

ATLAS DE TERRITÓRIOS BRASILEIROS PARA PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS



**ATLAS DE TERRITÓRIOS
BRASILEIROS PARA PARCERIAS
PÚBLICO-PRIVADAS DE MANEJO
DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

FICHA TÉCNICA

IPGC – Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades
(31) 3582 3309 • contato@ipgc.com.br
Rua Pernambuco, 60 / 13º andar • Centro
35500-008 • Divinópolis• Minas Gerais • Brasil

Diretor-Presidente:

Leonardo Luiz dos Santos

Vice-Presidente:

André Almeida

Idealização e Coordenação Geral

Leonardo Luiz dos Santos

Produção

Assessoria de Comunicação - IPGC

Rodolfo Medina

Bruno Goulart

ASSPLAG - Assessoria de Planejamento e Gestão

Daniel Vilaça e Bruna Galinari

Assessoria de Educação

Naiara Azevedo

Núcleo de Dados e Informações - IPGC

João Pedro Levenhagen

Direção de Arte

Elson Barreto (Netty) Assunção

Projeto Gráfico e Diagramação

Elson Barreto (Netty) Assunção

Redação e Revisão Geral

Paulo Vitor Souza e Letícia Mendes

Produção do Estudo Técnico

João Pedro Levenhagen, Míriam de Fátima Soares e Daniela Domingos

Normalização técnica

Bruno Gabriel Santos Carvalho, Evelyn Leite Lemos

Colaboração

Daniel Vilaça, Marina Alves Oliveira, Luiz Felipe Sampaio Miranda, Equipe Técnica de Projetos de Resíduos Sólidos do IPGC

Autores convidados

Antônio Anastasia, João Paulo Barros, Leonardo Santos

Agradecimentos especiais

A toda equipe do Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades por todo o trabalho e vontade de mudar o Brasil.

Ao Vice-Presidente da República, Geraldo Alckmin.

Ao Ministro do Tribunal de Contas da União, Antônio Anastasia.

Ao Ministro da Integração e do Desenvolvimento Regional – MIDR, Antônio Waldez G.es da Silva

Ao Ministro das Cidades – MCID, Jader Barbalho Filho.

A Ministra do Meio Ambiente – MMA, Marina Silva

Ao Secretário Nacional de Fundos e Instrumentos Financeiros – SNFI, Eduardo Corrêa Tavares.

Ao Secretário Nacional de Saneamento Ambiental – Leonardo Picciani

Ao Secretário Nacional de Meio Ambiente e Qualidade Ambiental – Adalberto Felício Maluf

Ao Secretário Nacional do Programa de Parcerias e Investimentos – PPI, Marcus Cavalcante

A Diretora Presidente da Agência Nacional de Águas e Saneamento – Verônica Sánchez

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)	
Atlas de territórios brasileiros para parcerias público-privadas de manejo de resíduos sólidos [livro eletrônico]. -- 1. ed. -- Belo Horizonte, MG : IPGC, 2024. PDF	
Vários autores. Bibliografia. ISBN 978-65-983785-2-3	
1. Atlas brasileiro 2. Brasil - Política Nacional de Resíduos Sólidos 3. Parceria público-privada (PPP) 4. Resíduos sólidos - Administração.	
24-237854	CDD-352.16
Índices para catálogo sistemático:	
1. Resíduos sólidos urbanos : Problemas ambientais : Administração pública	352.16
Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380	

ATLAS DE TERRITÓRIOS
BRASILEIROS PARA PARCERIAS
PÚBLICO-PRIVADAS DE MANEJO
DE RESÍDUOS SÓLIDOS





“Inteligência na gestão de cidades
é a capacidade de harmonizar
inovação, tecnologia e empatia para
criar comunidades mais resilientes,
sustentáveis e inclusivas.”

Leo Santos

SUMÁRIO

O Século das Cidades	17
Fortalecimento do Pacto Federativo: apoio do Governo do Brasil na agenda municipalista de RSU	18
Transformações que vêm da prática da cidadania	22
Uma contribuição para o Brasil	24
Inteligência para inovação	26
Nós somos o IPGC - Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades.....	30
Brasil Inteligente	32
Programa Nacional de Parcerias	34
Escritório de Relações Institucionais Parcerias Público Privadas	37
P5 - Programa de Educação Permanente de Parcerias Público Privadas...	38
CePID - Centro de Pesquisa Inovação e Desenvolvimento.....	42
FUNEPICE - Fundo de Estruturação de Parcerias e Investimentos para Cidades e Estados.....	44
Fábrica de Parcerias.....	46
Verificador Independente.....	48
Do Local ao Regional: O Papel do CONCIT na Transformação Urbana.....	50
Infraestrutura no Brasil	52
O Brasil que temos.....	54
O Brasil que queremos	60
Projetando o Brasil de amanhã	62
Educar para fazer Parcerias	66
Por que o caminho das Parcerias?	68
A economia de escopo a serviço dos governos e da população	73
Da Sociedade Civil à Política Nacional: A Regionalização como Estratégia para o Saneamento e a Sustentabilidade	74
Importância e atribuições dos órgãos de controle externos na fiscalização da eficiência no gasto público.....	80
Modelo 5 Dimensões	84

Relatório de Pré-Viabilidade e Arranjos Inteligentes de Consórcios Municipais para Implementação pe um Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos	88
Arranjos Inteligentes por estado.....	150
Acre	152
Alagoas	158
Amapá	166
Amazonas	170
Bahia.....	184
Ceará	224
Espírito Santo.....	248
Goiás.....	256
Maranhão.....	276
Mato Grosso	300
Mato Grosso do Sul.....	314
Minas Gerais	324
Pará.....	376
Paraíba	400
Paraná	416
Pernambuco.....	438
Piauí	444
Rio de Janeiro.....	462
Rio Grande do Norte.....	468
Rio Grande do Sul	482
Rorondonia	504
Roraima	510
São Paulo.....	516
Sergipe.....	546
Tocantins	554

LISTA DE ABREVIACÕES

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

AS – Aterro sanitário

CAPEX – Capital expenditure ou despesa de capital

CF – Constituição Federal

CNORP – Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTDF – Complexo de tratamento e disposição final

CTF/AIDA – Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental

CTF/APP – Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais

CV – Cavalo-vapor

D – Diâmetro

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EC – Emenda Constitucional

EPI – Equipamento de proteção individual

ETC – Estação de tratamento de chorume

Favorecicle – Fundo de Apoio para Ações Voltadas à Reciclagem

FEAM-MG – Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais

hab – N° de habitantes

H – Altura

ha – hectare (10.000 m²)

h/dia – Horas por dia

HP – Horsepower

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBRAOP – Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas

IN SARC – Instrução Normativa da Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IPGC – Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades

IPTU – Imposto Territorial Predial Urbano

kW – Quilowatt

kWh – Quilowatt-hora

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional

MERCOSUL – Mercado Comum do Sul

mg/l – miligrama por litro

MMA – Ministério do Meio Ambiente

Mov-Cidade – Movimento Popular da Cidade

NBR – Norma Brasileira

NMC – Nomenclatura Comum do MERCOSUL

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONTL – Observatório Nacional de Transporte e Logística

ONU – Organização das Nações Unidas

OPEX – Operational expenditure ou despesa operacional

PAYT – Pay as you throw

PERS – Plano Estadual de Resíduos Sólidos

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PIB – Produto Interno Bruto

pH – Potencial hidrogeniônico

PLANARES – Plano Nacional de Resíduos Sólidos

PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PPP – Parceria Público-Privado

