-1 - Apêndice 2, linha 19	11		
29- Fabricação de móveis	31.0. - Fabricação de móveis	31.01-2- Fabricação de móveis com predominância de madeira	B-10-01-4 - Apêndice 2, linha 22	2	30	45
			B-10-02-2 - Apêndice 2, linha 23	28		
		32.02-1- Fabricação de móveis com predominância de metal	B-10-06-5 - Apêndice 2, linha 24	15	15	

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

- Muito embora a descrição da atividade de código FEAM B-01-03-1 traga a indicação “exclusive cerâmica”, se considera sua inclusão no código CNAE 23.42-7, com maior especificidade para a subatividade de código CNAE 23.42-7/02, que se refere a “fabricação de materiais cerâmicos para construção, tais como: telhas, tijolos, lajotas, canos, manilhas, tubos, conexões, etc.” (COMCLA, 2018).

**APÊNDICE D – Medidas de emissão de poluentes (Vazão, MBAS, DBO, DQO, OG, SSd e STS ) de cada unidade industrial que compõe as amostras das indústrias consideradas (Laticínios, Têxtil e Metalurgia), bem como o seu município de localização e o “ano base” das declarações de carga poluidora**

**Tabela 1D-** Medidas de emissão de poluentes das unidades industriais que compõe a amostra da indústria de Laticínios.

Indústrias amostradas	Município	Ano base (Decl.)	VAZÃO m³/mês	MBAS kg/m	DBO kg/m	DQO kg/m	OG kg/m	SSd kg/m	STS kg/m
Unid. 1	Nazareno	2014	10968,00	0,00	573,12	1379,28	0,00	0,00	796,92
Unid. 2	São Vicente de Minas	2014	64260,00	43,08	3811,32	8475,24	2213,16	39,24	3405,84
Unid. 3	Andrelândia	2014	6120,00	0,00	119,28	243,24	0,00	0,00	243,24
Unid. 4	São Vicente de Minas	2014	15924,00	4,44	388,68	837,60	159,24	2,40	536,52
Unid. 5	Lavras	2014	43680,00	0,00	5906,88	15862,80	0,00	0,00	436,80
Unid. 6	Lavras	2014	18720,00	2,64	440,28	2551,92	45,36	1,92	676,32
Unid. 7	São João del Rei	2014	12660,00	0,00	740,64	1426,32	0,00	0,00	991,68
Unid. 8	São João del Rei	2014	15012,00	0,00	364,08	619,20	0,00	0,00	394,08
Unid. 9	São João del Rei	2014	6096,00	0,00	134,16	315,96	0,00	0,00	365,76
Unid. 10	Ritápolis	2014	16858,80	22,80	2906,40	7190,28	251,16	0,00	1685,88
Unid. 11	Serrania	2014	10800,00	0,00	261,00	840,60	108,00	1,08	169,20
Unid. 12	Três Pontas	2014	18144,00	5,40	622,32	3730,44	0,00	0,00	654,96
Unid. 13	Campanha	2014	15120,00	0,00	1561,20	3679,20	0,00	0,00	1367,04
Unid. 14	Cruzília	2014	12660,00	0,00	523,20	1050,72	0,00	0,00	881,88
Unid. 15	Cambuí	2014	11520,00	4,08	6597,84	18056,64	137,28	9,60	1075,68
Unid. 16	Santa Rita do Sapucaí	2014	35546,64	0,00	5509,32	12789,00	189,12	7,08	3955,56
Unid. 17	Alpinópolis	2014	16080,00	1,56	115,80	305,52	168,84	1,56	160,80
Unid. 18	São Sebastião do Paraíso	2014	18720,00	2,40	217,68	1875,36	82,80	3,00	220,32
Unid. 19	Passos	2014	24883,20	9,96	1450,68	5270,28	492,72	0,00	1899,84
Unid. 20	São Sebastião do Paraíso	2014	79344,00	10,32	1206,00	15564,96	561,00	7,92	3451,44
Unid. 21	Itapagipe	2014	69600,00	6,96	626,40	1322,40	814,32	6,96	570,72
Unid. 22	Sacramento	2014	288000,00	0,00	14604,48	38517,12	0,00	0,00	0,00
Unid. 23	Itapagipe	2014	22204,80	0,00	736,08	1998,60	249,12	4,68	759,36
Unid. 24	Águas Formosas	2014	72900,00	8,76	2172,48	18618,72	481,20	21,84	707,16
Unid. 25	Lagoa da Prata	2014	970365,60	0,00	165146,04	291544,32	9384,24	72,12	72673,44
Unid. 26	Carlos Chagas	2014	36000,00	0,00	1310,40	11358,00	1029,60	5,40	2592,00
Unid. 27	Extrema	2014	9792,00	0,00	438,24	856,80	0,00	0,00	737,64
Unid. 28	Iraí de Minas	2014	12960,00	3,96	2600,40	6687,72	154,80	127,20	2265,12
Unid. 29	Patos de Minas	2014	12024,00	0,00	1262,52	3450,84	0,00	0,00	1076,16
Unid. 30	Patos de Minas	2014	73033,92	0,00	3383,04	7660,44	163,44	0,00	4627,68
Unid. 31	Coromandel	2014	59064,00	0,00	476,64	1807,32	0,00	0,00	0,00
Unid. 32	Patos de Minas	2014	34697,40	6,96	1464,96	3436,44	215,16	112,44	91,92
Unid. 33	Ibiá	2014	217113,36	32,52	6778,32	17366,88	2223,24	32,52	2822,52
Unid. 34	Ibiá	2014	18041,76	5,04	2331,48	5906,64	238,20	0,00	461,52
Unid. 35	Araxá	2014	129600,00	0,00	24261,12	55870,56	1296,00	0,00	15461,28



Unid. 36	Ituiutaba	2014	228793,9 2	59,52	8081,04	13487,40	1942,44	2,28	7303,08
Unid. 37	Ituiutaba	2014	42300,00	0,00	22376,64	38366,16	0,00	0,00	1658,16
Unid. 38	Sete Lagoas	2014	689963,0 4	0,00	11594,40	41434,20	0,00	0,00	21165,48
Unid. 39	Tabuleiro	2014	13140,00	0,00	0,00	2032,20	0,00	0,00	1077,48
Unid. 40	Santa Vitória	2014	24960,00	1,20	9984,00	16224,00	499,20	24,96	748,80
Unid. 41	Andrelândia	2014	23562,00	0,00	2527,08	3477,24	0,00	0,00	1393,68
Unid. 42	Madre de Deus de Minas	2014	5448,00	0,00	200,64	274,20	0,00	0,00	226,92
Unid. 43	São Domingos do Prata	2014	49440,00	5,88	1389,24	12770,40	321,36	14,88	474,60
Unid. 44	Patrocínio do Muriaé	2014	31800,00	0,00	2226,00	5724,00	0,00	0,00	0,00
Unid. 45	Juiz de Fora	2014	39660,00	0,00	15348,48	35170,44	436,32	6,00	1284,24
Unid. 46	Pará de Minas	2014	28800,00	0,00	1953,48	6606,72	12,12	18,96	2047,08
Unid. 47	Montes Claros	2014	108000,0 0	0,00	3240,00	6858,00	0,00	0,00	1620,00
Unid. 48	Mutum	2014	120569,5 2	0,00	12278,04	31026,48	0,00	40,20	3717,60
Unid. 49	Paula Cândido	2014	1380,72	0,00	925,08	2064,12	0,00	0,00	1393,20
Unid. 50	Resplendor	2014	119999,8 8	123,6	40862,40	93905,88	1434,00	505,20	2796,00

Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Tabela 2D-** Medidas de emissão de poluentes das unidades industriais que compõe a amostra da indústria Têxtil.

Unid. Industriais	Município	Ano Base (Decl.)	VAZÃO m³/ano	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (k/ano)	SSd (kg/ano)	STS (kg/ano)
Unid. 1	Caetanópolis	2013	3720	0	172,08	492,48	47,4	1,92	109,56
Unid. 2	Guaranésia	2013	26097,6	15,24	1311,6	4017,6	198,96	9,36	1469,64
Unid. 3	Diamantina	2013	360	0	4,8	16,8	0	0	3,72
Unid. 4	Belo Horizonte	2013	312000	340,08	56765,28	103827,4	11678,16	998,4	21958,56
Unid. 5	Pará de Minas	2013	10800	0,12	504,96	1927,8	92,76	0,96	670,08
Unid. 6	Carmo do Cajuru	2014	3840	0	91,44	867,48	0	0	104,88
Unid. 7	Sete Lagoas	2013	826920	512,64	26114,16	160943,4	13205,88	0	44893,44
Unid. 8	Itabirito	2013	35568	0	1803,72	3258,96	0	0	944,64
Unid. 9	Itabira	2014	1512	3	453,6	1058,4	75,6	0	453,6
Unid. 10	Paraguaçu	2014	32486,4	0	1935,24	7032,84	419,52	23,16	1816,08
Unid. 11	Inimutaba	2014	2713,2	0	944,16	1771,68	0	0	62,4
Unid. 12	Gouveia	2014	4248	0	107,64	172,08	0	0	39,6
Unid. 13	Itabirito	2013	2478	0	95,52	106,44	0	0	24,6
Unid. 14	Pará de Minas	2012	136975	606,84	7170,6	31564,56	684,84	64,32	8492,4
Unid. 15	Alvinópolis	2014	164160	0	0	75021,12	7073,64	82,08	19124,64
Unid. 16	Inconfidentes	2014	6600	0	204,6	330	0	0	137,4
Unid. 17	Guaranésia	2014	40318,44	7,2	1387,32	11256,96	1775,64	225,84	2561,88
Unid. 18	Guaranésia	2014	29917,68	0	1576,08	5388,36	16,44	21,6	2055,72
Unid. 19	Guaranésia	2014	37324,8	0	6621,6	12456,48	19,32	375,72	2604
Unid. 20	Juiz de Fora	2014	78048	49,92	12396,36	26575,32	1196,52	10,2	2290,68
Unid. 21	Cataguases	2014	722465	0	11559,48	88140,72	0	0	13726,8
Unid. 22	Pará de Minas	2014	82800	92,76	6757,32	12757,8	764,28	8,28	5660,16
Unid. 23	Itaúna	2014	49920	52,44	6750,24	48072,96	413,28	0,48	4312,08
Unid. 24	Itaúna	2014	1633032	0	84433,68	334312	0	0	52477,56

Unid. 25	Divinópolis	2014	165939	59,76	2583,72	24290,16	872,88	16,56	3919,44
Unid. 26	Itaúna	2014	74300,88	57,96	9059,52	23656,68	750,48	48,24	5302,08
Unid. 27	Paraopeba	2014	381,96	0,12	11,52	60,96	3,48	0,12	10,8
Unid. 28	Sete Lagoas	2014	849603,6	518,28	20534,88	165817,1	9642,96	0	23296,08
Unid. 29	Contagem	2014	59577,36	38,04	24034,44	43302,48	573,96	17,04	4153,2
Unid. 30	Montes Claros	2013	7884	61,2	501,12	2223,24	118,32	1,92	195,12
Unid. 31	Montes Claros	2012	1200	0	4,8	180	0	0	0
Unid. 32	Pará de Minas	2012	25632	27,72	1256,64	4282,56	1,2	7,8	1386
Unid. 33	Ribeirão das Neves	2014	11304	14,28	661,68	2448,24	40,32	2,16	202,92
Unid. 34	Pirapora	2014	1450,68	0	52,8	220,56	0	0	24,96
Unid. 35	Pirapora	2014	912	0	31,44	144	0	0	9
Unid. 36	Alfenas	2014	132792	106,2	19288,08	44452,08	663,96	39,84	1128,72
Unid. 37	Pouso Alegre	2014	78	0	1,44	0,72	0	0	2,52
Unid. 38	Guaranésia	2014	31137,6	20,52	1629,24	6050,16	30,24	16,56	2055,6
Unid. 39	Leopoldina	2014	3960	0	95,4	254,4	39,6	0,36	41,52
Unid. 40	Cataguases	2014	224640	0	0	0	0	0	0
Unid. 41	Cachoeira da Prata	2014	129600	0	8377,32	15078,96	1814,4	0	2266,68
Unid. 42	Contagem	2014	28265,4	0	28265,4	113061,6	282,6	2,88	1413,24
Unid. 43	Itabirito	2014	36360	0	1415,28	3331,92	0	0	1033,32
Unid. 44	Itaúna	2013	23400	39,12	5563,32	11367,72	236,4	9,84	1819,32
Unid. 45	Alfenas	2012	156000	0	13260	15600	0	0	0

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 3D-** Medidas de emissão de poluentes das unidades industriais que compõe a amostra da indústria Metalúrgica e de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga\*.

Unid. Industriais	Município	Ano Base (Decl.)	VAZÃO m³/ano	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (k/ano)	SSd (kg/ano)	STS (kg/ano)
Unid. 1	Barão de Cocais	2014	611028	0	6678,48	49633,8	0	0	26072,52
Unid. 2	João Monlevade	2014	69120	0	751,68	2584,8	0	0	1681,56
Unid. 3	Timóteo	2014	13261068	0	88282,8	386325,4	0	0	312664,4
Unid. 4	Ipatinga	2014	40206490	0	230165,2	1611399	111451,6	28405,56	2660512
Unid. 5	Juiz de Fora	2014	125844	0	1092,12	3082,56	0	0	1887,36
Unid. 6	Divinópolis	2014	180	0	0	0	0	0	17,64
Unid. 7	São Gonçalo do Pará	2014	1464	2,4	42,36	181,8	3,12	0,12	0
Unid. 8	Divinópolis	2014	30580,8	0	1474,8	3820,2	0	0	1555,92
Unid. 9	Divinópolis	2014	600	0,24	57,36	106,8	0	0	16,8
Unid. 10	Itaúna	2014	739,2	0	224,76	295,68	0	0	15,48
Unid. 11	Pitangui	2014	560,76	0,24	94,56	136,44	8,76	0,24	0
Unid. 12	Congonhas	2014	17800241	0	42787,44	585268,2	1723,32	3182,88	576415,2
Unid. 13	Divinópolis	2013	1080	0	86,4	86,4	0	0	41,04
Unid. 14	Nova Serrana	2013	2088	0	84,12	292,32	0	0	68,88
Unid. 15	Divinópolis	2013	30240	0	151,2	483,84	0	0	30,24
Unid. 16	Pitangui	2012	0,96	0	0,12	0,12	0	0	0
Unid. 17	Conceição do Pará	2014	2244	1,68	33,12	202,32	0,24	0	82,08
Unid. 18	Sete Lagoas	2012	3679,2	2,52	548,88	630,72	14,76	0,72	81
Unid. 19	Ouro Preto	2014	12960	0,6	180,36	1743,12	25,92	0	25,92

Unid. 20	Nova Era	2014	44122,92	0	0	2473,92	0	4,44	645,12
Unid. 21	São João del Rei	2014	25920	0,24	1200,12	2579,04	64,8	0	596,16
Unid. 22	Barbacena	2014	16074	27	456,48	1977,12	0	1,56	1291,2
Unid. 23	Santos Dumont	2014	1020000	0	28050	67575	10200	0	23460
Unid. 24	Passa Tempo	2014	31510,8	45,36	1153,32	0	186,84	0	808,92
Unid. 25	Pirapora	2014	2369,64	0,84	33,96	59,76	8,64	0,48	39,36
Unid. 26	Santos Dumont	2012	1800	0	36	59,4	0	0	35,4
Unid. 27	Itaúna	2014	3723,72	3,96	104,28	357,48	20,52	0,72	27,96
Unid. 28	Vespasiano	2014	181770	152,28	3378,36	12811,2	2035,92	23,28	5937,36
Unid. 29	Contagem	2014	266412	0	0	36351,96	26,64	26,64	9002,04
Unid. 30	Itaúna	2014	8364	0	0	0	0	0	0
Unid. 31	Divinópolis	2014	3120	0	1194	2146,32	0	1,68	315,84
Unid. 32	Sabará	2013	62296,08	0	330,12	1090,2	0	0	554,4
Unid. 33	Divinópolis	2013	960	0,96	135	251,4	1,08	0,6	0
Unid. 34	Itaúna	2013	3528	0	204,84	0	0	0	637,92
Unid. 35	Itaúna	2013	77280	54,12	4067,28	13017,84	780,48	43,32	5158,44
Unid. 36	Cláudio	2013	1620	0	97,2	291,6	0	0	162
Unid. 37	Cláudio	2013	3528	0	211,68	635,04	0	0	352,8
Unid. 38	Cláudio	2013	900	1,8	33,72	64,2	0,48	0	0
Unid. 39	Cláudio	2013	600	2,16	76,08	0	0	0,24	42,12
Unid. 40	Pará de Minas	2013	3780	2,52	321,6	648,24	0,36	0,72	0
Unid. 41	Itaúna	2013	9230,88	0	0	0	1,08	0	67,8
Unid. 42	Carmo da Mata	2013	264	0,84	9,48	97,44	1,08	0	4,2
Unid. 43	Conceição do Pará	2013	4419,36	6	204,6	337,08	35,28	0,36	0
Unid. 44	Cláudio	2013	8918,4	0	186	1106,76	3,96	0,84	101,64
Unid. 45	Betim	2013	351	0	8,64	26,16	2,16	0,12	5,28
Unid. 46	Itaúna	2013	11594,88	8,28	646,2	1023,6	29,88	0,36	110,76
Unid. 47	Carmo da Mata	2013	6652,8	0	272,76	905,4	7,32	0,72	0
Unid. 48	Vespasiano	2013	607,2	2,16	39	86,28	7,8	0,12	36,24
Unid. 49	Extrema	2012	14400	0	216	504	0	0	288
Unid. 50	Conceição do Pará	2012	4419,36	8,16	249,6	407,88	20,04	0	1,68

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

\*As unidades de nº 1 a 26 correspondem à atividade de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga.

**APÊNDICE E - Valores de NE das unidades industriais que compõe as amostras das indústrias consideradas (Laticínios, Têxtil e Metalurgia) e documentos ambientais consultados.**

**Tabela 1E-** Valores de NE das unidades industriais que compõe a amostra da indústria de Laticínios.

Unidades Industriais	NE	Data do Documento	Fonte de Dados** (Documentos Ambientais)
Unid. 1	81	jun/09	PU N° 0172148/2014.
Unid. 2	154	mar/16	PU N° 1194007/2016
Unid. 3	40	jun/10	PU N° 0201868/2011
Unid. 4	63	ago/08	PU N° 530799/2008
Unid. 5	50	fev/09	PU N° 021665/2009
Unid. 6	27	out/07	PT GEDIN N° 101/2008
Unid. 7	45	fev/08	PU N° 558114/2008
Unid. 8	107	set/13	PU N° 0039331/2014
Unid. 9	65	nov/17	PU N° 1328327/2017
Unid. 10	4	ago/08	PU N° 529277/2008
Unid. 11	71	out/10	PU N° 692183/2010
Unid. 12	37	mar/13	PU N° 0404875/2013
Unid. 13	42	fev/09	PU N° 440081/2009.
Unid. 14	89	fev/14	PU N° 0790042/2014
Unid. 15	63	mai/09	PU N° 668433/2009
Unid. 16	90	out/15	PU N° 993820/2016
Unid. 17	22	jul/09	PU N° 404653/2009
Unid. 18	42	jul/10	PU N° 0083480/2011
Unid. 19	70	mar/12	PU N° 1947398/2013
Unid. 20	177	jan/09	PU N° 916231/2009
Unid. 21	129	abr/07	PT GEDIN N° 86/2008
Unid. 22	116	fev/07	PT GEDIN n°233/2008
Unid. 23	21	jun/10	PU N° 5635/2011
Unid. 24	65	ago/11	PU N° 0736611/2015
Unid. 25	70	mar/08	PT GEDIN N° 115/2009
Unid. 26	70	mai/09	PU N° 0855882/2013
Unid. 27	15	jun/12	PU N° 129890/2011
Unid. 28	45	abr/09	PU N° 379182/2009
Unid. 29	152	jul/09	PU N° 277899/2009
Unid. 30	196	dez/08	PU N° 764829/2008
Unid. 31	6	out/08	PU N° 453195/2007
Unid. 32	269	abr/07	PU N° 223848/2009
Unid. 33	27	out/08	PU N° 0029609/2016
Unid. 34	150	out/15	PU N° 0360543/2016
Unid. 35	200	abr/16	PT GEDIN N° 312/2007
Unid. 36	135	nov/07	PU N° 679002/2009
Unid. 37	1238	jun/09	PU N° 678740/2010
Unid. 38	750	set/10	PU N° 053/2011
Unid. 39	40	abr/11	PU N° 0333313/2011
Unid. 40	82	out/14	PU N° 03365115/2015
Unid. 41	25	ago/11	PU N° 0660245/2011
Unid. 42	19	abr/10	PU N° 0269501/2010

Unid. 43	38	dez/09	PU N° 805438/2010
Unid. 44	120	nov/09	PU N° 716735/2009
Unid. 45	156	jul/14	PU N° 0902572/2014
Unid. 46	152	fev/10	PU N° 040045/2011
Unid. 47	173	nov/09	PU N° 82/2011
Unid. 48	110	ago/07	PU N° 430541/2007
Unid. 49	117	mai/13	PU N° 0493331/2014
Unid. 50	265	jul/12	PU N° 1016720/2014

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 2E-** Valores de NE das unidades industriais que compõe a amostra da indústria Têxtil.

Unid. Industriais	NE	Data do documento	Fontes de Dados** (Documentos Ambientais)
Unid. 1	400	jul/05	-
Unid. 2	82	jul/11	-
Unid. 3	304	jan/08	-
Unid. 4	430	nov/09	-
Unid. 5	346	fev/08	-
Unid. 6	14	mai/11	-
Unid. 7	1158	fev/09	-
Unid. 8	100	mai/13	-
Unid. 9	31	mai/07	-
Unid. 10	257	set/09	-
Unid. 11	204	ago/06	-
Unid. 12	329	jan/08	-
Unid. 13	184	set/09	-
Unid. 14	287	fev/11	-
Unid. 15	513	out/09	-
Unid. 16	140	abr/08	-
Unid. 17	260	jan/07	-
Unid. 18	91	41122	-
Unid. 19	217	mar/13	-
Unid. 20	406	dez/09	-
Unid. 21	1090	nov/08	-
Unid. 22	366	set/11	-
Unid. 23	200	mar/12	-
Unid. 24	649	mai/09	-
Unid. 25	967	mar/08	-
Unid. 26	1170	dez/07	-
Unid. 27	850	abr/11	-
Unid. 28	1054	fev/08	-
Unid. 29	312	set/09	-
Unid. 30	360	mai/15	-
Unid. 31	1531	set/08	-
Unid. 32	202	dez/07	-
Unid. 33	200	set/12	-
Unid. 34	379	out/12	-

Unid. 35	1705	fev/11	-
Unid. 36	431	set/09	-
Unid. 37	70	mar/10	-
Unid. 38	140	jun/10	-
Unid. 39	184	set/08	-
Unid. 40	730	nov/07	-
Unid. 41	160	dez/09	-
Unid. 42	160	jun/10	-
Unid. 43	88	mai/13	-
Unid. 44	50	abr/11	-
Unid. 45	50	jan/02	-

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 3E-** Valores de NE das unidades industriais que compõe a amostra da indústria Metalúrgica e de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga\*.

Unid. Industrial	NE	Data do Parecer	Fontes de dados** (documentos ambientais)
Unid. 1	542	set/10	PT GEDIN 90/2008
Unid. 2	291	mar/05	PT DIMET 107/2006
Unid. 3	4670	jun/08	PU N° 316092 / 2008
Unid. 4	17023	jun/07	RADA - USIMINAS DE 11/06/07
Unid. 5	1050	ago/09	PU SUPRAMZM N°:427557/2009
Unid. 6	49	jan/09	PU SUPRAM-ASF PROT. N°320537/2009
Unid. 7	80	jul/08	PU SUPRAN-ASF PROT. N°. 556564/2009.
Unid. 8	1030	nov/07	PU N° 397/2012
Unid. 9	68	out/06	PT DQGA N° 42/2007
Unid. 10	160	11/2006	PT DIMET N° 59/2007
Unid. 11	330	jul/05	RADA - USIPAR DE 12/09/05
Unid. 12	8800	out/09	PU N° 299/2009
Unid. 13	150	jun/06	PT GEDIN N° 155/2007
Unid. 14	70	jan/07	PT DIMETN° 46/2007
Unid. 15	94	dez/10	PU SUPRAN-ASF PROT. N°. 814434/2010
Unid. 16	26	ago/06	RCA - SID. PITANGUI DE AGO/06
Unid. 17	108	fev/17	RADA - SIDERAL DE 09/02/17
Unid. 18	58	jul/06	PT DIMET N° 216/2006
Unid. 19	170	dez/09	PU N° 402/2009
Unid. 20	232	jan/06	PT DIMET N° 25/2006
Unid. 21	288	jul/97	RCA- BOZEL DO BRASIL – JUL/1997
Unid. 22	278	dez/11	RADA - VALE UNID. BARBACENA - 21/12/11
Unid. 23	429	jan/08	RADA - DOW CORNING – 25/01/2008
Unid. 24	66	set/08	PU SUPRAN-ASF PROT. N° 966982/2009
Unid. 25	527	fev/08	PU SUPRAN MN N° 08/2008
Unid. 26	829	jul/08	PU SUPRAM/ZM PROC. N° 00032/1980/005/2008
Unid. 27	87	mai/06	PT DIMET N° 253/2006