PRAD – Plano de recuperação de áreas degradadas

ProRecicle – Fundos de Investimentos para Projetos de Reciclagem

RCD – Resíduo da construção e demolição

RSU – Resíduos sólidos urbanos

SICONFI – Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil

SINIMA – Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente

SINIR – Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos

SINISA – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

STF – Supremo Tribunal Federal

Suasa – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

SVS – Secretaria de Vigilância em Saúde

t/dia – Tonelada por dia

UC – Usina de triagem

UT – Usina de compostagem

WWF – World Wild Fund for Nature

LISTA DAS FIGURAS

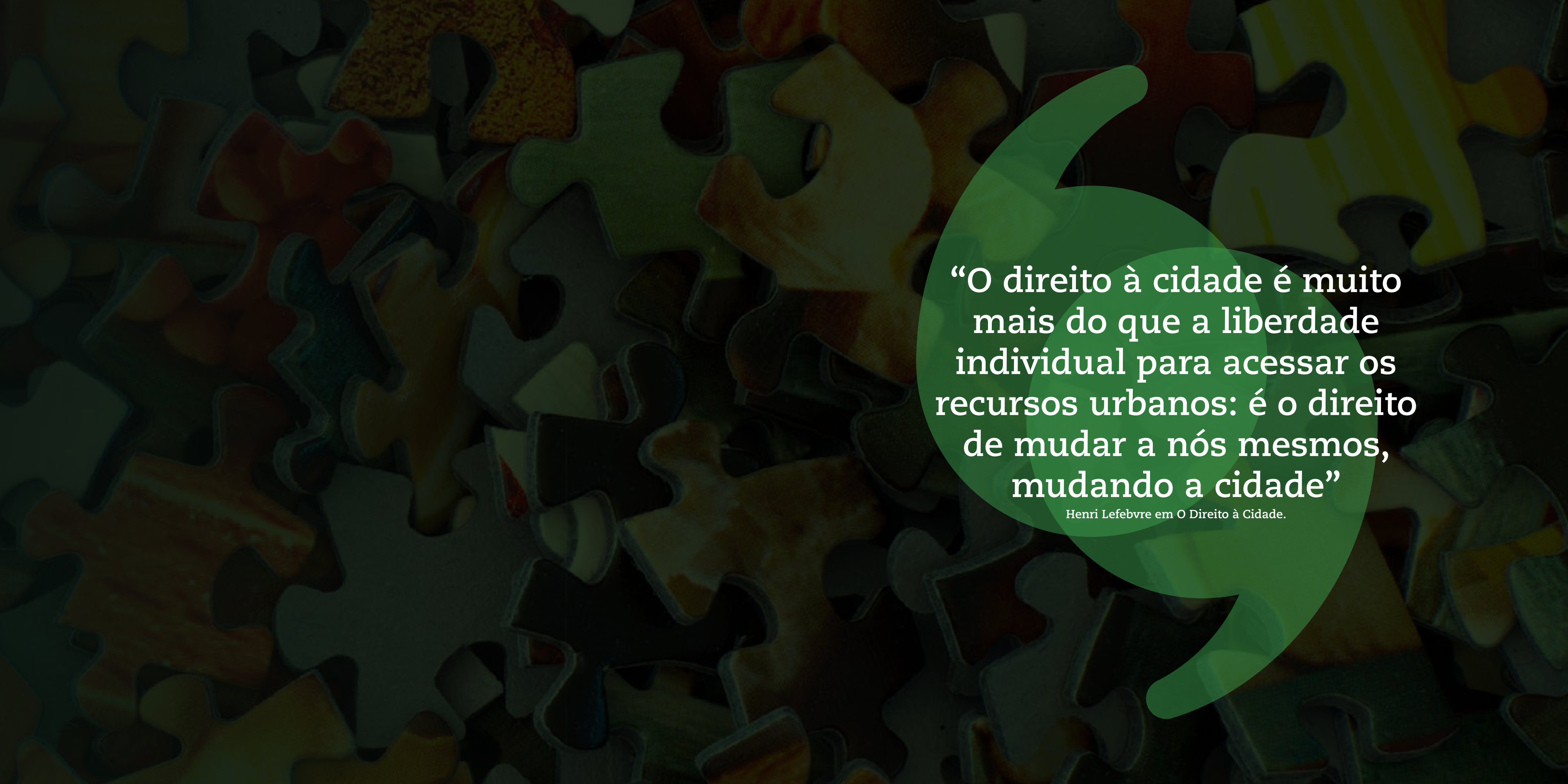
RELATÓRIO DE PRÉ-VIABILIDADE E ARRANJOS INTELIGENTES DE CONSÓRCIOS MUNICIPAIS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM COMPLEXO DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Figura 2.1 - Mapa do Brasil com o total de unidades de tratamento para cada estado.....	91
Figura 2.2 - Distribuição percentual das unidades de tratamentos existentes no Brasil.*.....	92
Figura 2.3 - Comparativo da coleta de RSU nas regiões em t/ano entre 2010 e 2019.....	92
Figura 2.4 - Índice de cobertura de coleta de RSU nas regiões brasileiras comparando 2010 com 2019.....	93
Figura 2.5 - Disposição final de RSU em aterro sanitário nas regiões brasileiras em 2010 e 2019.....	93
Figura 2.6 - Processo de criação da PNRS.....	93
Figura 2.7 - Número de municípios no Brasil e regiões entre 1940 e 2000.	100
Figura 2.8 - Distribuição percentual dos portes dos municípios brasileiros segundo censo do IBGE de 2022.....	100
Figura 2.9 - Despesa corrente municipal per capita para o ano de 2021.	101
Figura 3.1 - Fluxograma do caminho do RSU no complexo de tratamento e disposição final de resíduos.	106
Figura 3.2 - Símbolos de identificação dos materiais plásticos.....	107
Figura 3.3 -Dez países que mais reciclam seus resíduos.....	108
Figura 3.4 - Gravimetria de materiais recicláveis recuperados pelos programas de logística reversa de embalagens em geral no ano de 2022 em ton/ano (%).....	109
Figura 3.5 - Representação gráfica das fases da compostagem.....	112
Figura 3.6 - Fluxograma do processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos.....	116
Figura 3.7 - Esquema ilustrativo de um aterro sanitário.....	117
Figura 3.8 - Consórcios públicos ativos, segundo abertura de CNPJ: Brasil (1970-2012).....	118
Figura 3.9 - Número de consórcios por região na área de saneamento básico.....	119
Figura 4.1 - Sistema de tratamento de percolado de um aterro sanitário.....	124

Figura 4.2 - Mão de obra nos quatro cenários criados para a usina de triagem - UT, usina de compostagem - UC e aterro sanitário - AS.....	128
Figura 4.3 - Insumos e equipamentos nos quatro cenários criados para a usina de triagem - UT, usina de compostagem - UC e aterro sanitário - AS.....	129
Figura 4.4 - Máquinas e veículos nos quatro cenários criados para a usina de triagem - UT, usina de compostagem - UC e aterro sanitário - AS.....	129
Figura 4.5 - Gráfico da variação do CAPEX nos diferentes cenários projetados para a usina de triagem - UT.....	129
Figura 4.6 - Gráfico da variação do CAPEX nos diferentes cenários projetados para a usina de compostagem - UC.....	130
Figura 4.7 - Gráfico da variação do CAPEX nos diferentes cenários projetados para o aterro sanitário - AS.....	130
Figura 4.8 - Variação do CAPEX entre os cenários propostos para o complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU.....	130
Figura 4.9 - Distribuição percentual do custo das unidades no total do CAPEX para os quatro cenários analisados.....	131
Figura 4.10 - OPEX mensal da usina de triagem - UT para os quatro cenários propostos com a variação percentual entre eles.	132
Figura 4.11 - OPEX mensal da usina de compostagem - UC para os quatro cenários propostos com a variação percentual entre eles.	132
Figura 4.12 - OPEX mensal do aterro sanitário - AS para os quatro cenários propostos com a variação percentual entre eles.	132
Figura 4.13 - OPEX mensal para o complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos nos diferentes cenários com o crescimento percentual de um cenário em relação ao cenário anterior.	132
Figura 4.14 - Distribuição percentual do custo das unidades no total do OPEX mensal para os quatro cenários analisados.	133

Figura 4.15 - CAPEX por tonelada tratada/disposta de resíduos/rejeitos na usina de compostagem, usina de triagem, aterro sanitário e complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU.....	133
Figura 4.16 - CAPEX por tonelada de resíduos tratada na usina de triagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².	134
Figura 4.17 - CAPEX por tonelada compostada na usina de compostagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul) e regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².	134
Figura 4.18 - CAPEX por tonelada dispostas no aterro sanitário em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul) e regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R²...	134
Figura 4.19 - CAPEX por tonelada tratada no complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul) e regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².	134
Figura 4.20 - OPEX por tonelada tratada/disposta de resíduos/rejeitos na usina de compostagem, usina de triagem, aterro sanitário e complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU.....	135
Figura 4.21 - OPEX por tonelada de resíduos tratada na usina de triagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo) e regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².	136
Figura 4.22 - OPEX por tonelada compostada na usina de compostagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².	136
Figura 4.23 - OPEX por tonelada dispostas no aterro sanitário em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R²...	136

Figura 4.24 - OPEX por tonelada tratada no complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².	136
Figura 4.25 - Custo total por tonelada tratada/disposta de resíduos/rejeitos na usina de compostagem, usina de triagem, aterro sanitário e complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU.....	137
Figura 4.26 - Custo total por tonelada de resíduos tratada na usina de triagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo) e regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².	138
Figura 4.27 - Custo total por tonelada de resíduos tratada na usina de compostagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo) e regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².	138
Figura 4.28 - Custo total por tonelada de resíduos tratada no aterro sanitário em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo) e regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².	138
Figura 4.29 - Custo total por tonelada de resíduos tratada no complexo em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo) e regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².	138
Figura 4.30 - Percentual que pode ser abatido da usina de triagem com a venda de materiais recicláveis.....	140
Figura 4.31 - Percentual que pode ser abatido da usina de triagem com a venda de materiais recicláveis.....	141
Figura 5.1 - Percentual de municípios que cobram pelo serviço de manejo de RSU por estado.	142
Figura 6.1 - Histograma com a distribuição dos municípios conforme distância de seu centro ao centro do município sede do consórcio.....	147



“O direito à cidade é muito mais do que a liberdade individual para acessar os recursos urbanos: é o direito de mudar a nós mesmos, mudando a cidade”

Henri Lefebvre em O Direito à Cidade.



O SÉCULO DAS CIDADES

Dr. Geraldo Alckmin
Vice-Presidente da República do Brasil

O século XIX foi o século dos impérios. O XX, dos países. Este século XXI é o das cidades. Como médico e administrador público, gosto de pensar o Brasil como um organismo vivo e pulsante, no qual os municípios são as células, as unidades estruturais que dão vitalidade à vida social econômica. O lugar onde vivem e convivem as cidadãs e os cidadãos em busca de oportunidades para viver bem e para se desenvolver.

Nasci, cresci e tive a honra de ser prefeito de uma cidade do interior do país, a minha querida Pindamonhangaba. Uma experiência enriquecedora. Portanto, sei que as cidades são uma escola de políticas públicas voltadas diretamente para as pessoas. Porque ninguém mora na União nem no Estado, todos moramos nos municípios, como nos ensinou o grande André Franco Montoro (1916-1999), o pai do municipalismo brasileiro.

Montoro, com quem tive a honra de atuar na vida pública, foi um visionário ao defender que programas participativos têm resultados muito superiores aos que se baseiam somente em estruturas burocráticas. A desburocratização, a inovação e a busca da competitividade devem ser as marcas deste nosso tempo e de todas as gestões públicas.

Por isso, é necessário desburocratizar cada vez mais os processos, apostar na inovação e criar um ambiente seguro para a iniciativa privada investir em projetos que beneficiem o conjunto da sociedade. As demandas são muitas e precisamos de recursos privados para buscar o desenvolvimento econômico e social. O Brasil ainda vive um processo de elevada urbanização, com muitas brasileiras e brasileiros em busca de melhores oportunidades econômicas e de acesso a serviços públicos de qualidade.

Mas as grandes metrópoles muitas vezes deixam de ser um atrativo por conta dos conflitos inerentes a um espaço urbano muito adensado. Nesse sentido, as cidades pequenas e médias ganham cada vez mais força e importância na economia brasileira. É preciso estimular a força e pu-

jança desses municípios onde moram milhões de pessoas, aumentar as oportunidades de negócios e de empregos, alavancar a produtividade e a competitividade do setor privado e reter os jovens talentos em seus municípios.

No campo da inovação, a agenda deste século XXI contempla o conceito das Smart Cities, as cidades inteligentes. A tecnologia pode contribuir para os temas essenciais, como zerar filas das creches, melhorar o atendimento da saúde, evitar acidentes, otimizar programas e melhorar a segurança pública.

Alinhar os avanços tecnológicos com o progresso social e ambiental, através das tecnologias digitais, tem de ser hoje uma das metas de todos os agentes públicos, sempre com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população. Os serviços essenciais precisam estar conectados, utilizar energia limpa, reaproveitar a água, tratar o lixo, compartilhar produtos, serviços e espaços. A mobilidade urbana precisa ser prioridade, sempre com foco na descarbonização, na energia limpa.

Tudo isso só será possível com permanente diálogo institucional, inteligência e parcerias entre o poder público e o setor privado. Portanto, este importante Atlas elaborado pelo Instituto de Planejamento em Gestão de Cidades será de extrema utilidade para aqueles que, como eu, acreditam na construção de um Brasil inovador, inclusivo, justo e desenvolvido.

Não existe um país forte sem cidades fortes. Vamos transformar os sonhos em desafios, os desafios em oportunidades e as oportunidades em exemplo para os gestores públicos.



FORTALECIMENTO DO PACTO FEDERATIVO: APOIO DO GOVERNO DO BRASIL NA AGENDA MUNICIPALISTA DE RSU

No contexto do compromisso do Governo Federal com o desenvolvimento sustentável e a redução de desigualdades regionais, políticas de apoio à gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) ganham destaque como pilares essenciais para a transição ecológica e a melhoria da qualidade de vida da população brasileira. Inseridas no escopo do Novo PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), iniciativas como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o Plano de Transição Ecológica (PTE), o Fundo de Desenvolvimento da Infraestrutura Regional Sustentável (FDIRS), o Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) e o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima) são exemplos do conjunto de soluções federais para fomentar investimentos em saneamento e gestão ambiental. Esses mecanismos visam não apenas erradicar lixões e promover a reciclagem, mas também incentivar parcerias público-privadas (PPPs) que garantam eficiência e inovação no setor, com um olhar inclusivo (p.ex. reconhecimento dos catadores na dinâmica da economia circular) e preocupado com a regionalização, alinhando-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, a exemplo do ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis).