Unid. 28	380	ago/10	PU SUPRAM CM Nº 586/2011
Unid. 29	1691	jan/10	PU Nº 499/2010
Unid. 30	350	mai/15	PU Nº 0443008/2015 (SIAM)
Unid. 31	40	set/08	PU SUPRAM – ASF Nº 814533/2008
Unid. 32	99	mai/09	PU SUPRAM CM Nº 119/2009
Unid. 33	55	set/08	PU SUPRAM – ASF Nº 0294966/2011
Unid. 34	98	mar/08	PU PROT. Nº 150934/2008
Unid. 35	485	out/10	PU PROC. Nº. 00317/1998/008/2009
Unid. 36	68	mar/13	RADA PROC. Nº 673.2003.001.2003/2013
Unid. 37	91	jul/11	PU SUPRAM –ASF Nº. 0489515/2011
Unid. 38	48	jun/11	RADA PROC. Nº 683.2003.001.2003/2011
Unid. 39	165	dez/10	RADA PROC. Nº 01735/2003
Unid. 40	214	out/09	PU SUPRAM - ASF Nº 135650/2010
Unid. 41	404	jan/02	RADA – SAINT GOBAIN CANALIZAÇÃO S/A DE JAN/2002
Unid. 42	150	mar/13	RCA - AFER INDUSTRIAL LTDA DE MAR/2013
Unid. 43	269	nov/13	PARECER ÚNICO Nº 2122441/2013 (SIAM)
Unid. 44	401	jun/11	RADA – FUNDIMIG LTDA DE JUN/2011
Unid. 45	3956	out/08	PU SUPRAM CM Nº 269/2008
Unid. 46	240	jan/07	PARECER TÉCNICO DQGA Nº 45/2007
Unid. 47	350	mai/15	PU Nº 0443008/2015 (SIAM)
Unid. 48	110	fev/14	RADA – CIA SEMEATO DE AÇOS CSA DE FEV/2014
Unid. 49	491	ago/06	RADA - FAGOR EDERLAN BRASILEIRA AUTO-PECAS LTDA DE AGO/2006
Unid. 50	368	jun/11	PU SUPRAM – ASF Nº. 0399267/2011

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

\*As unidades de nº 1 a 26 correspondem à atividade de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga.

\*\*Para a identificação do Parecer Único (PU) utilizou-se o número do documento ou, na ausência deste, o número do processo de licenciamento correlato ou de seu protocolo. Na identificação dos documentos “RADA” e “RCA” adotou-se o número do processo de licenciamento ou o nome da empresa requerente. Não foram citados os documentos “fonte” dos dados de NE da amostra de indústrias Têxteis (tabela 2E) por não terem sido utilizados na formação de FIPes.

**APÊNDICE F – Procedimento de correção temporal dos dados de número de empregados (NE) - Rols de dados de NE pré-correção, na data do documento (Data 1), e os rols de dados de NE pós-correção, projetados na data das declarações de carga poluidora (Data 2).**

**Tabela 1F-** Correção temporal dos dados de NE da amostra de indústrias de Laticínios.

Indústrias amostradas	Data do Parecer (Data 1)	Data da declaração (Data 2)	NE pré-correção (Na data 1)	Admissões no período (%)	Demissões no período (%)	Varição (%)	NE pós-correção (Na data 2)
Unid. 1	jun/09	dez/14	81	51,13%	48,87%	2,26%	<b>83</b>
Unid. 2	mar/16	dez/14	154	54,88%	45,12%	9,76%	<b>139</b>
Unid. 3	jun/10	dez/14	40	54,61%	45,39%	9,22%	<b>44</b>
Unid. 4	ago/08	dez/14	63	55,71%	44,29%	11,42%	<b>70</b>
Unid. 5	fev/09	dez/14	50	51,43%	48,57%	2,86%	<b>51</b>
Unid. 6	out/07	dez/14	27	51,90%	48,10%	3,80%	<b>28</b>
Unid. 7	fev/08	dez/14	45	53,55%	46,45%	7,10%	<b>48</b>
Unid. 8	set/13	dez/14	107	54,34%	45,66%	8,68%	<b>116</b>
Unid. 9	nov/17	dez/14	65	55,99%	44,01%	11,98%	<b>57</b>
Unid. 10	ago/08	dez/14	4	62,16%	37,84%	24,32%	<b>5</b>
Unid. 11	out/10	dez/14	71	54,73%	45,27%	9,46%	<b>78</b>
Unid. 12	mar/13	dez/14	37	51,67%	48,33%	3,34%	<b>38</b>
Unid. 13	fev/09	dez/14	42	54,13%	45,87%	8,26%	<b>45</b>
Unid. 14	fev/14	dez/14	89	38,89%	61,11%	-22,22%	<b>69</b>
Unid. 15	mai/09	dez/14	63	53,51%	46,49%	7,02%	<b>67</b>
Unid. 16	out/15	dez/14	90	53,57%	46,43%	7,14%	<b>84</b>
Unid. 17	jul/09	dez/14	22	42,14%	57,86%	-15,72%	<b>19</b>
Unid. 18	jul/10	dez/14	42	47,06%	52,94%	-5,88%	<b>40</b>
Unid. 19	mar/12	dez/14	70	40,35%	59,65%	-19,30%	<b>56</b>
Unid. 20	jan/09	dez/14	177	40,63%	59,37%	-18,74%	<b>144</b>
Unid. 21	abr/07	dez/14	129	50,31%	49,69%	0,62%	<b>130</b>
Unid. 22	fev/07	dez/14	116	50,96%	49,04%	1,92%	<b>118</b>
Unid. 23	jun/10	dez/14	21	46,57%	53,43%	-6,86%	<b>20</b>
Unid. 24	ago/11	dez/14	65	56,15%	43,85%	12,30%	<b>73</b>
Unid. 25	mar/08	dez/14	1238	48,09%	51,91%	-3,82%	<b>1191</b>
Unid. 26	mai/09	dez/14	70	58,75%	41,25%	17,50%	<b>82</b>
Unid. 27	jun/12	dez/14	70	56,39%	43,61%	12,78%	<b>79</b>
Unid. 28	abr/09	dez/14	15	61,83%	38,17%	23,66%	<b>19</b>
Unid. 29	jul/09	dez/14	45	54,96%	45,04%	9,92%	<b>49</b>
Unid. 30	dez/08	dez/14	152	54,96%	45,04%	9,92%	<b>167</b>
Unid. 31	out/08	dez/14	196	53,37%	46,63%	6,74%	<b>209</b>
Unid. 32	abr/07	dez/14	6	55,08%	44,92%	0,1016	<b>7</b>
Unid. 33	out/08	dez/14	269	44,54%	55,46%	-10,92%	<b>240</b>
Unid. 34	out/15	dez/14	27	35,67%	64,33%	-28,66%	<b>35</b>
Unid. 35	abr/16	dez/14	150	50,60%	49,40%	1,20%	<b>148</b>
Unid. 36	nov/07	dez/14	200	51,76%	48,24%	3,52%	<b>207</b>
Unid. 37	jun/09	dez/14	135	51,21%	48,79%	2,42%	<b>138</b>
Unid. 38	set/10	dez/14	750	53,85%	46,15%	7,70%	<b>808</b>
Unid. 39	abr/11	dez/14	40	53,14%	46,86%	6,28%	<b>43</b>



Unid. 40	out/14	dez/14	82	45,03%	54,97%	-9,94%	<b>74</b>
Unid. 41	ago/11	dez/14	25	53,19%	46,81%	6,38%	<b>27</b>
Unid. 42	abr/10	dez/14	19	54,84%	45,16%	9,68%	<b>21</b>
Unid. 43	dez/09	dez/14	38	52,58%	47,42%	5,16%	<b>40</b>
Unid. 44	nov/09	dez/14	120	57,72%	42,28%	15,44%	<b>139</b>
Unid. 45	jul/14	dez/14	156	49,79%	50,21%	-0,42%	<b>155</b>
Unid. 46	fev/10	dez/14	152	51,79%	48,21%	3,58%	<b>157</b>
Unid. 47	nov/09	dez/14	173	50,97%	49,03%	1,94%	<b>176</b>
Unid. 48	ago/07	dez/14	110	55,12%	44,88%	10,24%	<b>121</b>
Unid. 49	mai/13	dez/14	117	51,92%	48,08%	3,84%	<b>121</b>
Unid. 50	jul/12	dez/14	265	42,57%	57,43%	-14,86%	<b>226</b>

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

**Tabela 2F-** Correção temporal dos dados de NE das amostras da indústria Metalúrgica e da atividade de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga\*.

Unid. Industrial	Data do Parecer	Data da Declaração	NE pré-correção (Na Data 1)	Admissões no período (%)	Demissões no período (%)	Variação (%)	NE pós-correção (Na Data 2)
Unid. 1	set/10	dez/14	542	52,27%	47,73%	4,54%	<b>567</b>
Unid. 2	mar/05	dez/14	291	50,21%	49,79%	0,42%	<b>292</b>
Unid. 3	jun/08	dez/14	4670	47,64%	52,36%	-4,72%	<b>4.450</b>
Unid. 4	jun/07	dez/14	17023	50,04%	49,96%	0,08%	<b>17.037</b>
Unid. 5	ago/09	dez/14	1050	51,46%	48,54%	2,92%	<b>1.081</b>
Unid. 6	jan/09	dez/14	49	48,72%	51,28%	-2,56%	<b>48</b>
Unid. 7	jul/08	dez/14	80	47,39%	52,61%	-5,22%	<b>76</b>
Unid. 8	nov/07	dez/14	1030	48,26%	51,74%	-3,48%	<b>994</b>
Unid. 9	out/06	dez/14	68	49,16%	50,84%	-1,68%	<b>67</b>
Unid. 10	11/206	dez/14	160	49,36%	50,64%	-1,28%	<b>158</b>
Unid. 11	jul/05	dez/14	330	45,01%	54,99%	-9,98%	<b>297</b>
Unid. 12	out/09	dez/14	8800	51,40%	48,60%	2,80%	<b>9.046</b>
Unid. 13	jun/06	dez/13	150	49,92%	50,08%	-0,16%	<b>150</b>
Unid. 14	jan/07	dez/13	70	50,16%	49,84%	0,32%	<b>70</b>
Unid. 15	dez/10	dez/13	94	49,43%	50,57%	-1,14%	<b>93</b>
Unid. 16	ago/06	dez/12	26	44,96%	55,04%	-10,08%	<b>23</b>
Unid. 17	fev/17	dez/14	108	62,53%	37,47%	25,06%	<b>135</b>
Unid. 18	jul/06	dez/12	58	49,49%	50,51%	-1,02%	<b>57</b>
Unid. 19	dez/09	dez/14	170	57,25%	42,75%	14,50%	<b>195</b>
Unid. 20	jan/06	dez/14	232	52,96%	47,04%	5,92%	<b>246</b>
Unid. 21	jul/97	dez/14	288	51,23%	48,77%	2,46%	<b>295</b>
Unid. 22	dez/11	dez/14	278	49,88%	50,12%	-0,24%	<b>277</b>
Unid. 23	jan/08	dez/14	429	51,17%	48,83%	2,34%	<b>439</b>
Unid. 24	set/08	dez/14	66	42,73%	57,27%	-14,54%	<b>56</b>
Unid. 25	fev/08	dez/14	527	46,88%	53,12%	-6,24%	<b>494</b>
Unid. 26	jul/08	dez/12	829	51,50%	48,51%	2,99%	<b>854</b>
Unid. 27	mai/06	dez/14	87	49,36%	50,64%	-1,28%	<b>86</b>
Unid. 28	ago/10	dez/14	380	49,65%	50,35%	-0,70%	<b>377</b>

Unid. 29	jan/10	dez/14	1691	49,80%	50,20%	-0,40%	<b>1.684</b>
Unid. 30	jan/08	dez/14	96	49,35%	50,65%	-1,30%	<b>95</b>
Unid. 31	set/08	dez/14	40	47,81%	52,19%	-4,38%	<b>38</b>
Unid. 32	mai/09	dez/13	99	52,46%	47,54%	4,92%	<b>104</b>
Unid. 33	set/08	dez/13	55	48,59%	51,41%	-2,82%	<b>53</b>
Unid. 34	mar/08	dez/13	98	50,04%	49,96%	0,08%	<b>98</b>
Unid. 35	out/10	dez/13	485	50,18%	49,82%	0,36%	<b>487</b>
Unid. 36	mar/13	dez/13	68	50,89%	49,11%	1,78%	<b>69</b>
Unid. 37	jul/11	dez/13	91	51,06%	48,94%	2,12%	<b>93</b>
Unid. 38	jun/11	dez/13	48	51,06%	48,94%	2,12%	<b>49</b>
Unid. 39	dez/10	dez/13	165	50,77%	49,23%	1,54%	<b>168</b>
Unid. 40	out/09	dez/13	214	43,05%	53,95%	-10,90%	<b>191</b>
Unid. 41	jan/02	dez/13	404	50,12%	49,88%	0,24%	<b>405</b>
Unid. 42	mar/13	dez/13	150	51,60%	48,40%	3,20%	<b>155</b>
Unid. 43	nov/13	dez/13	269	77,59%	22,41%	55,18%	<b>417</b>
Unid. 44	jun/11	dez/13	401	50,77%	49,23%	1,54%	<b>407</b>
Unid. 45	out/08	dez/13	3956	50,81%	49,19%	1,62%	<b>4.020</b>
Unid. 46	jan/07	dez/13	240	50,12%	49,88%	0,24%	<b>241</b>
Unid. 47	mai/15	dez/13	350	45,57%	54,43%	-8,86%	<b>319</b>
Unid. 48	fev/14	dez/13	110	56,38%	43,62%	12,76%	<b>124</b>
Unid. 49	ago/06	dez/12	491	52,17%	47,38%	4,79%	<b>515</b>
Unid. 50	jun/11	dez/12	368	35,90%	64,10%	-28,20%	<b>264</b>

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

\* As unidades de nº 1 a 26 correspondem à atividade de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga.

**APÊNDICE G - Bases de dados definitivas para a geração de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para as indústrias de Laticínios, Metalurgia e atividade de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga.**

**Tabela 1G-** Base de dados para a geração de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para a indústria de Laticínios.

Indústrias amostradas	NE Corrigido	VAZÃO (m³/ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (kg/ano)	SSd (kg/ano)	SST (kg/ano)
Unid. 1	83	10968,00	0,00	573,12	1379,28	0,00	0,00	796,92
Unid. 2	139	64260,00	43,08	3811,32	8475,24	2213,16	39,24	3405,84
Unid. 3	44	6120,00	0,00	119,28	243,24	0,00	0,00	243,24
Unid. 4	70	15924,00	4,44	388,68	837,60	159,24	2,40	536,52
Unid. 5	51	43680,00	0,00	5906,88	15862,80	0,00	0,00	436,80
Unid. 6	28	18720,00	2,64	440,28	2551,92	45,36	1,92	676,32
Unid. 7	48	12660,00	0,00	740,64	1426,32	0,00	0,00	991,68
Unid. 8	116	15012,00	0,00	364,08	619,20	0,00	0,00	394,08
Unid. 9	57	6096,00	0,00	134,16	315,96	0,00	0,00	365,76
Unid. 10	5	16858,80	22,80	2906,40	7190,28	251,16	0,00	1685,88
Unid. 11	78	10800,00	0,00	261,00	840,60	108,00	1,08	169,20
Unid. 12	38	18144,00	5,40	622,32	3730,44	0,00	0,00	654,96
Unid. 13	45	15120,00	0,00	1561,20	3679,20	0,00	0,00	1367,04
Unid. 14	69	12660,00	0,00	523,20	1050,72	0,00	0,00	881,88
Unid. 15	67	11520,00	4,08	6597,84	18056,64	137,28	9,60	1075,68
Unid. 16	84	35546,64	0,00	5509,32	12789,00	189,12	7,08	3955,56
Unid. 17	19	16080,00	1,56	115,80	305,52	168,84	1,56	160,80
Unid. 18	40	18720,00	2,40	217,68	1875,36	82,80	3,00	220,32
Unid. 19	56	24883,20	9,96	1450,68	5270,28	492,72	0,00	1899,84
Unid. 20	144	79344,00	10,32	1206,00	15564,96	561,00	7,92	3451,44
Unid. 21	130	69600,00	6,96	626,40	1322,40	814,32	6,96	570,72
Unid. 22	118	288000,00	0,00	14604,48	38517,12	0,00	0,00	0,00
Unid. 23	20	22204,80	0,00	736,08	1998,60	249,12	4,68	759,36
Unid. 24	73	72900,00	8,76	2172,48	18618,72	481,20	21,84	707,16
Unid. 25	82	36000,00	0,00	1310,40	11358,00	1029,60	5,40	2592,00
Unid. 26	79	9792,00	0,00	438,24	856,80	0,00	0,00	737,64
Unid. 27	19	12960,00	3,96	2600,40	6687,72	154,80	127,20	2265,12
Unid. 28	49	12024,00	0,00	1262,52	3450,84	0,00	0,00	1076,16
Unid. 29	167	73033,92	0,00	3383,04	7660,44	163,44	0,00	4627,68
Unid. 30	209	59064,00	0,00	476,64	1807,32	0,00	0,00	0,00
Unid. 31	7	34697,40	6,96	1464,96	3436,44	215,16	112,44	91,92
Unid. 32	240	217113,36	32,52	6778,32	17366,88	2223,24	32,52	2822,52
Unid. 33	35	18041,76	5,04	2331,48	5906,64	238,20	0,00	461,52
Unid. 34	148	129600,00	0,00	24261,12	55870,56	1296,00	0,00	15461,28
Unid. 35	207	228793,92	59,52	8081,04	13487,40	1942,44	2,28	7303,08
Unid. 36	138	42300,00	0,00	22376,64	38366,16	0,00	0,00	1658,16
Unid. 37	43	13140,00	0,00	0,00	2032,20	0,00	0,00	1077,48
Unid. 38	74	24960,00	1,20	9984,00	16224,00	499,20	24,96	748,80
Unid. 39	27	23562,00	0,00	2527,08	3477,24	0,00	0,00	1393,68

Unid. 40	21	5448,00	0,00	200,64	274,20	0,00	0,00	226,92
Unid. 41	40	49440,00	5,88	1389,24	12770,40	321,36	14,88	474,60
Unid. 42	139	31800,00	0,00	2226,00	5724,00	0,00	0,00	0,00
Unid. 43	155	39660,00	0,00	15348,48	35170,44	436,32	6,00	1284,24
Unid. 44	157	28800,00	0,00	1953,48	6606,72	12,12	18,96	2047,08
Unid. 45	176	108000,00	0,00	3240,00	6858,00	0,00	0,00	1620,00
Unid. 46	121	120569,52	0,00	12278,04	31026,48	0,00	40,20	3717,60
Unid. 47	121	1380,72	0,00	925,08	2064,12	0,00	0,00	1393,20
Unid. 48	226	119999,88	123,60	40862,40	93905,88	1434,00	505,20	2796,00

Fonte: Elaboração própria, 2018.

**Tabela 2G-** Base de dados para a geração de Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para a indústria Metalúrgica e atividade de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga\*.

Unid. Industriais	NE (corrigido)	VAZÃO (m³/ano)	MBAS (kg/ano)	DBO (kg/ano)	DQO (kg/ano)	OG (k/ano)	SSd (kg/ano)	STS (kg/ano)
Unid. 01	567	611028	0	6678,48	49633,8	0	0	26072,52
Unid. 02	292	69120	0	751,68	2584,8	0	0	1681,56
Unid. 03	4.450	13261068	0	88282,8	386325,36	0	0	312664,44
Unid. 04	1.081	125844	0	1092,12	3082,56	0	0	1887,36
Unid. 05	48	180	0	0	0	0	0	17,64
Unid. 06	76	1464	2,4	42,36	181,8	3,12	0,12	0
Unid. 07	994	30580,8	0	1474,8	3820,2	0	0	1555,92
Unid. 08	67	600	0,24	57,36	106,8	0	0	16,8
Unid. 09	158	739,2	0	224,76	295,68	0	0	15,48
Unid. 10	297	560,76	0,24	94,56	136,44	8,76	0,24	0
Unid. 11	9.046	17800241,2	0	42787,44	585268,2	1723,32	3182,88	576415,2
Unid. 12	150	1080	0	86,4	86,4	0	0	41,04
Unid. 13	70	2088	0	84,12	292,32	0	0	68,88
Unid. 14	93	30240	0	151,2	483,84	0	0	30,24
Unid. 15	23	0,96	0	0,12	0,12	0	0	0
Unid. 16	135	2244	1,68	33,12	202,32	0,24	0	82,08
Unid. 17	57	3679,2	2,52	548,88	630,72	14,76	0,72	81
Unid. 18	195	12960	0,6	180,36	1743,12	25,92	0	25,92
Unid. 19	246	44122,92	0	0	2473,92	0	4,44	645,12
Unid. 20	295	25920	0,24	1200,12	2579,04	64,8	0	596,16
Unid. 21	277	16074	27	456,48	1977,12	0	1,56	1291,2
Unid. 22	439	1020000	0	28050	67575	10200	0	23460
Unid. 23	56	31510,8	45,36	1153,32	0	186,84	0	808,92
Unid. 24	494	2369,64	0,84	33,96	59,76	8,64	0,48	39,36
Unid. 25	854	1800	0	36	59,4	0	0	35,4
Unid. 26	86	3723,72	3,96	104,28	357,48	20,52	0,72	27,96
Unid. 27	377	181770	152,28	3378,36	12811,2	2035,92	23,28	5937,36
Unid. 28	1.684	266412	0	0	36351,96	26,64	26,64	9002,04
Unid. 29	319	6652,8	0	272,76	905,4	7,32	0	0,72
Unid. 30	38	3120	0	1194	2146,32	0	1,68	315,84
Unid. 31	104	62296,08	0	330,12	1090,2	0	0	554,4
Unid. 32	53	960	0,96	135	251,4	1,08	0,6	0

Unid. 33	98	3528	0	204,84	0	0	0	637,92
Unid. 34	487	77280	54,12	4067,28	13017,84	780,48	43,32	5158,44
Unid. 35	69	1620	0	97,2	291,6	0	0	162
Unid. 36	93	3528	0	211,68	635,04	0	0	352,8
Unid. 37	49	900	1,8	33,72	64,2	0,48	0	0
Unid. 38	168	600	2,16	76,08	0	0	0,24	42,12
Unid. 39	191	3780	2,52	321,6	648,24	0,36	0,72	0
Unid. 40	405	9230,88	0	0	0	1,08	0	67,8
Unid. 41	155	264	0,84	9,48	97,44	1,08	0	4,2
Unid. 42	417	4419,36	6	204,6	337,08	35,28	0,36	0
Unid. 43	407	8918,4	0	186	1106,76	3,96	0,84	101,64
Unid. 44	4.020	351	0	8,64	26,16	2,16	0,12	5,28
Unid. 45	241	11594,88	8,28	646,2	1023,6	29,88	0,36	110,76
Unid. 46	319	6652,8	0	272,76	905,4	7,32	0,72	0
Unid. 47	124	607,2	2,16	39	86,28	7,8	0,12	36,24
Unid. 48	515	14400	0	216	504	0	0	288
Unid. 49	264	4419,36	8,16	249,6	407,88	20,04	0	1,68

**Fonte:** Elaboração própria, 2018.

\*Após a exclusão da unidade industrial de nº 4 (*outlier*) das tabelas anteriores, as unidades de nº 1 a 25, apresentadas nesta tabela, passam a corresponder à atividade de Produção de Ferro-gusa e de Ferro-liga.

**ANEXO**



# SISTEMA DE PROJEÇÃO DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL (IPPS) DO BANCO MUNDIAL: LIMITAÇÕES E APLICABILIDADES

Área temática: Gestão da Qualidade

**Neemias Roza Fernandes**

[Neemias.sema@gmail.com](mailto:Neemias.sema@gmail.com)

**Jader Lugon Junior**

[jlugonjr@gmail.com](mailto:jlugonjr@gmail.com)

**Maria Inês Paes Ferreira**

[ines\\_paes@yahoo.com.br](mailto:ines_paes@yahoo.com.br)

**Romeu e Silva Neto**

[romeuesilvaneto@gmail.com](mailto:romeuesilvaneto@gmail.com)

***Resumo:** Países de industrialização recente, que dispõem de poucos dados sobre a poluição industrial doméstica, têm adotado metodologias com a finalidade de estimar o potencial poluidor de seus parques industriais. O Industrial Pollution Projection System (IPPS), desenvolvido pelo Banco Mundial em 1987, é a metodologia mais utilizada no Brasil com este objetivo. Em função disto, se propôs, por meio do presente trabalho, analisar as deficiências e limitações do referido sistema em casos nacionais de aplicação, bem como identificar oportunidades de adaptação e aprimoramento. Com base nos resultados obtidos, constatou-se que o modelo tende a apresentar estimativas imprecisas na avaliação do potencial poluidor de indústrias brasileiras, o que, possivelmente, decorre da utilização de fatores de intensidade de emissão de poluentes desenvolvidos a partir de dados da indústria americana, que permanecem a cerca de trinta anos sem atualizações.*

***Palavras-chaves:** Potencial Poluidor. Poluição Industrial, Metodologia IPPS.*



## 1. Introdução

Ao longo da última década um número maior de países de industrialização recente tem adotado metodologias com a finalidade de estimar o potencial poluidor de seus parques industriais. Moreno (2005) estabelece uma análise comparativa entre os seguintes sistemas criados por organizações internacionais: “AP-42” da Agência Ambiental Americana (*Environmental Protection Agency* – EPA), Inventário de Emissões Aéreas da Comissão Europeia (CORINAIR), Método de Avaliação Rápida da Poluição da Organização Mundial da Saúde (OMS) e Sistema de Projeção de Poluição Industrial (*Industrial Pollution Projection System* - IPPS), do Banco Mundial. A autora destaca o IPPS do BM por sua capacidade de projetar a poluição gerada por atividades industriais a partir de indicadores de atividade industrial de fácil obtenção, nomeadamente o “Valor de Produção” (VP), o “Valor Adicionado” (VA) ou o “Número de Empregados” (NE) da indústria.