A PNRS, instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para a gestão integrada de resíduos, priorizando a não geração, redução, reutilização, reciclagem e destinação final ambientalmente adequada. Complementarmen-



Waldez Góes
Ministro da Integração e do Desenvolvimento Regional

te, o PTE, lançado em 2023, integra ações para a descarbonização e a economia circular, alinhando-se aos objetivos do Acordo de Paris e à agenda nacional de sustentabilidade. O FDIRS, aprovado em dezembro de 2023 pelo conselho formado pelo PPI da Casa Civil, Ministérios da Fazenda (MF), Planejamento (MPO) e Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR), destina R\$ 1 bilhão para apoiar concessões e PPPs, elegendo RSU como uma das agendas prioritárias. O PPI coordena interministerialmente as agendas de concessões, com reforço de iniciativas de fomento do segmento como o Fundo Clima, que financia iniciativas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, incluindo projetos de valorização energética de resíduos.

Essas políticas somam-se a instrumentos como o Fundo de Estruturação de Projetos (FEP) da Caixa Econômica Federal (CEF) e financiamentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), e dos fundos constitucionais e de desenvolvimento, operados pelo Banco do Brasil (BB), Banco da Amazônia (BASA) e Banco do Nordeste (BNB), criando um ecossistema favorável para investimentos privados.

"A orientação do Presidente Lula para uma governança integrada com estados e municípios é fundamental para o avanço da agenda de resíduos sólidos. Iniciativas como o FDIRS e o Fundo Clima integram o Novo PAC, permitindo que o Brasil avance na erradicação de lixões e na promoção da economia circular, fomentando o desenvolvimento regional sustentável", destaca o Ministro da Integração e Desenvolvimento Regional, Waldez Góes.

Desafios e Oportunidades nas PPPs para RSU

A gestão de RSU no Brasil enfrenta obstáculos crônicos, como a persistência de lixões em mais de 3.000 municípios, conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), e a baixa taxa de reciclagem, estimada em 8,3% do total gerado, segundo ABREMA 2024 (4% do total gerado SAI). Preocupações centrais incluem a modicidade tarifária – a necessidade de tarifas acessíveis para não onerar a população de baixa renda –, a regionalização dos serviços para otimizar custos e infraestrutura, e o cofaturamento, que permite a cobrança integrada de serviços de resíduos com contas de água e esgoto, facilitando a arrecadação e a sustentabilidade financeira.

Nesse cenário, as PPPs emergem como solução estratégica, permitindo que o setor privado invista em tecnologias como aterros sanitários modernos, usinas de reciclagem e



Marcus Benício Foltz Cavalcanti
Secretário Especial do PPI

Dimensões, para garantir a confiabilidade dos projetos e reduzir desigualdades regionais", explica o Secretário Especial do Programa de Parcerias de Investimentos (PPI), Marcus Cavalcanti.

O FDIRS, coordenado pelo MIDR, prioriza a estruturação de concessões nos estados do Norte, Nordeste e Centro-Oeste, alinhando-se à Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) para promover a integração e a redução de assimetrias. Recursos do Fundo Clima podem ser alocados para projetos que mitiguem emissões de metano de aterros, contribuindo para metas climáticas nacionais. "A política de investimentos do FDIRS prioriza áreas estratégicas como a gestão de resíduo-

geração de energia a partir de biogás. O PPI, por exemplo, tem estruturado projetos que integram essas dimensões, promovendo modelagens inovadoras. "As Parcerias Público-Privadas são essenciais para atrair investimentos em resíduos sólidos, especialmente em regiões vulneráveis. Estamos disseminando boas práticas, como o Modelo de Cinco



os sólidos, com a preocupação de que a regionalização garanta modicidade tarifária e a inclusão dos municípios menores que, de forma isolada, podem acabar ficando fora da solução, comprometendo a busca por um saneamento inclusivo”, ressalta o Secretário Nacional de Fundos e Instrumentos Financeiros do MIDR, Eduardo Tavares.

Integração Interministerial e Exemplos Práticos

A abordagem interministerial é chave para o sucesso dessas políticas. O Ministério das Cidades (MCid), por meio da Secretaria Nacional de Saneamento, é o condutor da Política Nacional de Saneamento Básico e coordena as ações finalísticas, enquanto o Ministério do Meio Ambiente (MMA) foca na sustentabilidade urbana. O PTE integra esses esforços, incentivando a transição para uma economia de baixo carbono, com ênfase na valorização de resíduos como recurso. Por exemplo, projetos de PPPs em saneamento, apoiados pelo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), visam universalizar serviços até 2033, com investimentos estimados em R\$ 700 bilhões, dos quais uma fatia significativa virá do setor privado.

Preocupações como o cofaturamento são abordadas em modelagens que garantem transparência e equidade. Em consórcios regionais, como os previstos na PNRS, municípios podem compartilhar infra-



Leonardo Carneiro Monteiro Picciani
Secretário Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA)

estruturas, reduzindo custos e melhorando a eficiência. O Fundo Clima, gerido pelo BNDES, financia inovações como plantas de compostagem e biodigestores, promovendo a resiliência climática. “No âmbito do saneamento, as PPPs para RSU devem priorizar a regionalização para otimizar recursos e garantir tarifas módicas, integrando cofaturamento com serviços de água e esgoto para maior sustentabilidade financeira”, observa o Secretário Nacional de Saneamento do Ministério das Cidades, Picciani.

Ademais, o MMA enfatiza a agenda urbana sustentável, alinhando a PNRS com metas de redução de emissões. Projetos de concessões florestais na Amazônia, por exemplo, podem incorporar gestão de resíduos orgânicos, associando serviços ambientais. “A gestão de resíduos sólidos é crucial para o meio ambiente urbano. Com o Fundo Clima e o PTE, estamos fomentando PPPs que combatem lixões e promovem a utilização de aterros sanitários e a economia circular, com foco em inclusão social e redução de impactos climáticos”, afirma o Secretário Nacional de Meio Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente, Adalberto Felício Maluf Filho.

Uma agenda interministerial e interfederativa para desenvolver ferramentas para que municípios submetam propostas de PPPs, considerando requisitos de viabilidade econômica e modelagens que assegurem a modicidade tarifária. Exemplos bem-su-



Adalberto Felício Maluf Filho
Secretário Nacional de Meio Ambiente Urbano e Qualidade Ambiental do MMA



Veronica Sánchez da Cruz Rios
Diretora-Presidente da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)

Básico (ANA), que visa trazer segurança jurídica para as modelagens e apurar o ambiente de negócios. As condições gerais para prestação adequada dos serviços de limpeza urbana manejo de resíduos sólidos bem como sua sustentabilidade econômica são aspectos que a ANA tem abordado nas suas Normas de Referência. Sobre o tema, a Diretora-Presidente da ANA, Veronica Sánchez, destaca que “a gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos, aliada a práticas sustentáveis de valorização dos resíduos e ao cumprimento da regulação vigente, é essencial para promover cidades mais limpas, saudáveis e ambientalmente responsáveis”.

Benefícios e Perspectivas Futuras

As vantagens das PPPs em RSU vão além da infraestrutura: elas fomentam a inovação, como a adoção de tecnologias de triagem automatizada e logística reversa, conforme a PNRS. Economicamente, estimulam a cadeia de reciclagem, criando até 700 mil empregos diretos, segundo

cedidos incluem concessões em São Paulo e Rio de Janeiro, onde parcerias privadas transformaram antigos lixões em unidades de valorização de resíduos que geram energia, empregos e renda.

Outra dimensão que merece destaque é o aprimoramento da regulação dos serviços de resíduos sólidos, sob a coordenação da Agência Nacional de Águas e Saneamento



estimativas do Ministério do Trabalho. Ambientalmente, reduzem emissões e poluição, alinhando-se ao Fundo Clima. Socialmente, promovem inclusão, com programas de capacitação para catadores.

Contudo, desafios persistem: a modicidade tarifária exige regulação rigorosa para evitar exclusão; a regionalização demanda coordenação entre entes federativos; e o cofaturamento requer marcos legais claros para evitar contestações judiciais. O PPI e o MIDR dialogam com investidores para mitigar riscos, disseminando práticas como auditorias independentes.

Em resumo, as políticas federais representam um avanço rumo a um Brasil mais sustentável. Com investimentos do Novo PAC e integração via PPI e FDIRS, o país pode superar entraves históricos em RSU, promovendo equidade e resiliência.

TRANSFORMAÇÕES QUE VÊM DA PRÁTICA DA CIDADANIA

O britânico-jamaicano sociólogo e teórico cultural Stuart Hall relata, em suas reflexões sobre a diáspora, que há sempre o desejo de voltar para casa para aqueles que fizeram da sua moradia fixa outro lugar que não a sua terra natal. Daí vem a afirmação que as grandes transformações estão na alma, pois o território escolhido pode ser apenas um abrigo temporário.

A partir desse ponto, a capacidade de mudar o lugar, tornando o espaço mais aprazível e digno de morada, cabe àqueles que habitam o espaço físico, que nada mais é do que de todos. Neste universo de exercício da cidadania, a responsabilidade e o compromisso de mudança devem seguir o curso das potencialidades de cada região, alinhado com as políticas de governo do presidente Lula e do vice Geraldo Alckmin.

É com este fundamento que o programa do Sebrae Cidade Empreendedora vem intervindo de forma assertiva na transformação dos municípios brasileiros. O Cidade está concluindo seu primeiro ciclo de relacionamento com as atuais gestões municipais, com mais de 2.500 municípios atendidos. Com o desafio de manter sua rota de expansão e consolidação, o Cidade Empreendedor tem caminhado para fortalecer direcionamento claro: crescimento quantitativo e qualitativo, atuando com soluções efetivas.

Nesta construção, a participação dos moradores, sejam naturais, sejam temporários, é essencial, pois as grandes transformações estão no exercício da cidadania, com livre liberdade na construção dos direitos fundamentais que o território pode e deve fornecer.

Os desafios para atender o anseio da população levaram o Sebrae a repensar o leque de produtos e soluções disponíveis por meio do Cidade Empreendedor. Por isso, hoje o programa atua em temas como cidades inteligentes, controle climático e inclusão socioprodutiva, além de uma

abordagem mais digital. O fato é que estamos caminhando para a solidificação do Cidade Empreendedor, por meio de um grande esforço de articulação junto aos estados, apoio e participação em eventos estratégicos e de contratos e convênios que foram fundamentais para ampliar nossas competências e nosso alcance.