A metodologia IPPS foi desenvolvida por técnicos do *Environment Infrastructure Agriculture Division Policy Research Department* (PRDEI), do Banco Mundial, em 1987, a partir de informações ambientais, econômicas e geográficas de fábricas dos EUA. O sistema utiliza Fatores de Intensidade de Emissão de Poluentes para avaliar o potencial poluidor de indústrias de transformação, gerando estimativas de lançamentos para os meios “ar”, “água” e “solo”, em termos de: Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Particulados Totais (PT), Particulados Finos (PM10) e Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), para o ar; Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Sólidos Totais em Suspensão (STS), para a água; além de poluentes tóxicos e metais bioacumulativos, contaminantes do ar, da água e do solo, cuja relação completa pode ser consultada em Hettige *et al.* (1995).

De acordo com Hettige *et al.* (1995), no IPPS, as estimativas são geradas através de três tipos de fatores ou coeficientes de intensidade de emissão de poluentes, denominados *lower bound* (LB), *upper bound* (UB) e *inter quartile* (IQ), que foram construídos a partir de dados de emissão de poluentes obtidos da Agência Ambiental Americana (EPA), e dados da atividade industrial, oriundos do Censo Industrial Americano (US. *Manufacturing Census*). Segundo Moreno (2005) e Sor *et al.* (2008), os coeficientes *lower bound* (LB) tendem a ser mais precisos em relação aos demais, já que resultam da reunião de dados da maior parte das





indústrias americanas, incluindo aquelas que não fornecem relatórios à EPA por estarem abaixo do limite de emissão considerado significativo por esta agência.

O IPPS vem sendo utilizado, sobretudo em países de economia emergente, para fins de diagnóstico rápido da poluição industrial e definição de áreas críticas com maior necessidade de intervenção (MORENO 2005; SOR et. al 2008). Considerando-se as localidades de industrialização recente da Ásia e África, pode-se citar os seguintes casos de aplicação da metodologia na avaliação do potencial poluidor industrial: Índia (GAMPER-RABINDRANAND JHA, 2004), Cidade de Lagos - Sudeste da Nigéria (OKETOLA & OSIBANJO, 2007), Vietnam (JHA AND MANI, 2006), Ogun - Nigéria Ocidental (ODESANYA, B. O. et al., 2012), Ota - Sudoeste da Nigéria (ETIM, 2012), e República Democrática Popular de Lau (GMSENVIRONMNT OPERATIONS CENTER, 2016). Também são conhecidas aplicações do IPPS no continente norte americano a exemplo de um estudo que avaliou as transferências de poluição entre EUA, Canadá e México via transações comerciais (REINERT & ROLAND-HOLST, 2001). No continente Europeu, destaque-se o emprego do sistema na análise da poluição industrial da Letônia (LAPLANTE & SMITS, 1998).

No Brasil, o IPPS tem sido utilizado principalmente pelo IBGE, seus pesquisadores e colaboradores. No ano de 2000, o instituto aplicou o sistema para estimar a emissão de poluentes hídricos e atmosféricos por fontes industriais na Região Sudeste do país (GUIMARÃES E MORENO *apud* MORENO, 2000). No ano de 2002, o IBGE, em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, publicou o primeiro exemplar da “Pesquisa de Informações Básicas Municipais: Perfil dos Municípios Brasileiros” (única da série destinada ao tema “meio ambiente”), onde utiliza o IPPS para avaliar os níveis de poluição atmosférica, de origem industrial (conforme a CNAE), em um apanhado de 468 municípios brasileiros (IBGE, 2002). Em 2005, colaboradores do IBGE e do MMA ampliaram esta pesquisa, aplicando a metodologia na análise da poluição atmosférica, oriunda de fontes fixas, em 5.560 municípios brasileiros (BARCELLOS *et al.*, 2005). No ano de 2008, a Coordenadoria de Recursos Naturais e Estudos Ambientais do IBGE aplicou novamente o modelo para estimar o potencial poluidor do ar das indústrias do Estado do Rio de Janeiro (SOR *et al.*, 2008). Neste último trabalho, os autores destacam as seguintes potencialidades do sistema:



- 1) Aplicabilidade à maior parte do território nacional, permitindo a identificação das áreas críticas (“hot spots”) de poluição industrial;
- 2) Possibilita a inferência dos efeitos negativos da poluição industrial sobre a população em regiões onde não existem medições;
- 3) Pode ser utilizado por órgãos ambientais na priorização das ações, permitindo a racionalização de recursos;
- 4) Complementar a metodologia da FEEMA (atual Instituto Estadual do Ambiente - INEA), permitindo uma análise quali-quantitativa da poluição e auxiliando o processo de licenciamento ambiental;
- 5) Mensurar a poluição industrial, em casos em que se faça necessário instituir um instrumento econômico de cobrança (princípio poluidor pagador).

Neste sentido, Moreno (2005) acrescenta que:

A identificação das áreas e dos setores industriais com maior potencial poluidor pode, também, orientar na priorização das ações de controle de poluição, dando suporte aos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, às entidades industriais como a FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro – e a outras instituições que trabalham com a gestão ambiental.

Por último, cabe ressaltar dois trabalhos acadêmicos em que o IPPS é utilizado para avaliar o potencial poluidor do parque industrial do estado do Rio de Janeiro. No primeiro, são estimadas as emissões de poluentes para o ar, água e solo de um total de 21.168 unidades produtivas industriais localizadas no Estado (MORENO, 2005). No segundo, é projetada a carga de lançamento de DBO, STS, Tóxicos da Água e Metais Tóxicos da Água de 261 empreendimentos industriais localizados na Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba (COSTA; FERREIRA, 2010).

Desta forma, tendo em vista a significativa utilização do IPPS no Brasil, inclusive por parte de órgãos do governo, se propõe, por meio do presente trabalho, analisar as deficiências e limitações do sistema em casos nacionais de aplicação, bem como identificar oportunidades de adaptação e aprimoramento.

## **2. Metodologia**

A fim de avaliar o desempenho do IPPS no fornecimento de estimativas de potencial poluidor ao parque industrial brasileiro, selecionou-se, aleatoriamente, uma amostra de cinquenta indústrias de laticínios do estado de Minas Gerais, dentre às setenta e sete existentes

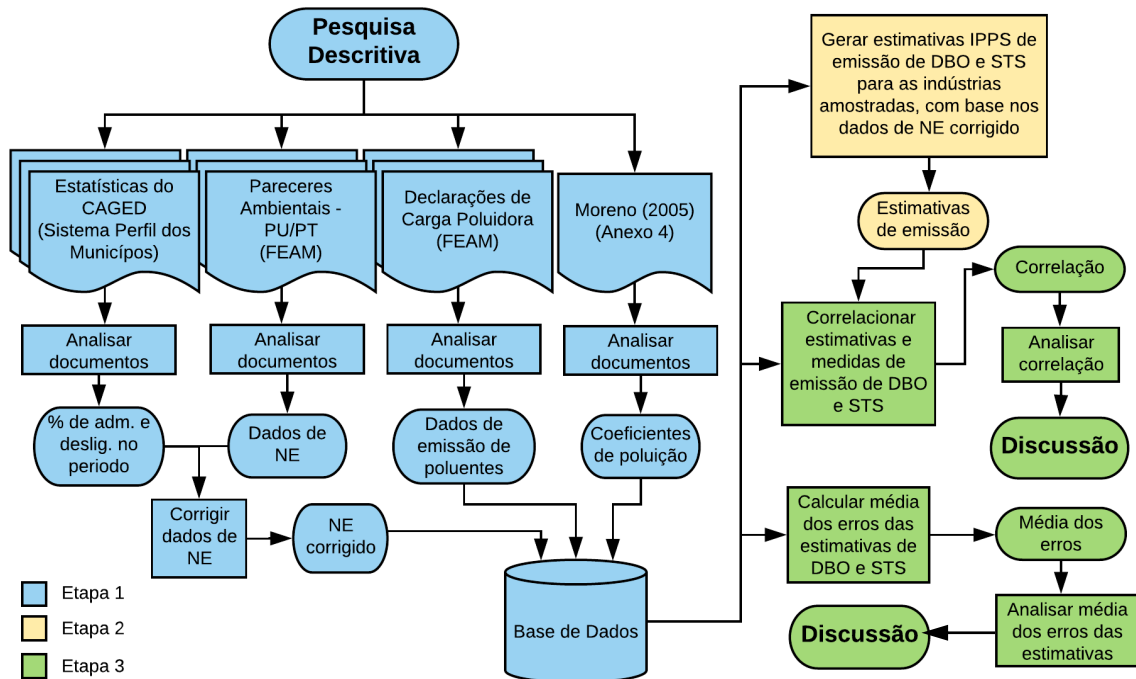


no banco de dados estadual. Em seguida, a partir dos coeficientes *lower bound* da metodologia, se gerou estimativas de emissão de DBO e STS para as unidades amostradas, sendo, tais resultados, posteriormente comparados às medidas reais de emissão de cada estabelecimento considerado.

O desenvolvimento do procedimento se deu em três fases, a saber: criação e tratamento da base de dados; aplicação do IPPS às unidades industriais da amostra; e, avaliação da confiabilidade dos resultados, como segue demonstrado no Quadro 1 e na Figura 1. Cumpre salientar que a primeira etapa, relativa à formação e ao tratamento da base de dados, foi realizada a partir de pesquisa descritiva e análise documental.

Atividade	Subatividade	Método
1. Criação e tratamento da base de dados.	1.1. Obter dados de emissão de DBO e STS das indústrias amostradas.	Triagem da planilha “2014” do programa de declaração de carga poluidora da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).
	1.2. Obter fatores IPPS de intensidade de emissão de DBO e STS.	Revisão da literatura – Hettige <i>et. al</i> , (1995) e Moreno (2005).
	1.3. Obter dados de Número de Empregados (NE) das indústrias amostradas.	Análise de pareceres ambientais da FEAM (PU e PT).
	1.3. Proceder à correção temporal dos dados de NE de cada indústria amostrada.	Aplicação de estatísticas do CAGED; Cálculo da variação percentual do número de empregados admitidos e desligados no período, considerando-se o município de localização e o subsetor de atuação da unidade industrial.
	1.4. Verificar a qualidade dos dados de NE.	Cálculo da correlação linear existente entre os dados de NE e de vazão de lançamento de efluentes das indústrias.
2. Aplicação da metodologia IPPS.	2.1. Gerar estimativas de emissão de DBO e STS para as indústrias amostradas.	Cálculo do produto dos fatores IPPS (DBO e STS) e o NE das indústrias.
3. Avaliação do desempenho do IPPS.	3.1. Verificar correlação existente entre estimativas IPPS e medidas reais de emissão.	Cálculo da correlação linear existente entre o rol de dados de NE e o rol de medidas de emissão.
	3.2. Verificar o erro das estimativas.	Calcular e analisar a média dos erros das estimativas.

**QUADRO 1:** Atividades, subatividades e métodos adotados para a execução do procedimento – OS AUTORES



**Figura 1:** Fluxograma - OS AUTORES

Para uma melhor compreensão do método, convém apresentar notas para os seguintes pontos: uso dos indicadores “DBO” e “STS” como “parâmetros teste”; adoção da modalidade industrial “laticínios”, como “atividade modelo” para a aplicação do IPPS; e, razão pela qual se optou por unidades industriais do estado de Minas Gerais na composição da amostra de empreendimentos.

Quanto à adoção da DBO e do STS como “parâmetros teste”, cabe ressaltar que estes são os principais indicadores globais de poluição hídrica abordados no IPPS, além de terem a tendência de apresentar resultados de melhor qualidade, haja vista o IPPS ser, sabidamente, mais preciso na avaliação da poluição hídrica, em detrimento à atmosférica. Segundo Gamper-Rabindranand Jha (2004), em trabalho destinado a analisar o potencial poluidor da Índia, observou-se forte correlação (87%) entre as estimativas de emissão de poluentes hídricos, geradas pelo modelo, e medidas reais fornecidas pelo *Central Pollution Control Board* (CPCB), do Ministério do Ambiente, Florestas e Mudanças Climáticas daquele país. Por outro lado, em relação à poluição atmosférica, verificou-se correlação moderada (46%).

No que respeita a escolha da indústria de laticínios como “atividade modelo” para a aplicação da metodologia, convencionou-se optar por uma tipologia industrial pertencente ao setor de alimentos, por ser este o mais hidroatensivo do país (ANA, 2013; ANA, 2017) e,



portanto, com maior potencial de geração e lançamento de resíduos líquidos industriais. Verificou-se que, dentre as modalidades desta indústria, o grupo “laticínios” possui o maior coeficiente IPPS de emissão de DBO e segundo maior de emissão de STS (parâmetros “teste”) (MORENO, 2005), sendo, por esse motivo, o mais indicado à realização do procedimento. Além disso, vale ressaltar que, com exceção da subdivisão nº 10.9 da CNAE 2.0 (Fabricação de outros produtos alimentícios), a indústria de laticínios, enquadrada no grupo CNAE nº 10.5, apresenta o maior quantitativo de Unidades Locais (ULs) da divisão de alimentos no Brasil e na Região Sudeste (exceto Espírito Santo) (BRASIL, 2015). Ou seja, é mais abundante em termos de pontos de despejo em relação aos demais seguimentos.

Por derradeiro, fez-se opção por utilizar exemplares da indústria de laticínios de Minas Gerais em razão do estado possuir um programa de declaração de carga poluidora, que dispõe de dados de emissão de poluentes hídricos de indústrias em operação (FEAM, 2018). O referido programa, iniciado em 2012 pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), órgão ambiental estadual de Minas, possui três planilhas (referentes aos anos de 2012, 2013 e 2014) com dados de carga poluidora e de vazão de lançamento de efluentes de empreendimentos industriais, potencial ou efetivamente poluidores, enquadrados nas classes de impacto “3”, “4”, “5” e “6”, conforme critérios definidos na Deliberação Normativa (DN) nº 74/2004, do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) do Estado. A existência deste banco de dados permite que as estimativas geradas a partir do IPPS sejam comparadas a valores reais de poluição, possibilitando a avaliação dos resultados do sistema, como almejado.

Ainda sobre o banco de dados estadual, cabe ressaltar que, a Deliberação Normativa Conjunta (DNC) do COPAM e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), do estado de Minas Gerais, Nº 01/2008, que torna obrigatória a declaração de carga poluidora por parte dos empreendedores mineiros, foi concebida à égide do artigo 46 da Resolução CONAMA nº 357/2005 (alterado pelo artigo 28 da Resolução CONAMA nº 430/2011), sendo, o estado de Minas, pioneiro na regulamentação de tal instrumento. Não se observa a existência de dispositivo similar nos demais entes federativos.

### **3. Aplicação da Metodologia IPPS às Unidades Industriais da Amostra**

Para promover a avaliação dos resultados do IPPS, faz-se necessário, em primeiro lugar, aplica-lo às unidades industriais selecionadas na amostra. Como já salientado, o modelo



gera projeções com base em uma “medida” da atividade industrial do empreendimento analisado, que pode ser expressa por meio das variáveis “Número de Empregados” (NE), “Valor de Produção” (VP) e “Valor Adicionado” (VA). No Brasil, o NE tem sido a variável de escolha, visto que não apresenta os mesmos inconvenientes dos indicadores monetários VP e VA, tais como necessidade de conversões e correções de valores, devido à inflação (SOR, *et. al*, 2008). Destaque-se que, o uso da variável NE, em detrimento às demais, em tese, não compromete os resultados da metodologia. De acordo com Hettige *et al.* (1995), no sistema IPPS, as estimativas obtidas a partir deste indicador possuem correlação de 98% com aquelas decorrentes do uso da variável monetária “VA”.

Desta forma, a fim de proceder à aplicação do sistema, fez-se necessário obter o NE das cinquenta indústrias de laticínios consideradas na amostra. Tendo em vista que as declarações de carga poluidora não contemplam este dado, recorreu-se a documentos disponíveis nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos, nomeadamente o “Parecer Único” (PU) e o “Parecer Técnico” (PT). Entretanto, ao se analisar os referidos pareceres, verificou-se que estes possuem datas diversas, anteriores ou posteriores a data das declarações de carga poluidora dos empreendimentos, que, por sua vez, são de dezembro de 2014.

O hiato observado entre as datas dos pareceres, que apresentam os dados de NE, e a data das declarações, que fornecem as emissões de DBO e STS, se impôs como um problema a ser solucionado, visto que, a flutuação do número de empregados das empresas no período poderia acarretar em estimativas pouco precisas. Em razão disso, fez-se necessário proceder à adequação dos dados de NE, encontrados nos PUs e PTs, projetando-os, por meio de um procedimento matemático, para o mesmo mês e ano das declarações ambientais, ou seja, dezembro de 2014.

A correção dos dados de NE se deu com base em estatísticas do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) do Ministério do Trabalho, em especial, do sistema “Perfil dos Municípios”, que fornece o valor percentual de admissões e desligamentos ocorridos nos município do país, por setor e subsetor da indústria, num determinado intervalo de tempo (BRASIL, 2016). Logo, a partir do percentual de admissões e desligamentos, ocorridos entre a data dos pareceres (PU ou PT) e a data das declarações ambientais (Dezembro de 2014), foi possível estabelecer a variação de número de empregados no

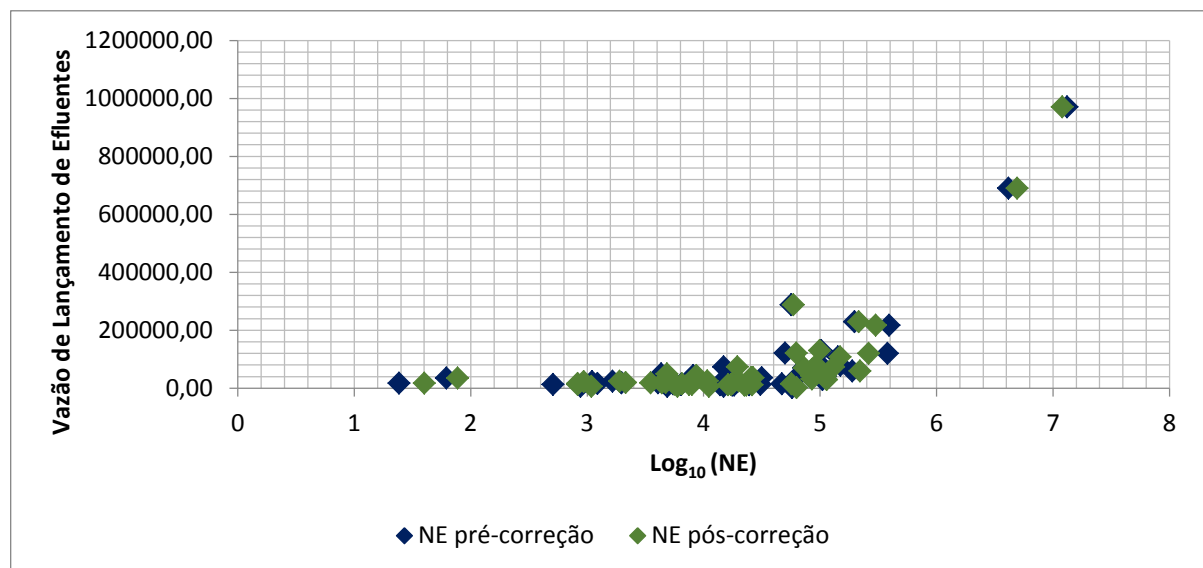
período, para cada unidade industrial da amostra, conforme o seu setor e subsetor econômico, e o município em que se localiza. A tabela 02 apresenta o rol de dados de NE pré-correção, na data do parecer (Data 1), e o rol de dados de NE pós-correção (em negrito), projetados na data das declarações ambientais (Data 2), além do procedimento de correção utilizado e demais informações relevantes.

Unid. Industrial	Município de Localização da Unidade	Data 1 (D1)	Data 2 (D2)	NE (D1)	Adm (%)	Desl. (%)	Adm. - Desl. (%)	NE (D2)	Vazão	Fonte de dados (Parecer Ambiental)
A	B	C	D	D	E	F	G	H	I	J
Unid. 1	Nazareno	jun/09	dez/14	81	51,13	48,87	2,26	<b>83</b>	914	PU N° 0172148/2014.
Unid. 2	São Vicente de Minas	mar/16	dez/14	154	54,88	45,12	9,76	<b>139</b>	5355	PU N° 1194007/2016
Unid. 3	Andrelândia	jun/10	dez/14	40	54,61	45,39	9,22	<b>44</b>	510	PU N° 0201868/2011
Unid. 4	São Vicente de Minas	ago/08	dez/14	63	55,71	44,29	11,42	<b>70</b>	1327	PU N° 530799/2008
Unid. 5	Lavras	fev/09	dez/14	50	51,43	48,57	2,86	<b>51</b>	3640	PU N° 021665/2009
Unid. 6	Lavras	out/07	dez/14	27	51,9	48,1	3,8	<b>28</b>	1560	PT GEDIN N° 101/2008
Unid. 7	São João d' Rei	fev/08	dez/14	45	53,55	46,45	7,1	<b>48</b>	1055	PU N° 558114/2008
Unid. 8	São João d' Rei	set/13	dez/14	107	54,34	45,66	8,68	<b>116</b>	1251	PU N° 0039331/2014
Unid. 9	São João d' Rei	nov/17	dez/14	65	55,99	44,01	11,98	<b>57</b>	508	PU N° 1328327/2017
Unid. 10	Ritápolis	ago/08	dez/14	4	62,16	37,84	24,32	<b>5</b>	1404,9	PU N°. 529277/2008
Unid. 11	Serrania	out/10	dez/14	71	54,73	45,27	9,46	<b>78</b>	900	PU N° 692183/2010
Unid. 12	Três Pontas	mar/13	dez/14	37	51,67	48,33	3,34	<b>38</b>	1512	PU N° 0404875/2013
Unid. 13	Campanha	fev/09	dez/14	42	54,13	45,87	8,26	<b>45</b>	1260	PU N° 440081/2009.
Unid. 14	Cruzília	fev/14	dez/14	89	38,89	61,11	-22,22	<b>69</b>	1055	PU N° 0790042/2014
Unid. 15	Cambuí	mai/09	dez/14	63	53,51	46,49	7,02	<b>67</b>	960	PU N° 668433/2009
Unid. 16	Santa Rita do Sapucaí	out/15	dez/14	90	53,57	46,43	7,14	<b>84</b>	2962,22	PU N° 993820/2016
Unid. 17	Alpinópolis	jul/09	dez/14	22	42,14	57,86	-15,72	<b>19</b>	1340	PU N° 404653/2009
Unid. 18	São Sebastião do Paraíso	jul/10	dez/14	42	47,06	52,94	-5,88	<b>40</b>	1560	PU N° 0083480/2011
Unid. 19	Passos	mar/12	dez/14	70	40,35	59,65	-19,3	<b>56</b>	2073,6	PU N° 1947398/2013
Unid. 20	São Sebastião do Paraíso	jan/09	dez/14	177	40,63	59,37	-18,74	<b>144</b>	6612	PU N°. 916231/2009
Unid. 21	Itapagipe	abr/07	dez/14	129	50,31	49,69	0,62	<b>130</b>	5800	PT GEDIN N° 86/2008
Unid. 22	Sacramento	fev/07	dez/14	116	50,96	49,04	1,92	<b>118</b>	24000	PT GEDIN n°233/2008
Unid. 23	Itapagipe	jun/10	dez/14	21	46,57	53,43	-6,86	<b>20</b>	1850,4	PU N° 5635/2011
Unid. 24	Águas Formosas	ago/11	dez/14	65	56,15	43,85	12,3	<b>73</b>	6075	PU N° 0736611/2015
Unid. 25	Lagoa da Prata	mar/08	dez/14	70	48,09	51,91	-3,82	<b>82</b>	3000	PT GEDIN N° 115/2009
Unid. 26	Carlos Chagas	mai/09	dez/14	70	58,75	41,25	17,5	<b>79</b>	816	PU N° 0855882/2013
Unid. 27	Extrema	jun/12	dez/14	15	56,39	43,61	12,78	<b>19</b>	1080	PU N° 129890/2011
Unid. 28	Iraí de Minas	abr/09	dez/14	45	61,83	38,17	23,66	<b>49</b>	1002	PU N° 379182/2009
Unid. 29	Patos de Minas	jul/09	dez/14	152	54,96	45,04	9,92	<b>167</b>	6086,16	PU N° 277899/2009
Unid. 30	Patos de Minas	dez/08	dez/14	196	54,96	45,04	9,92	<b>209</b>	4922	PU N°. 764829/2008
Unid. 31	Coromandel	out/08	dez/14	6	53,37	46,63	6,74	<b>7</b>	2891,45	PU N° 453195/2007
Unid. 32	Patos de Minas	abr/07	dez/14	269	55,08	44,92	10,16	<b>240</b>	18092,8	PU N° 223848/2009
Unid. 33	Ibiá	out/08	dez/14	27	44,54	55,46	-10,92	<b>35</b>	1503,48	PU N° 0029609/2016
Unid. 34	Ibiá	out/15	dez/14	150	35,67	64,33	-28,66	<b>148</b>	10800	PU N° 0360543/2016
Unid. 35	Araxá	abr/16	dez/14	200	50,6	49,4	1,2	<b>207</b>	19066,2	PT GEDIN N° 312/2007
Unid. 36	Ituiutaba	nov/07	dez/14	135	51,76	48,24	3,52	<b>138</b>	3525	PU N° 679002/2009
Unid. 37	Ituiutaba	jun/09	dez/14	1238	51,21	48,79	2,42	<b>1191</b>	80863,8	PU N° 678740/2010
Unid. 38	Sete Lagoas	set/10	dez/14	750	53,85	46,15	7,7	<b>808</b>	57496,9	PU N° 053/2011
Unid. 39	Tabuleiro	abr/11	dez/14	40	53,14	46,86	6,28	<b>43</b>	1095	PU N° 0333313/2011
Unid. 40	Santa Vitória	out/14	dez/14	82	45,03	54,97	-9,94	<b>74</b>	2080	PU N° 03365115/2015
Unid. 41	Andrelândia	ago/11	dez/14	25	53,19	46,81	6,38	<b>27</b>	1963,5	PU N° 0660245/2011