Quando prefeito de Blumenau, pude conviver com os anseios e reivindicações das almas inquietas que amam o território que habitam. Era no dia a dia, nos despachos diretos com a população, que conseguia avançar e entregar uma cidade capaz de responder às necessidades tão diversas, mas essenciais para tornar aquele espaço territorial ainda mais empreendedor e competitivo economicamente.



A fase que vivemos hoje no Sebrae exige que a instituição atue junto às prefeituras na compreensão e na atuação mais alinhada às vocações dos municípios e suas conexões com os territórios, caracterizando esse relacionamento, de fato, como uma jornada, que se especializa e gera resultados cada vez mais transformadores.

Sabe-se que os pequenos negócios são grandes indutores de emprego e renda nos municípios. Quando acordamos, não nos deparamos com fábricas, mas sim com pequenos mercados e comércios que movimentam a economia local. Por isso, os instrumentos adotados pelo Sebrae no alcance da autonomia econômica dos territórios possuem forte atuação nas compras públicas.



Foto: Larissa Carvalho

Décio Lima
Presidente do Sebrae

O governo é o principal comprador no mercado, o que o torna um forte indutor para a resolução de desafios sociais no Brasil. De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), estima-se que as compras governamentais correspondam, todos os anos, a um percentual entre 10% e 13% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. O Brasil tem mais de 22 milhões de pequenos negócios, que correspondem a cerca de 95% de todas as empresas no país.

Ao observar grandes oportunidade em compras pela administração pública e o elevado número de unidades de Micro e Pequenas Empresas (MPE) no país, temos um cenário que transforma essa alternativa em um excelente canal de negócios para o segmento.

O Sebrae é um dos principais atores na luta para que o

poder das compras governamentais se traduza em desenvolvimento por meio dos pequenos negócios locais. Todo esse esforço contribuiu para que 42 bilhões de reais fossem direcionados aos pequenos negócios em 2023, valor correspondente a 25% do total de compras governamentais.

É neste sentido que defendo que a transformação está nas pessoas, nas lutas de cada cidadão pela sua cidade, pelo seu espaço territorial. Sim, é preciso fazer girar a economia, mas é necessário também que o Sebrae trabalhe e se envolva em questões que não estão pertinentes diretamente à instituição, mas que representam, uma vez solucionadas,

melhoria para o ambiente de negócios, como a melhoria da infraestrutura urbana, pois entendemos que ela impacta no ambiente de negócios e na competitividade estrutural, criando condições favoráveis para os empreendedores exercerem suas atividades.

O Sebrae não descansa, como uma alma inquieta, e traz também alternativas, como soluções de revitalização de espaços comerciais resultantes da mobilização dos entes públicos para melhorias estruturais. Além disso, atua também com a temática de Cidades Inteligentes, incentivando parcerias público-privadas e a inserção do tema de inovação no setor público, com vistas à sua modernização, digitalização e aumento da eficiência de seus serviços para os empreendedores.

As grandes transformações estão nas pessoas, que têm plena consciência do exercício do ser cidadão.

UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O BRASIL

Um dilema institucional predomina no cenário federativo brasileiro: embora nossos municípios tenham ganhado grande autonomia com a Constituição Federal de 1988, a excessiva fragmentação da federação (Arretche, 2012; Grin; Abrucio, 2018) fez com que mais de 60% das cidades brasileiras tenham menos de 20 mil habitantes. Isso representa um desafio hercúleo para as gestões municipais na implementação eficiente das políticas públicas que pairam sobre suas respectivas responsabilidades.

Inspirado na lógica da cooperação intermunicipal, este Atlas propõe uma organização — que chamaremos de Arranjos Inteligentes — para a gestão associada da PPP de Cidade Inteligente, um projeto de autoria do Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades - IPGC, que integra, em um único objeto, soluções nas áreas de Iluminação Pública, Conectividade e Energia Solar para atendimento da demanda energética dos prédios públicos municipais. Este projeto é fundamentado no alvo institucional do IPGC, que é a inteligência no emprego dos recursos públicos.

Além de levar a PPP de Cidade Inteligente para mais municípios brasileiros através do ganho de escala, os Arranjos Inteligentes aqui propostos ajudarão o país a transpor as barreiras da fragmentação municipal. Na prática, a utilização dos arranjos permitirá o acesso dos municípios menores a projetos tecnológicos e econômicos, providenciando assim melhores condições de desenvolvimento urbano e social.

A busca por inovação e sustentabilidade na administração pública é fundamental para criar um governo eficiente, responsável e capaz de atender às necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras. Essa abordagem visa não apenas otimizar os serviços públicos, mas também minimizar o impacto ambiental e social das operações governamentais. Para promover uma agenda apontada para o futuro, é essencial investir na capacitação dos gestores públicos. Treinamentos sobre novas tecnologias, novas formas de contratação, gestão sustentável e abordagens criativas podem capacitar prefeitos e demais tomadores de decisão a adotarem práticas mais eficientes e conscientes em suas atividades diárias.

A colaboração entre diferentes setores da sociedade, incluindo empresas, organizações não governamentais, como é o caso do IPGC, e academia, é crucial para a superação de um tempo de intensos desafios para a administração pública. A essa engrenagem damos o nome de “Nova Cultura de Parcerias no Brasil”. Ela está surgindo, trazendo consigo a promessa de transformação positiva em diversos setores da sociedade, a começar pelos serviços públicos. Essa mudança terá de refletir uma atitude colaborativa e inovadora, onde a cooperação entre diferentes atores, sejam eles do setor público, privado ou da sociedade civil, será essencial para enfrentarmos nossas complexidades.

Na nova cultura brasileira de parcerias a cooperação terá lugar central. Antes isolados, os atores sociais se unirão

em busca de soluções mais abrangentes. Para desenvolver as cidades, poder público, órgãos de controle, legislativos e iniciativa privada poderão compartilhar conhecimento e tecnologias, *pari passu* à participação da sociedade, que irá propor modelos mais afinados com sua demanda. O encontro de experiências e expertises variadas levará a iniciativas mais disruptivas com foco em resultados para a população. Muito embora este cenário carregue em si uma boa dose idealista, nos encoraja o fato dela já estar em marcha.

Prefeitas e prefeitos de todo o Brasil já prezam pela participação de mais atores nos projetos que desenvolvem, pois a experiência histórica levou a administração pública brasileira a entender a importância dos mecanismos de cooperação públicos-privados. A infraestrutura, por exemplo, detentora dos problemas mais flagrantes brasileiros, já inaugura novos caminhos para o desenvolvimento, com o embasamento em evidências, inovação, participação privada, entre outros aspectos.

Em uma produção inédita do nosso Centro de Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento (CePID), por meio de seu Núcleo de Dados e Informações (Nudai), apresentamos neste Atlas o que acreditamos ser um caminho inovador e muito frutífero para o presente e futuro da gestão pública brasileira. Acreditamos que ao adotar práticas inovadoras e sustentáveis, a administração pública poderá melhorar a qualidade de vida da nossa população, promover o desenvolvimento sustentável e criar um legado positivo para as gerações futuras.

Embasado em nosso propósito de promover a vida por meio do desenvolvimento inteligente e sustentável, este livro é uma pequena amostra do que estamos pensando e desenvolvendo para o Brasil. Uma proposta exequível e viável para tornar nossas políticas públicas mais alinhadas com as necessidades da sociedade.

INTELIGÊNCIA PARA INOVAÇÃO

Leonardo Santos
Presidente do IPGC

A inteligência é nosso maior ativo. É o elemento crucial para a geração de transformações significativas em diversas esferas da sociedade. No caso do Brasil, o uso da inteligência, sobretudo na administração pública, está sendo essencial para produzir inovação e solucionar problemas históricos, como a desigualdade social e o subdesenvolvimento em algumas regiões do país.

É neste contexto que nos inserimos como grupo da sociedade organizada, com a missão de buscar soluções inovadoras para o campo da gestão pública nacional, através da estruturação de projetos de infraestrutura e da elaboração de estratégias para lidar com as complexas questões urbanas brasileiras.

Este estudo inédito tem o objetivo de mostrar um caminho promissor para a gestão pública das cidades brasileiras. Evidenciamos aqui a importância dos dados como pilares para o desenvolvimento de políticas públicas efetivas e para a melhoria da qualidade de vida da população.

O Atlas representa uma ferramenta de apoio para que gestores públicos possam tomar decisões e traçar estratégias baseadas em evidências. Trata-se de um marco importante para a administração pública do país e um passo relevante em direção a uma gestão audaciosa e de fato inovadora.

Defendemos aqui um novo olhar para as políticas de regionalização. Apresentamos uma abordagem estratégica que visa promover o desenvolvimento equilibrado e sustentável de diferentes áreas geográficas dentro do nosso país. Os arranjos inteligentes aqui desenvolvidos levam em consideração as necessidades e potenciais de cada localidade, e oferecem um direcionamento importantes para a busca de investimentos para o crescimento econômico, melhoria da qualidade de vida e redução das disparidades regionais.

Nossa proposta é corajosa. Sabemos do desafio atual de corrigir as graves desigualdades históricas e socioeconômicas. Mas nos apegamos à possibilidade, cada vez mais latente, de contornar nossas dificuldades citadinas com o incentivo a projetos modernos, colaborativos e que tenham o cidadão como o centro de suas preocupações. Esse é um esforço por equidade e justiça social, mas também é um chamado à inovação, ao desenvolvimento econômico diversificado e à participação popular plena.

Em uma década de atuação, já vivenciamos de perto as limitações financeiras e a escassez de bons projetos dos municípios. Essa realidade nos interpela e encoraja: seguiremos firmes no nosso propósito inafastável de contribuir com os governos no estudo, na produção e na implantação de boas políticas públicas.

Endereçamos este estudo a todos os gestores e gestoras públicos brasileiros. Reparem aqui uma perspectiva promissora para alavancar a qualidade dos serviços públicos de suas cidades, sobretudo em áreas prementes, como é o caso da Iluminação Pública, Conectividade e Geração de Energia Limpa.

É absolutamente urgente que pensemos em novos modelos de gestão, contratação e prestação de serviços. E isso só será possível a partir do aproveitamento máximo das potencialidades de nossos territórios. Há muito a ser feito e variadas são as alternativas para fazê-lo bem, a começar pela ideia que apresentamos aqui, e cujo tempo acreditamos ter chegado: um novo momento para a infraestrutura do Brasil.

Desejamos a todos uma ótima leitura. Este é mais um produto da nossa vontade de mudar o país.

Somos inteligência que transforma cidades.

“Somos
inteligência
que transforma
cidades.”

Leonardo Santos
Fundador e Diretor-Presidente do Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades - IPGC.



Lutamos por uma comunidade
segura e segurança,
sustentabilidade do bairro, justiça
ambiental e direito à cultura,
celebração, descanso e espaços
públicos. Estes são os resultados
relevantes das nossas lutas para
ter de volta a cidade. Estes são
os objetivos que emolduram o
direito à cidade.

Henri Lefebvre em O Direito à Cidade.

NÓS SOMOS O IPGC.

Uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público com o propósito de colaborar para o desenvolvimento das cidades brasileiras.

Atuamos junto ao poder público e à iniciativa privada pela implantação de projetos de infraestrutura que melhorem a vida das pessoas. Acreditamos na interlocução de vários atores sociais para uma guinada rumo ao desenvolvimento de cidades e estados mais inteligentes, e que atendam melhor às necessidades mais prementes da população.

Somos pioneiros pelo formato e execução de projetos inovadores. Nossa história começou em 2008, em Divinópolis, centro-oeste de Minas Gerais, com o Movimento Popular da Cidade – Mov Cidade. Nosso objetivo era discutir pautas públicas, em especial as ligadas à saúde. Com a ampliação das temáticas, ficou evidente a necessidade de cooperarmos mais diretamente com as gestões municipais, devido à escassez de mão de obra qualificada nas municipalidades e à urgência de inovação na administração pública.

Evoluímos então para o Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades (IPGC) e, na busca por um novo (e belo) horizonte para a infraestrutura das cidades, migramos para a capital mineira em 2017. Em 2021, recebemos do Ministério da Justiça a certificação de Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip), dada a entidades reconhecidamente idôneas que atuam intermediando projetos entre governos e sociedade sem objetivo de lucro.

Somos uma instituição comprometida com a gestão e planejamento de boas políticas públicas. Por entender que o caminho mais inteligente para gerir as cidades requer também a participação do segundo setor econômico, nos especializamos então na estruturação de Parcerias Público-Privadas. A partir de cooperação técnica, capacitamos os municípios em todas as fases dos projetos, desde a coleta de dados e produção de estudos, passando pela licita-

ção, até a verificação de desempenho durante os anos de concessão.

A nossa principal estratégia de atuação é o Programa Brasil Inteligente, por meio do qual apresentamos aos gestores brasileiros alternativas para atração de investimentos que irão desenvolver os projetos de infraestrutura urbana.

O IPGC é uma resposta aos momentos desafiadores que a administração pública enfrenta atualmente. Contamos com uma equipe composta por diversos profissionais com formação multidisciplinar e uma ampla rede de consultores. Isso nos possibilita atuar em alto desempenho, tanto na área técnica, quanto na compreensão das diferentes políticas dentro da gestão pública.

Reconhecimento pela ONU

O modelo da PPP de Cidade Inteligente, concebido pelo IPGC, foi um dos destaques do 9º Fórum Internacional de Parcerias Público-Privadas da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (Unece), em 2025, na Servia.



Comitiva brasileira no Fórum Internacional de PPPs da Unece (ONU).



O evento, promovido pela ONU, reuniu programas de parceria entre o setor público e a iniciativa privada alinhados com o conceito de People First (pessoas primeiro). A lógica consiste na implementação de projetos de infraestrutura sustentáveis que gerem impactos positivos para as pessoas e para o planeta. Participaram do Fórum iniciativas de países como Portugal, Espanha, Senegal e Suíça.



Reconhecida como uma das melhores soluções globais, a PPP é fruto do Programa Brasil Inteligente e foi implantada pelo Instituto de forma pioneira na cidade mineira de Carmo do Cajuru, a 120 km de Belo Horizonte. Com 100% dos serviços implantados, a PPP de Cidade Inteligente do município é referência no setor de infraestrutura urbana brasileira, unindo três serviços em uma só concessão, algo inédito no país até então.

A população cajuruense foi beneficiada pela reforma integral do parque de iluminação pública para lâmpadas

de LED, que são mais econômicas, menos poluentes e têm maior fator de luminância. Também foi implantada infraestrutura de telecomunicações e videomonitoramento, que resultou na oferta de pontos de internet gratuita de alta velocidade à população e em um centro de monitoramento para dar auxílio às ações da Polícia Militar.

O último serviço contemplado pelo projeto foi uma usina solar com 1,02 MW de potência para suprir a demanda energética dos prédios municipais, reduzindo o gasto de energia e o valor da tarifa em mais de 60%.

Além do Projeto em questão, o que mais chamou a atenção foi a inovação proporcionada pelo modelo que desenvolvemos para estruturar as PPPs e Concessões no Brasil, unindo iluminação pública, geração de energia e telecomunicações em um único contrato de concessão administrativa. Tudo isso alinhando desenvolvimento econômico com sustentabilidade - em Carmo do Cajuru, a PPP contempla cinco dos 17 objetivos da ONU para o desenvolvimento social: energia limpa e acessível, trabalho decente e crescimento econômico, indústria, inovação e infraestrutura, cidades e comunidades sustentáveis.



BRASIL INTELIGENTE

CONECTANDO CIDADES AO FUTURO

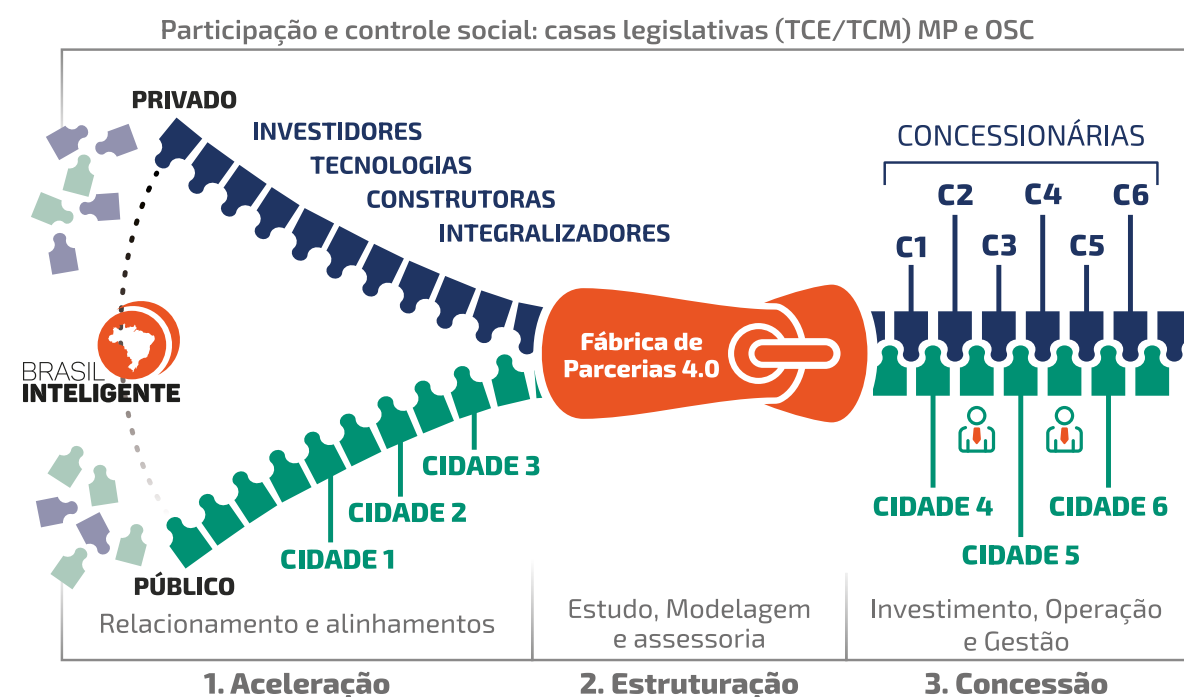
O Programa Brasil Inteligente é a nossa estratégia nacional para desenvolver a infraestrutura dos territórios brasileiros através de Parcerias Público-Privadas. É uma iniciativa permanente: oferecemos ao país projetos bons e eficientes, independente de quais sejam as forças políticas vigentes.

Nossa preocupação é com o desenvolvimento do Brasil em todo o seu potencial. Por isso, acreditamos no caminho das parcerias, que se mostra como uma alternativa eficiente à dificuldade do poder público em construir projetos que pautem as necessidades da população brasileira.

O diferencial das PPPs é a interlocução que elas proporcionam entre os diversos atores sociais: o governo, que lidera o processo de estruturação da parceria a partir da identificação e caracterização de demandas públicas con-

cretas a serem atendidas; a iniciativa privada, detentora de tecnologias e capital para investir no atendimento da demanda pública; e a sociedade, razão principal e maior beneficiária do processo.

O IPGC, que é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, desempenha outro papel fundamental como integrante da sociedade no processo das parcerias: a mediação de interesses entre governo e empresa, garantindo equilíbrio e resultados positivos para ambas as partes e, principalmente, para a população. Assim, atuamos como sujeito ativo, fortalecendo o campo de diálogo entre os setores – essencial para a democracia – reduzindo a corrupção, qualificando as entregas do Estado e, o mais importante: assegurando que as parcerias sejam estruturadas de forma duradoura e para o bem comum.



Por meio do Programa, já alcançamos todas as regiões do país, auxiliando governos estaduais e municipais de diferentes portes na implantação de projetos eficientes.

O Programa Brasil Inteligente sustenta-se em seis pilares fundamentais: Relacionamento Institucional, Educação para Gestores, Pesquisa e Inovação, Fundo de apoio a projetos, Fábrica de Parcerias e Gestão de Parcerias. Somadas, essas iniciativas formam um dos maiores e mais bem sucedidos programas de incentivo a parcerias entre o setor público e a iniciativa privada do Brasil. Adiante explicamos todas essas estratégias e a função de cada uma delas dentro do Programa Brasil Inteligente.

Programa Brasil Inteligente

- 20 estados brasileiros
- Mais de 32 milhões de pessoas potencialmente impactadas
- 122 projetos estruturados
- 48,6 bilhões em contratos modelados
- R\$ 8,5 bilhões em contratos assinados
- R\$ 6 bilhões de economia para o poder público ao fim dos contratos
- Redução de + de 6 bilhões de toneladas na emissão de CO₂.

PROGRAMA NACIONAL DE PARCERIAS



E2RI

Escritório de Relações Institucionais

O primeiro de nossos pilares institucionais é a construção de boas relações com diferentes setores da sociedade. Responsável pelos contatos estratégicos, nosso Escritório de Relações Institucionais (ERI) atua como um elo tático que facilita a comunicação, a colaboração e o entendimento mútuo entre o IPGC e diferentes parceiros.

O primeiro expediente de uma parceria é a confiança. Trabalhar para estabelecê-la é uma tarefa constante, baseada em disposição para o diálogo e, acima de tudo, entrega de resultados. O ERI desempenha um papel vital na criação de pontes entre a esfera pública e privada. Sua capacidade de advocacia, influência e compreensão dos processos governamentais contribui para um ambiente mais colaborativo, transparente e eficaz, resultando em benefícios tanto para as organizações quanto para a sociedade como um todo.

O quadro de atribuições de nosso Escritório de Relacionamento Institucional está embasado em cinco princípios do IPGC.

Construção de relacionamentos: através do contato regular com autoridades governamentais, gestores públicos, parlamentares e outros atores-chave, o ERI ajuda a construir e manter relacionamentos próximos. Essas conexões podem abrir portas para colaborações, parcerias e oportunidades futuras.