Unid. 42	Madre de Deus de Minas	abr/10	dez/14	19	54,84	45,16	9,68	<b>21</b>	454	PU N° 0269501/2010
Unid. 43	São Domingos do Prata	dez/09	dez/14	38	52,58	47,42	5,16	<b>40</b>	4120	PU N° 805438/2010
Unid. 44	Patrocínio do Muriaé	nov/09	dez/14	120	57,72	42,28	15,44	<b>139</b>	2650	PU N° 716735/2009
Unid. 45	Juiz de Fora	jul/14	dez/14	156	49,79	50,21	-0,42	<b>155</b>	3305	PU N° 0902572/2014
Unid. 46	Pará de Minas	fev/10	dez/14	152	51,79	48,21	3,58	<b>157</b>	2400	PU N° 040045/2011
Unid. 47	Montes Claros	nov/09	dez/14	173	50,97	49,03	1,94	<b>176</b>	9000	PU N° 82/2011
Unid. 48	Mutum	ago/07	dez/14	110	55,12	44,88	10,24	<b>121</b>	10047,5	PU N° 430541/2007
Unid. 49	Paula Cândido	mai/13	dez/14	117	51,92	48,08	3,84	<b>121</b>	115,06	PU N° 0493331/2014
Unid. 50	Resplendor	jul/12	dez/14	265	42,57	57,43	14,86	<b>226</b>	9999,99	PU N° 1016720/2014

**TABELA 1:** Procedimento de correção dos dados de número de empregados – OS AUTORES

Optou-se por incluir, na tabela 01, o dado de vazão de lançamento de efluentes das unidades industriais que, muito embora não esteja contemplado entre os parâmetros “teste” do experimento, pôde ser utilizado como “controle” na verificação da qualidade dos dados de NE, por serem ambos diretamente proporcionais. Neste sentido, estabeleceu-se a correlação linear existente entre o rol de dados de vazão e ambos os rols de dados de NE, pré e pós-correção, sendo obtidos os seguintes percentuais: 95% de correlação entre o rol de vazão e de NE original e 96% de correlação entre o rol de vazão e de NE corrigido.



**FIGURA 2:** Dispersão espacial dos dados de NE pré e pós-correção – OS AUTORES

Desta maneira, conclui-se que a análise das correlações observadas entre as medidas de vazão (parâmetro “controle”) e os valores de NE, antes e depois do procedimento de correção, indica aumento da precisão dos dados em, pelo menos, um ponto percentual.

Além do NE, outros fatores a serem consideradas para o sucesso da aplicação do IPPS decorrem do sistema de codificação adotada na construção da metodologia. Como o modelo





foi desenvolvido a partir de dados da Agência Ambiental Americana (EPA) e do Censo Industrial Americano (US. *Manufacturing Census*), os coeficientes de intensidade de emissão de poluentes, disponíveis em Hettige *et. al.*, (1995), estão, originalmente, relacionados a códigos da *Standard Industrial Classification* (ISIC – revisão II). Sendo assim, para viabilizar o seu uso na projeção da poluição industrial de empreendimentos nacionais, torna-se necessária à equiparação dos códigos ISIC aos códigos da CNAE (1.0 ou 2.0). Entretanto, tal compatibilização não será feita aqui, visto que já foi realizada com sucesso em Moreno (2005) (anexo 4), de onde se obteve os coeficientes IPPS relativos à atividade de “laticínios”, utilizados neste trabalho.

Na planilha do ano de 2014 do programa de declarações de carga poluidora da FEAM, verificou-se a existência de setenta e sete unidades industriais enquadradas no código D-01-06-6 que, de acordo com a DN COPAM nº 74/2004, corresponde à tipologia “preparação do leite e fabricação de produtos de laticínios”. O referido código FEAM é equivalente ao grupo 15.4, da CNAE 1.0, e 10.5, da CNAE 2.0, ambos referentes à atividade intitulada “laticínios”, que congrega as subatividades “preparação do leite” e “fabricação de laticínios”. Em Moreno (2005), verifica-se que, o código 15.4 (CNAE 1.0) é compatível com o código ISIC 3112, que, por sua vez, está relacionado aos coeficientes IPPS de intensidade de emissão de DBO e STS, a saber: 2.556.410,99 libras por 1000 empregados ao ano (DBO) e 368.217,14 libras por 1000 empregados ao ano (STS).

Desta forma, para a geração de estimativas de emissão de DBO e STS basta que se obtenha, de forma direta, o produto de tais fatores pelo NE das unidades industriais consideradas, conforme equação 1. Destaque-se que, como os coeficientes IPPS foram construídos para expressar os resultados em termos de libras por 1000 empregados ao ano, faz-se necessário dividi-los por 1000.

$$\text{Estimativa de Emissão (DBO ou STS)} = \frac{FIEP \text{ (DBO ou STS)}}{1000} \times NE \quad (1),$$

Onde: *FIEP* representa o Fator de Intensidade de Emissão do Poluente e *NE* o Número de Empregados da Indústria.

Cabe ressaltar que, das setenta e sete indústrias de laticínios identificadas no banco de dados, separou-se, aleatoriamente, uma amostra de cinquenta unidades, para as quais foram



geradas as estimativas. Os resultados são os apresentados na tabela 02, lado a lado às medidas reais de lançamento de DBO e STS dos empreendimentos amostrados.

Unidades Industriais da Amostra	NE	Projeções IPPS de Emissão de DBO (Lb/ano)	Projeções IPPS de Emissão de STS (Lb/ano)	Projeções IPPS de Emissão de DBO (kg/ano)	Projeções IPPS de Emissão de STS (kg/ano)	Mediadas Reais de Emissão de DBO (kg/ano)	Mediadas Reais de Emissão de STS (kg/ano)	Erro de DBO (DBO real - DBO projetado)	Erro de STS (STS real - STS projetado)
Unid. 1	83	211749,06	30499,65	96047,68	13834,40	573,12	796,92	-95474,56	-13037,48
Unid. 2	139	355264,44	51171,14	161145,11	23210,82	3811,32	3405,84	-157333,79	-19804,98
Unid. 3	44	111684,48	16086,67	50659,19	7296,79	119,28	243,24	-50539,91	-7053,55
Unid. 4	70	179446,25	25846,85	81395,38	11723,93	388,68	536,52	-81006,70	-11187,41
Unid. 5	51	131476,22	18937,41	59636,56	8589,86	5906,88	436,8	-53729,68	-8153,06
Unid. 6	28	71645,97	10319,65	32498,04	4680,91	440,28	676,32	-32057,76	-4004,59
Unid. 7	48	123206,23	17746,23	55885,36	8049,55	740,64	991,68	-55144,72	-7057,87
Unid. 8	116	297278,90	42819,09	134843,33	19422,40	364,08	394,08	-134479,25	-19028,32
Unid. 9	57	146252,27	21065,70	66338,86	9555,23	134,16	365,76	-66204,70	-9189,47
Unid. 10	5	12712,52	1831,07	5766,30	830,56	2906,40	1685,88	-2859,90	855,32
Unid. 11	78	198675,57	28616,58	90117,65	12980,25	261,00	169,2	-89856,65	-12811,05
Unid. 12	38	97746,42	14079,08	44336,99	6386,16	622,32	654,96	-43714,67	-5731,20
Unid. 13	45	116237,96	16742,54	52724,61	7594,28	1561,20	1367,04	-51163,41	-6227,24
Unid. 14	69	176965,51	25489,54	80270,14	11561,85	523,20	881,88	-79746,94	-10679,97
Unid. 15	67	172359,88	24826,16	78181,06	11260,95	6597,84	1075,68	-71583,22	-10185,27
Unid. 16	84	213639,27	30771,91	96905,06	13957,89	5509,32	3955,56	-91395,74	-10002,33
Unid. 17	19	47399,95	6827,33	21500,24	3096,82	115,80	160,8	-21384,44	-2936,02
Unid. 18	40	101055,95	14555,77	45838,17	6602,38	217,68	220,32	-45620,49	-6382,06
Unid. 19	56	144411,66	20800,59	65503,97	9434,98	1450,68	1899,84	-64053,29	-7535,14
Unid. 20	144	367689,10	52960,74	166780,84	24022,57	1206,00	3451,44	-165574,84	-20571,13
Unid. 21	130	331821,64	47794,51	150511,64	21679,21	626,40	570,72	-149885,24	-21108,49
Unid. 22	118	302237,31	43533,28	137092,43	19746,35	14604,48	0	-122487,95	-19746,35
Unid. 23	20	50001,87	7202,11	22680,45	3266,82	736,08	759,36	-21944,37	-2507,46
Unid. 24	73	186605,22	26878,01	84642,64	12191,65	2172,48	707,16	-82470,16	-11484,49
Unid. 25	82	210264,80	30285,86	95374,43	13737,42	1310,40	2592	-94064,03	-11145,42
Unid. 26	79	201818,42	29069,27	91543,22	13185,59	438,24	737,64	-91104,98	-12447,95
Unid. 27	19	47418,87	6830,06	21508,82	3098,06	2600,40	2265,12	-18908,42	-832,94
Unid. 28	49	126450,31	18213,49	57356,85	8261,49	1262,52	1076,16	-56094,33	-7185,33
Unid. 29	167	427121,06	61521,13	193738,69	27905,49	3383,04	4627,68	-190355,65	-23277,81
Unid. 30	209	534827,77	77034,86	242593,60	34942,39	476,64	0	-242116,96	-34942,39
Unid. 31	7	16896,85	2433,77	7664,28	1103,94	1464,96	91,92	-6199,32	-1012,02
Unid. 32	240	612580,49	88234,11	277861,61	40022,28	6778,32	2822,52	-271083,29	-37199,76
Unid. 33	35	88809,72	12791,86	40283,38	5802,29	2331,48	461,52	-37951,90	-5340,77
Unid. 34	148	378860,11	54569,78	171847,91	24752,42	24261,12	15461,28	-147586,79	-9291,14
Unid. 35	207	529279,33	76235,68	240076,87	34579,89	8081,04	7303,08	-231995,83	-27276,81
Unid. 36	138	353467,28	50912,28	160329,93	23093,40	22376,64	1658,16	-137953,29	-21435,24
Unid. 37	119 1	3043940,04	438439,24	1380706,85	198872,53	165146,04	72673,44	-	-126199,09
Unid. 38	808	2064940,98	297427,39	936640,71	134910,69	11594,40	21165,48	-925046,31	-113745,21
Unid. 39	43	108678,14	15653,65	49295,54	7100,37	0,00	1077,48	-49295,54	-6022,89
Unid. 40	74	188788,91	27192,54	85633,14	12334,32	9984,00	748,8	-75649,14	-11585,52
Unid. 41	27	67987,75	9792,73	30838,70	4441,91	2527,08	1393,68	-28311,62	-3048,23
Unid. 42	21	53273,56	7673,35	24164,46	3480,57	200,64	226,92	-23963,82	-3253,65
Unid. 43	40	102156,23	14714,25	46337,25	6674,27	1389,24	474,6	-44948,01	-6199,67
Unid. 44	139	354134,50	51008,38	160632,58	23136,99	2226,00	0	-158406,58	-23136,99
Unid. 45	155	397125,15	57200,62	180132,79	25945,74	15348,48	1284,24	-164784,31	-24661,50
Unid. 46	157	402485,44	57972,70	182564,17	26295,95	1953,48	2047,08	-180610,69	-24248,87



Unid. 47	176	450838,93	64937,38	204496,93	29455,07	3240,00	1620	-201256,93	-27835,07
Unid. 48	121	310000,62	44651,48	140613,80	20253,56	12278,04	3717,6	-128335,76	-16535,96
Unid. 49	121	310585,53	44735,73	140879,11	20291,77	925,08	1393,2	-139954,03	-18898,57
Unid. 50	226	576780,00	83077,52	261622,80	37683,30	40862,40	2796	-220760,40	-34887,30
<b>Média dos Erros das Estimativas de DBO e STS</b>								<b>138240,22</b>	<b>17544,31</b>

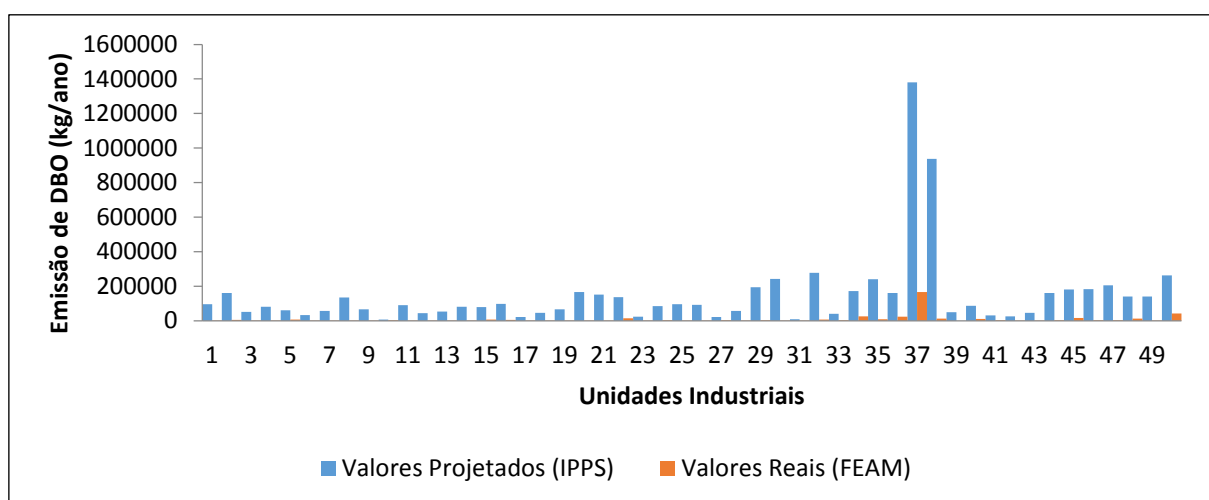
**TABELA 2:** Geração de estimativas de emissão de DBO e STS para as unidades industriais da amostra e apresentação de respectivas medidas reais de lançamento e de margens de erro – OS AUTORES

As projeções de DBO e STS foram convertidas de libras/ano para quilogramas/ano a fim de que se pudesse compará-las aos valores reais de emissão.

#### 4. Avaliação da Confiabilidade dos Resultados da Metodologia IPPS

Com o objetivo de avaliar os resultados obtidos, procedeu-se, inicialmente, a verificação da correlação estatística existente entre as medidas reais de emissão de poluentes dos empreendimentos analisados e as respectivas estimativas produzidas a partir do IPPS. Os valores de correlação observados foram de 82% (DBO real x DBO projetada) e 91% (STS real x STS projetado).

Entretanto, apesar do elevado grau de correlação verificado, constata-se considerável disparidade entre os lançamentos efetivos da indústria e as estimativas geradas pelo Sistema, sobretudo em relação a DBO. Considerando-se os cinquenta empreendimentos da amostra, observou-se um erro médio de 139 t/ano para DBO e 18 t/ano para STS. Na sequência, as figuras 3 e 4 representam a distancia existente entre as projeções produzidas e os parâmetros verdadeiros de poluição.



**FIGURA 3:** Valores reais e projetados de emissão de DBO – OS AUTORES



**FIGURA 4:** Valores reais e projetados de emissão de STS – OS AUTORES

O hiato observado entre as estimativas de emissão de DBO e STS, fornecidas pelo IPPS para as unidades industriais consideradas no experimento, e as medidas reais de lançamento de tais empreendimentos, pode ser atribuído às já conhecidas limitações da metodologia, elencadas por Moreno (2005), a saber:

- 7) o resultado do potencial de poluição, fornecido pela metodologia IPPS, é teórico, não representando a efetiva poluição da indústria;
- 8) o uso de fatores de emissão baseados em dados econômicos e ambientais da indústria americana pode interferir na exatidão da estimativa;
- 9) a medida de poluição a partir do número de empregados pode ser criticada, por não considerar a inovação tecnológica, o processo industrial, as matérias-primas, a terceirização e a automação dos processos (que implicam na redução do número de empregados).
- 10) os fatores de intensidade de poluição *lower bound* (LB) subestimam a verdadeira poluição industrial;
- 11) os fatores de intensidade de emissão são baseados na poluição remanescente, e nem todas as indústrias brasileiras têm controle de poluição;
- 12) não há fator de intensidade de poluição IPPS para as indústrias extrativas, as de produção de álcool e as termelétricas.

Observe-se que, das seis deficiências apontadas pela autora, três se referem às diferenças estruturais existentes entre as indústrias, brasileira e norte americana, já que o IPPS foi desenvolvido a partir de dados da Agência Ambiental Americana (EPA) e do Censo Industrial Americano. Também deve ser considerado o fator “avanço tecnológico” que culminou no aperfeiçoamento das técnicas de produção e dos sistemas de tratamento de resíduos, tendo em vista que a metodologia utiliza dados da década de 1980, que permanecem sem atualização.

A imprecisão dos resultados também pode ser explicada pelo fato dos dados de NE, utilizado no procedimento, contemplarem, possivelmente, a mão-de-obra terceirizada das



indústrias, ao passo que, os fatores IPPS foram construídos considerando-se apenas o número ordinário de empregados. Esta suposição está baseada na definição de “Número de Empregados” para efeitos do processo de licenciamento ambiental, fornecida pela DN COPAM nº 74/2004, a saber: Número de Empregados é o número total de pessoas que trabalham no empreendimento, seja nas atividades de produção, seja nas atividades administrativas ou de suporte, incluídas as contratações de qualquer natureza cujo objeto seja a prestação não eventual de serviços.

Visando a superação das deficiências da metodologia e sua adequação à realidade nacional, Sor. *et. al.*, (2008), afirma que:

A construção de fatores de emissão nacionais e a inclusão de algumas tipologias industriais (mineral extrativa, álcoolquímica, etc.) traria uma significativa melhoria das estimativas de potencial poluidor da metodologia IPPS, criando um modelo mais adequado para estudos e diagnósticos rápidos da poluição ambiental associado ao parque industrial brasileiro.

Moreno (2005) sugere que tais fatores de intensidade de emissão sejam desenvolvidos a partir de informações fornecidas por agências ambientais brasileiras.

## **5. Conclusões e Trabalhos Futuros**

Para que se possa estabelecer um melhor juízo a cerca da confiabilidade das estimativas produzidas pelo IPPS, torna-se imprescindível a avaliação dos resultados da metodologia a partir de um número maior de tipologias industriais. Todavia, considerando-se as análises apresentadas e tendo em vista a necessidade de se gerar projeções mais adequadas à avaliação da poluição ambiental relacionada à indústria brasileira, se propõe adaptar a metodologia, dotando-a de fatores nacionais de intensidade de emissão de poluentes, construídos com base em dados oriundos de indústrias operacionais no país.

Tal aprimoramento daria origem a um modelo nacional de avaliação da poluição industrial que traria aos órgãos ambientais, a partir do número de empregados das empresas, o prévio conhecimento do leque de poluentes característicos das diferentes modalidades industriais. Essa inovação possibilitaria um maior aporte de informações no planejamento de ações de fiscalização, tornando-as mais seletivas e direcionadas a empreendimentos que de fato possuem potencial poluidor significativo, além de facilitar a tomada de decisão na definição de sistemas de prevenção e tratamento de emissões, no licenciamento ambiental. Também permitiria a formulação de inventários contendo dados quali-quantitativos de



poluição industrial em áreas geográficas e outros estudos necessários ao desenvolvimento de políticas públicas e estratégias na área ambiental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **CNARH – Água da Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos**. Brasília: Ana, 2017. 37 p.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2013**. Brasília: Ana, 2013.

BARCELLOS, Frederico Cavadas et al. **POLUIÇÃO DO AR POR FONTES FIXAS NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**. In: VI ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 6., 2005, Brasília. **Anais...**. Brasília: Economia Ecológica, 2005. p. 01 - 20.

BRASIL. Cadastro Geral de Empregados e Desempregados. Ministério do Trabalho (Ed.). **Perfil dos Municípios**. 2016. Disponível em: <[http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged\\_perfil\\_municipio/index.php](http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_perfil_municipio/index.php)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

BRASIL. Pesquisa Industrial Anual - Empresa. Instituto de Geografia e Estatística (Org.). **Tabela 1848: Dados gerais das unidades locais industriais de empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas, por Unidade da Federação, segundo as divisões e os grupos de atividades (CNAE 2.0) - Brasil, Sul e Sudeste (exceto Espírito Santo)**. 2015.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, 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**. Brasília, DF.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe Sobre As Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, Complementa e Altera A Resolução no 357, de 17 de Março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-conama**. Brasília, DF.

COSTA, Lilian Calazans; FERREIRA, Aldo Pacheco. **Aplicação do sistema de projeção de poluição industrial (Modelo IPPS): Estudo de caso – Bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2010.

ETIM, Effiong Ukorebi. Estimation of pollution load from an industrial estate, south-western Nigeria. **African Journal Of Environmental Science And Technology**, [s.l.], v. 6, n. 2, p.125-129, fev. 2012. Academic Journals.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Minas Gerais.). **Declaração de Carga Poluidora**. 2018.

GAMPER-RABINDRAN, Shanti and JHA, Shreyasi. Environmental Impact of India's Trade Liberalization (June 2004). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=574161>.



GEBARA, Sâmya Soler; RÉ-POPPI, Nilva; NASCIMENTO, André Luiz Carneiro Soares do. MÉTODOS PARA ANÁLISES DE HPA E BTEX EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE POSTOS DE REVENDA DE COMBUSTÍVEIS: UM ESTUDO DE CASO EM CAMPO GRANDE, MS, BRASIL. **Química Nova**, Campo Grande, v. 36, n. 7, p.1030-1037, maio 2013.

GMS ENVIRONMENT OPERATIONS CENTER (Tailândia) (Ed.). **GMS Core Environment Program: Estimating Industrial Pollution in Lao PDR - Final Report**. Bangkok: Gms, 2016. 45 p.

HETTIGE, H.; MARTIN, P.; SINGH, M.; WHEELER, D. **The industrial Pollution Projection System**. Policy Research Department, Policy Research Working Paper, 1431. The World Bank, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Pesquisa de Informação Básica dos Municípios - Perfil dos municípios brasileiros: Meio Ambiente**. Brasília: Ibge, 2002. 382 p.

JHA, Shreyasi and MANI, Muthukumara. Trade Liberalization and the Environment in Vietnam (April 13, 2006). **World Bank Policy Research Working Paper No. 3879**.

LAPLANTE, B.; SMITS K., 1998. *Estimating Industrial Pollution in Latvia*. Development Research Department, The World Bank, Washington, D. C. Disponível

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de abril de 2008. **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**.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 05, de 22 de dezembro de 1994. **Dispõe Sobre O Enquadramento Classificar do Córrego Mingú, Afluente da Margem Direita do Rio das Velhas**. Minas Gerais, MG.

MINAS GERAIS (Estado). Deliberação Normativa Copam nº 74, de 09 de setembro de 2004. **Estabelece Critérios Para Classificação, Segundo O Porte e Potencial Poluidor, de Empreendimentos e Atividades Modificadoras do Meio Ambiente Passíveis de Autorização Ambiental de Funcionamento Ou de Licenciamento Ambiental no Nível Estadual, Determina Normas Para Indenização dos Custos de Análise de Pedidos de Autorização Ambiental e de Licenciamento Ambiental, e Dá Outras Providências**. Minas Gerais, MG. Minas Gerais, MG.

MORENO, Rosane de Andrade Memoria. **Estimativa de potencial poluidor da indústria: o caso do rio de janeiro**. 2005. 165 f. Tese (Mestrado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ODESANYA, B. O. et al. Use Of Industrial Pollution Projection System (Ipps) To Estimate Pollution Load By Sector In Two Industrial Estates In OgunState, Western Nigeria. **International Journal of Scientific & Engineering**, v. 3, n. 10, Oct. 2012. Research.



OKETOLA, A.a.; OSIBANJO, O..Estimating sectoral pollution load in Lagos by Industrial Pollution Projection System (IPPS). **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 377, n. 2-3, p.125-141, maio 2007. Elsevier BV.

REINERT, Kenneth A.; ROLAND-HOLST, David W.. Industrial Pollution Linkages in North America: A Linear Analysis. **Economic Systems Research**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.197-208, jun. 2001.Informa UK.

SOR, José Luiz *et al.* **Relatório Piloto com Aplicação da Metodologia IPPS ao Estado do Rio de Janeiro: Uma Estimativa do Potencial de Poluição Industrial do Ar.** Rio de Janeiro: Ibge, 2008. 50 p.