Antecipação de riscos: auxilia o IPGC a antecipar riscos regulatórios e políticos, bem como lidar de forma eficaz com crises e desafios emergentes. A sua compreensão das dinâmicas governamentais contribui para uma gestão de riscos mais bem sucedida.

Promoção de boas práticas: promove a adoção de boas práticas, ética e responsabilidade por parte dos setores público e privado. Isso contribui para um ambiente mais transparente, confiável e benéfico para todos os envolvidos.

Contribuição para boas políticas: oferece insights, dados e perspectivas da indústria, enriquecendo o processo de formulação de políticas. Isso ajuda a garantir que as decisões de governos que estejam desenvolvendo nossos projetos sejam baseadas em informações sólidas e reflatam as necessidades reais da população.

Promoção do interesse público: somos uma organização da sociedade civil, e alinhar nossos projetos ao interesse da população é a primeira de nossas tarefas. Nesse sentido, nosso ERI trabalha para que todo início de relacionamento institucional venha a se transformar em uma parceria que ajude a aumentar a qualidade de vida das pessoas.



PROGRAMA DE EDUCAÇÃO PERMANENTE

PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS



O Brasil precisa urgentemente desenvolver ferramentas que dêem aos gestores públicos noções estratégicas para tomadas de decisão no interior da administração pública. Enquanto nação e desejosos do sucesso do país, não podemos jamais ignorar o papel fundamental da educação na formação e capacitação de gestores públicos.

A educação fornece aos gestores públicos as competências para liderar, tomar decisões embasadas e enfrentar

os desafios complexos propostos para a administração pública. Isso inclui habilidades de comunicação, coragem para inovação, resolução de problemas, gestão de conflitos, análise de políticas e tomada de decisões éticas. Permite também que os gestores compreendam as dinâmicas sociais, econômicas e políticas que moldam as políticas públicas e afetam a vida dos cidadãos. Mudanças tecnológicas, sociais e econômicas são realidade em um mundo cada vez mais complexo, e mais do que nunca precisamos de uma gestão pública preparada para escolher o caminho do progresso.

Desde nosso nascimento enquanto Instituição da Sociedade Civil Organizada, nos preocupamos em munir os gestores públicos com o que há de mais inovador na gestão de políticas de estado. Isso porque entendemos que o processo de educação no setor público deve ser constante e adaptável. Um bom sistema de fomento à educação na administração resultará em projetos mais inteligentes, legislações mais responsivas e diálogos mais produtivos com a sociedade civil.

Educar para inovar

Pensando nos desafios da inovação dentro da administração pública, em 2022 lançamos um programa de formação para gestores sobre diversos aspectos da gestão e planejamento públicos. O P5, Programa de Educação Permanente em Parcerias Público-Privadas, é a nossa principal iniciativa educacional para implantar uma cultura de parcerias e inovação no Brasil.

Ex-prefeito de Belo Horizonte, **Márcio Lacerda** integra o corpo docente do curso.



Fruto de parceria bem-sucedida entre o IPGC, Fundação João Pinheiro (FJP) e a Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), duas das principais Escolas de Governo do país, o programa oferece curso de capacitação online para gestores municipais de todo o Brasil, abordando aspectos técnicos, econômicos e jurídicos do processo de implementação de projetos de Parcerias Público-Privadas e concessões em nível municipal.

O P5 oferece em sua programação aulas remotas com as principais referências da área de Gestão Pública, Infraestrutura e Parcerias em todo o Brasil, além de seminários, oficinas de capacitação, eventos acadêmicos e cooperação intelectual com técnicos do IPGC e da FJP. O curso é composto por 7 módulos, sendo eles:

Módulo I – Gestão de cidades e contexto da infraestrutura urbana: apresenta os arranjos mais modernos de gestão de cidades na área de infraestrutura social e urbana. Discute sobre a importância do planejamento da infraestrutura por intermédio do Plano Plurianual (PPA), planos de governos, planos diretores, planos de saneamento básico e mobilidade urbana, além do recente Plano das Cidades Inteligentes.

Módulo II – As parcerias público-privadas como instrumento de gestão municipal: apresenta os conceitos básicos das Parcerias Público-Privadas (PPPs) e das concessões no Brasil, os arranjos de concessões de serviços e suas tipologias e contextualiza os exemplos de serviços em atuação nos municípios brasileiros.

Módulo III – O arcabouço jurídico das PPPs e concessões e as legislações afetas: trata sobre o arcabouço jurídico das PPPs e concessões no âmbito federal e sua regulamentação em nível estadual e municipal no Brasil, além das legislações referentes ao tema de forma ampla.



Módulo IV – O processo de estruturação de parcerias e concessões municipais no Brasil: tem como objetivo apresentar os caminhos para a estruturação de projetos de Parcerias Público-Privadas (PPPs) e concessões nos municípios. Visa discutir cada modalidade, apresentando as características de cada uma delas, dando condições para que os municípios tomem decisões mais assertivas, demonstrando todo o ciclo de vida de estruturação das parcerias e concessões e os atores estratégicos em cada uma das fases.

Módulo V – Aspectos econômicos e financeiros das PPPs e concessões no âmbito dos municípios: A forma de contratação e prestação do serviço público é um elemento essencial para se alcançar a eficiência, eficácia e efetividade de uma política pública. Nesse contexto, a Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993 se destaca no direito brasileiro como uma das normas que determinam as regras para contratos e licitações de obras, serviços, compras, etc. (BRASIL, 1993).

Módulo VI – Gestão das Parcerias nos Municípios e Estados: apresenta o processo de gestão das parcerias de forma ampla, que pode ocorrer por agentes públicos (como o próprio município), por agências reguladoras e/ou por terceiros (como os verificadores independentes). Outro objetivo é desenvolver habilidades dos gestores e dos servidores públicos na fiscalização e na manutenção dos contratos de parcerias e concessões.

Módulo VII – PPPs na visão dos gestores públicos: uma experiência – apresenta exemplos práticos da adesão a modelos de parcerias entre o setor público e a iniciativa privada no âmbito municipal e estadual.

Nós, na posição de referência no assunto de PPPs em todo o Brasil e no mundo – com modelo de estruturação de PPPs reconhecido pela ONU – nos consideramos com a responsabilidade de levar todo o conhecimento construído e consolidado pelo Instituto para pessoas da administração pública nacional em todas as regiões do Brasil. E, assim, apresentando aos gestores municipais brasileiros novas formas de fazer políticas públicas e desenvolver projetos estruturantes, estamos colaborando para a melhoria na qualidade de vida das populações brasileiras, educando-os para pensar em soluções eficientes e sustentáveis

“Queremos disseminar conhecimento para ajudar gestores públicos, procuradores e secretários a atrair investimentos para melhorar a vida do cidadão. Nosso papel não é só desenvolver projetos, é também desenvolver territórios.”





O CePID - Centro de Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento é a unidade científica do IPGC. É onde alimentamos diariamente nossa coragem para inovar, com vistas a impulsionar a eficiência dos serviços oferecidos aos cidadãos. Em um ambiente marcado pela burocracia, como é a administração pública, nosso compromisso é adotar abordagens inovadoras advindas de nossa pesquisa e que se mostrem viáveis para o setor público.

Inaugurado com o intuito de atender às demandas por pesquisa e inovação na administração pública, em especial no setor de PPPs e Concessões, o CePID conta com uma equipe multidisciplinar, que busca permanentemente agregar inteligência e tecnologia aos nossos projetos e processos.

O time é composto por profissionais de áreas como gestão pública, engenharia, economia, direito, relações internacionais, filosofia e biblioteconomia, que trabalham incessantemente, buscando construir modelagens inteligentes e escaláveis para o território nacional, impactando positivamente a forma de estruturar e desenvolver o mercado das parcerias no Brasil.

A primeira e principal solução desenvolvida pelo time do CePID foi a PPP de Cidade Inteligente, projeto que inova ao integrar, em um só contrato, os serviços de Iluminação Pública, Conectividade, Videomonitoramento, Energia Solar para prédios públicos e Saneamento Básico. A Parceria rendeu ao IPGC reconhecimento internacional da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (Unece), que a classificou como um modelo exemplar de PPP, devido à solução inovadora de unir vários serviços em apenas um contrato, produzindo impacto efetivo na vida das popula-



ções e em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Com a tarefa de quebrar as barreiras burocráticas e realizar a mudança que a administração pública necessita, o CePID conta atualmente com três núcleos estratégicos.

Núcleo de Dados e Informações - NUDAI

O Núcleo de Dados e Informações do CePID tem a função de buscar dados, transformá-los em informação útil, discernir sua relevância e organizá-los de maneira coerente para orientar discussões e embasar decisões.

Acreditamos que a tarefa de produzir soluções para os problemas reais do Brasil só é possível a partir de uma base de dados e informações que evidenciem quais são as melhores decisões a serem tomadas. Para acessar as informações e os conhecimentos disponíveis de maneira confiável e oportuna - no ambiente referente a uma questão ou fenômeno social - é necessária uma estratégia que possibilite isso. Nesse sentido, o processo de trabalho do NUDAI é desenvolvido em três perspectivas:

1. Coleta, processamento e armazenamento de dados.
2. Observação e entendimento do assunto a partir de estudos comparados e participação de especialistas.
3. Intercâmbio de informações com outras áreas do conhecimento.

Núcleo de Parcerias - NUPAR

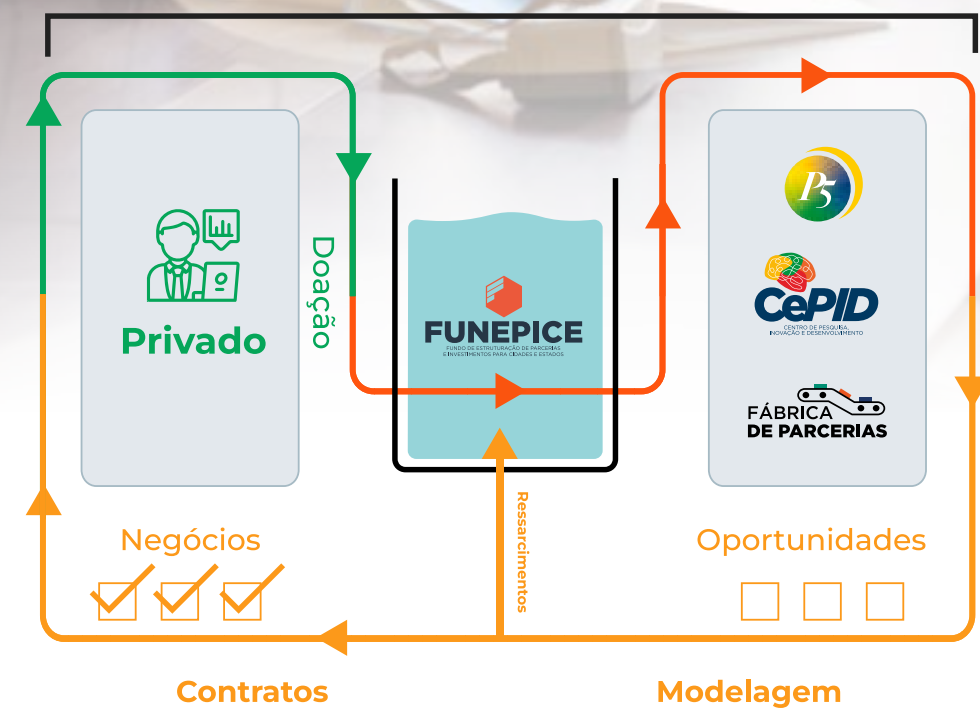
Tem como missão a estruturação de pesquisas e desenvolvimento de novas soluções em Parcerias Público-Privadas para o Brasil. É a área de inteligência institucional que irá conceber toda a carteira de projetos que um município ou estado possa desenvolver para melhorar a qualidade de sua gestão.

O NUPAR atua desde a concepção da parceria até a sua gestão, através da Verificação Independente, desenvolvendo assim, processos e produtos que serão ofertados aos gestores públicos, através da Fábrica de Parcerias, em uma escala nacional.

Núcleo de Cidades - NUCID

O Núcleo de Cidades realiza pesquisas na área de gestão das cidades, mapeando referências na academia, governos e empresas, buscando aprofundar o conhecimento da equipe sobre o funcionamento da gestão municipal e encontrando as melhores práticas relacionadas a essa temática.

O objetivo do núcleo é a construção de um modelo de gestão municipal, focado na otimização e qualificação dos serviços e das políticas públicas ofertadas à população, através da digitalização e informatização da administração pública municipal. Esse modelo, quando pronto, poderá ser aplicado nos municípios brasileiros, a fim de tornar a gestão desses municípios mais eficiente, eficaz e efetiva.



FUNEPICE

FUNDO DE ESTRUTURAÇÃO DE PARCERIAS
E INVESTIMENTOS PARA CIDADES E ESTADOS

Para custear as ações do Programa Brasil Inteligente, o IPGC criou o seu Fundo de Estruturação de Parcerias e Investimentos para Cidades e Estados - (FUNEPICE). O fundo é alimentado através de doações provenientes do setor privado, com o objetivo de auxiliar projetos de infraestrutura urbana de municípios e estados hipossuficientes.

Nossa intenção é qualificar a iniciativa privada e estimulá-la a investir no desenvolvimento econômico, social e ambiental dos municípios, estados e consórcios intermunicipais, além de constituir uma parceria com as empresas interessadas visando realizar diagnósticos, conceber soluções e constituir estudos voltados para os projetos de infraestrutura urbana, mediante Assessoria, Estudos de Viabilidade e Modelagem Contratual Técnica.

O fundo é retroalimentado pelo ressarcimento dos projetos desenvolvidos pelo IPGC. Além dos estudos e modelagem, esse recurso também é investido na capacitação dos gestores municipais, bem como no relacionamento com órgãos de controle e casas legislativas, criando assim um ambiente favorável para uma nova cultura de Parcerias Público-Privadas no Brasil.

A captação de recursos corresponde à doação com encargos realizada por investidores, empresas, empreiteiras, detentores de tecnologias, sindicatos do setor de infraestrutura e associações, mediante moeda corrente nacional, com o objetivo de financiar os estudos de viabilidade e modelagem realizados pelo IPGC.

Com o intuito de garantir e zelar pela transparência, o IPGC faz cumprir seus princípios institucionais, e torna públicos os parâmetros que adotará na decisão de apoiar tecnicamente os projetos, regulamentando os processos de solicitação, aprovação e forma de concessão do apoio técnico.

A apresentação dos atestados é pré-requisito do procedimento que será realizado, que tem como objeto o credenciamento de empresas aptas a realizar estudos, estruturação e modelagem de Concessões e Parcerias

Público-Privadas, além de projetos que envolvam a comunicação entre os entes públicos. O credenciamento permanente é um procedimento que antecede os futuros projetos do Instituto e tem como finalidade já constatar quais empresas preenchem os requisitos técnicos necessários para futura contratação. E a forma de se comprovar a aptidão e qualificação que uma determinada empresa possui é por meio da exigência de Atestados e Certidões de Capacidade Técnica.

As condições e premissas para a seleção de credenciamento de prestadores de serviços que visam assessorar o Instituto nos serviços especializados levam em consideração:

- (I) Lei Federal nº 13.019, de 31 de julho de 2014, estabelece o regime jurídico das parcerias entre a administração pública e as organizações da sociedade civil;
- (II) A Lei Federal nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, que dispõe sobre o regime de Concessão Públicas, prevista no art. 175 da Constituição Federal de 1988;
- (III) A Lei Federal nº 11.079, de 30 de dezembro 2004, que institui normas gerais para Licitação e Contratação de Parceria Público-Privada (PPP);
- (IV) A Lei Federal nº 14.133/2021, que estabelece normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, Estados, Distrito Federal e Municípios;
- (V) O Código Civil Brasileiro de 2015, que determina normas envolvendo o Direito privado, regulando os direitos e deveres que regem as pessoas, os seus bens e as relações inerentes a elas.

É necessário, ainda, que o projeto do qual a empresa participou seja de grandeza semelhante aos que serão executados pelo IPGC, motivo pelo qual se exigiu que o atestado ou os atestados demonstrem atuação em estruturação e modelagem de Concessões e Parcerias Público-Privadas.

FÁBRICA DE PARCERIAS

Para nós, o principal desafio proporcionado pelas Parcerias Público-Privadas é integrar subjetividade e objetividade em projetos que sejam relevantes para governos, iniciativa privada e, principalmente, para a população brasileira.

As PPPs envolvem não só as tarefas objetivas, como os projetos de engenharia que norteiam a definição dos investimentos, indicadores de desempenho e viabilidade, compromissos contextualizados, além de obras e serviços. Existem também as tarefas subjetivas, relacionadas à construção de laços de confiança, cooperação honesta e disposição ao diálogo entre todas as partes envolvidas no projeto.

Nesse sentido, com o objetivo de integrar os desafios objetivos e subjetivos de um projeto, criamos para o país a primeira Fábrica de Parcerias, que une os setores público e privado a serviço do desenvolvimento sustentável. Nossa fábrica utiliza conhecimentos das ciências exatas e sociais para transformar nossas propostas em instrumentos de convergência de parcerias, e não em projetos únicos com fim em si mesmos.

Quando chega à Fábrica de Parcerias, um projeto já percorreu um bom caminho de amadurecimento. Foi estabelecida uma relação de confiança entre a gestão municipal e o IPGC, os gestores municipais já passaram por capacitação técnica acerca do projeto, já foram mapeadas as potencialidades e viabilidade do município em implantar a proposta. A Fábrica de Parcerias é onde o projeto deixa de ser uma simples vontade política para se tornar de fato uma parceria, um instrumento de convergência e mudança social.

Em nossa esteira são combinados diversos saberes para se chegar a uma proposta adaptada à realidade do município que receberá o projeto. O Estudo de Viabilidade (EVTEJA) é o grande instrumento de coesão da iniciativa, pois reúne indicadores de ordem técnica, econômica, jurídica e ambiental. Nessa parte do processo, a interdisciplinaridade é que irá garantir a coerência do projeto.

Indústria 4.0 de Parcerias

Adotamos para nossa Fábrica de Parcerias, o conceito da Indústria 4.0, que representa a quarta revolução industrial, e tem como característica principal a automação de processos repetitivos e a integração de diferentes tecnologias, como inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem. O principal objetivo é promover a digitalização das atividades, otimizando processos, reduzindo custos e aumentando a produtividade. Tudo isso para entregar projetos que melhorem a qualidade de vida das pessoas.

A equipe da Fábrica de Parcerias é composta por engenheiros ambientais, civis, elétricos, sanitários, gestores públicos, economistas, advogados, analistas internacionais, cientistas do estado, cientistas políticos, entre outros.

No desenho é possível entender as etapas que um projeto precisa cumprir para se tornar uma parceria.



1 - Adesão ao programa através do acordo de cooperação

O processo de estruturação da parceria tem início na adesão dos governos estaduais e municipais ao Acordo de Cooperação, com base no Marco Regulatório do Terceiro Setor (Lei: 13.019/14), sem custos diretos aos cofres públicos.

2 - Estruturação do programa de parcerias

Para cada município e/ou estado, o IPGC realiza assessoria na estruturação do Programa de Parcerias, desde a capacitação dos governos até a aprovação da Lei de Parcerias e constituição de seu Conselho Gestor.

3 - Mapeamento de oportunidades

A ampla diversidade do país, por seus diferentes aspectos culturais, sociais e econômicos, exige que sejam realizados estudos para identificar potenciais parcerias. O resultado desse estudo é a carteira de parcerias de cada governo, seja ele municipal ou estadual.

4 - Estudos de viabilidade

O Estudo de Viabilidade é individualizado para cada parceria e integra as áreas de engenharia, economia, jurídica e administração pública. Esse estudo é fundamental para dar embasamento técnico e jurídico aos governos na tomada de decisões com base em evidências científicas, ou seja, decisões mais assertivas para gerar impacto social.

5 - Aprovação do governo

Com a entrega do Estudo de Viabilidade, o gestor terá em mãos todas as informações referentes às fases do

programa. Esse é o momento de alinhar as expectativas. Dessa forma, o poder público poderá fazer as ressalvas que julgar necessárias para a implantação do projeto.

6 - Modelagem licitatória e contratual

A modelagem é o conjunto de documentos que norteará a seleção do parceiro privado. A modelagem contratual e licitatória é o que irá estruturar as parcerias ao longo de toda a concessão, como o contrato e os indicadores de desempenho.

7 - Consulta, audiência pública e road show

É um dos momentos mais importantes de todo o projeto, por envolver questões de interesse público. Aqui acontece a participação de todos os interlocutores da parceria. A proposta é apresentada à população, que através da consulta pública poderá realizar sugestões. É uma ocasião em que os potenciais investidores também terão acesso aos detalhes do projeto.

8 - Ajustes e revisão final

Com as sugestões feitas pela população e demais pessoas envolvidas no processo, o projeto passa por revisão e ajustes finais.

9 - Concorrência pública - licitação

Através de ampla concorrência, os governos buscam o melhor parceiro privado para realizar os investimentos e operar os serviços de interesse público.

10 - Assinatura do contrato de parceria

A duração de um contrato de parceria pode variar de 5 a 35 anos. Esse documento estabelece as regras e a relação entre os parceiros durante o tempo de concessão.



Verificador INDEPENDENTE

A gestão de contratos em Parcerias Público-Privadas (PPPs) desempenha um papel importante no sucesso e na eficácia desses empreendimentos, que por definição são colaborativos. A presença de bons instrumentos para gestão de parcerias, além de garantir a boa relação entre os atores envolvidos, ainda funciona como fator de atração para novos investimentos. A confiança no cumprimento das obrigações contratuais e a garantia de um ambiente regulatório estável incentivam a participação do setor privado em projetos de infraestrutura e serviços públicos.

Um desafio

A gestão de contratos é um desafio para a gestão pública. Até mesmo os provenientes de formas de contratações triviais, como os apresentados pela Lei Federal 8.666/1993, representam impasse aos governos, seja por ausência de qualificação de seu corpo técnico no acompanhamento desses contratos, seja pela rotatividade de servidores e frequente descontinuidade dos processos em virtude das transições de poder. O mesmo ocorre também com os contratos de PPP, que, por apresentarem um arranjo de contratação pública mais complexo, carregam consigo singularidades para garantir a sustentabilidade e a boa prestação dos serviços objeto do contrato que os rege.

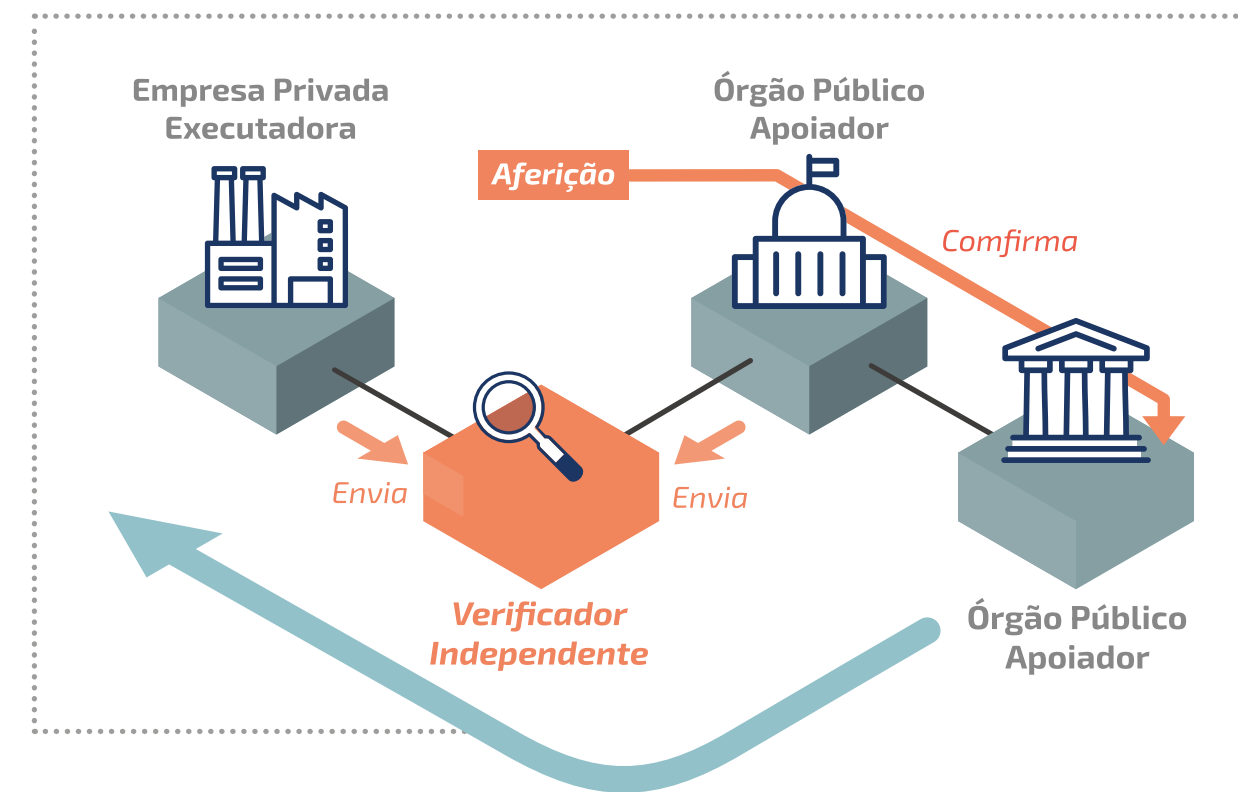
Diante do desafio de acompanhamento, auditoria e fiscalização dos contratos de parcerias é que se torna indispensável o instrumento da Verificação Independente (V.I) para resguardar as pactuações estabelecidas entre as partes interessadas, ou seja, concessionária e poder concedente. Neste contexto cabe à Verificação Independente mitigar riscos e agregar valor aos contratos através de auxílio técnico especializado na mensuração do desempenho do concessionário, além de realizar gestão dos pleitos de ambas as partes em caso de divergências.

Durante todo o período da concessão, nossa equipe técnica fiscaliza todas as etapas das entregas, garantindo que tanto o município quanto o concessionário cumpram suas respectivas obrigações contratuais. Ao contrário do senso comum referente ao tema, abordado em produções diversas, a Verificação não surge com o objetivo único de resguardar o poder público por ele ser, em tese, a parte mais carente de capacidade técnica. Ela atua para garantir o cumprimento das diretrizes contratuais e a sustentabilidade da parceria que fora precedida de estruturação, análise diagnóstica e levantamento de demandas.

Dessa maneira, é altamente aconselhável que a estruturação de PPPs preveja em seu escopo, tanto na elaboração dos modelos de governança como também na composição de custos da modelagem econômica a existência do Verificador Independente para o acompanhamento do contrato. Essa inclusão garante tanto ao poder concedente, quanto ao futuro concessionário a segurança jurídica para o fiel cumprimento dos preceitos contratuais, representando ainda uma diminuição do valor global deste serviço, se comparado com a mesma contratação realizada de forma externa, e posterior à estruturação da PPP

A importância da Verificação Independente é evidente em vários aspectos cruciais para:

- Garantir a conformidade, assegurando que todas as partes envolvidas na PPP respeitem os termos e condições do contrato. Isso inclui aspectos financeiros, operacionais, de prazos e de qualidade, prevenindo desvios que possam prejudicar o sucesso do projeto.
- Dar transparência às contas, promovendo clareza no uso de recursos públicos e privados. Isso ajuda a construir confiança tanto entre os parceiros quanto na população em geral, pois demonstra o compromisso com uma governan-



A dinâmica da Verificação Independente envolve um acompanhamento integral das entregas, além do alinhamento de expectativas dos dois entes ao longo do contrato da parceria.

ça aberta e responsável. Isso também garante a saúde de todo o tempo de contrato, prevenindo qualquer desvio que tenha como objetivo a exploração indevida dos recursos públicos.

- Mitigar e dividir riscos, permitindo que os problemas potenciais sejam identificados e tratados no estágio inicial, minimizando o impacto negativo nas operações e nos resultados finais.
- Ofertar um panorama real de desempenho, monitorando e avaliando o desempenho de ambas as partes na PPP. Isso fornece informações objetivas sobre a eficiência das operações, o alcance das metas condicionais e a qualidade dos serviços prestados.
- Desfazer disputas, atuando como mediador imparcial, auxiliando na resolução de maneira justa e equitativa, evitando que pequenas discordâncias se transformem em grandes impasses.
- Dar longevidade e sustentabilidade à parceria, identificando oportunidades de melhoria contínua dos serviços de alta qualidade.

Em resumo, a gestão de parcerias envolve todo um aparato técnico e subjetivo para, ao fim, proteger os interesses saudáveis de todas as partes envolvidas. Atualmente, o IPGC trabalha na verificação de contratos de Parcerias Público-Privadas e Concessões para as prefeituras de Carmo do Cajuru (MG), Campo Belo (MG), Nova Serrana (MG), Dolores do Indaiá (MG), Barbacena (MG) e Cataguases (MG), Jaraguá (GO) e São Paulo (SP). Temos colaborado para a expansão do modelo em todo território nacional, propondo novas tecnologias de verificação.

DO LOCAL AO REGIONAL: O PAPEL DO CONCIT NA TRANSFORMAÇÃO URBANA

O Consórcio Nacional de Cidades Inteligentes (CONCIT) é uma iniciativa inovadora, que reúne municípios de diferentes regiões do Brasil em torno de um objetivo comum: promover cidades mais inteligentes, inclusivas, sustentáveis e conectadas, por meio da gestão associada de serviços públicos. Trata-se de um marco de articulação intermunicipal que busca transformar os desafios urbanos em oportunidades, utilizando a colaboração, a inovação e a tecnologia como eixos centrais de desenvolvimento.

Inspirado nos princípios da Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, o CONCIT adota uma abordagem abrangente e integrada do que significa ser uma “cidade inteligente”. Isso implica compreender os centros urbanos como sistemas vivos, dinâmicos e interdependentes, onde elementos como planejamento urbano, mobilidade, meio ambiente, inclusão digital, governança e participação social devem atuar de forma harmônica. Nesse sentido, o consórcio propõe uma visão de inteligência urbana que vai além da digitalização, envolvendo também transformações sociais, ambientais e institucionais, de forma ética e centrada nas pessoas.

Os municípios que integram o CONCIT compartilham o compromisso de modernizar suas administrações públicas, promovendo uma gestão mais eficiente, transparente e orientada a resultados. Isso se dá por meio do apoio a projetos de transformação digital, cidades resilientes, conectividade pública, eficiência energética, economia verde, planejamento territorial integrado e inclusão socioeconômica.

Com base nos fundamentos constitucionais que orientam a promoção do bem-estar social, da inovação, da sustentabilidade e da eficiência administrativa, o CONCIT se estabelece como uma rede colaborativa nacional que busca enfrentar os desafios urbanos e territoriais com soluções conjuntas, integradas e replicáveis. Nosso propósito é claro: democratizar o acesso ao conceito de Cidades Inteligentes, garantindo que ele não seja restrito às grandes metrópoles,



Sebastião Ferreira da Rocha
Presidente do CONCIT

mas sim alcance todos os municípios brasileiros, respeitando suas realidades, capacidades e vocações locais.

Em Santana, cidade que tenho a honra de representar como prefeito e onde fui reconduzido ao cargo nas eleições de 2024, conseguimos implementar o conceito de Cidades Inteligentes por meio de uma parceria com o Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades (IPGC). A partir de uma Parceria Público-Privada (PPP) estruturada, realizamos a concessão da gestão, operação e manutenção do parque de iluminação pública à iniciativa privada. Além disso, implantamos uma usina fotovoltaica capaz de atender a demanda energética de todos os prédios públicos do município, promovendo economia, sustentabilidade e inde-



pendência energética.

Também investimos fortemente em conectividade, levando internet gratuita a escolas, unidades de saúde, praças, parques e demais espaços públicos. Além disso, instalamos câmeras de videomonitoramento inteligente, que contribuem para a segurança urbana e a gestão integrada do território. Esses investimentos somam aproximadamente R\$ 180 milhões ao longo de 25 anos, representando um marco para o município: geração de empregos locais, movimentação da economia, economia de recursos públicos e melhoria da qualidade de vida da população.

Esse exemplo mostra como é possível — mesmo em cidades de porte médio ou pequeno — avançar na implementação de políticas urbanas inovadoras, desde que exista planejamento estratégico, capacidade técnica e articulação institucional. E é justamente nesse ponto que se evidencia a importância da regionalização como estratégia central para o sucesso de iniciativas transformadoras em pequenos municípios.

Muitos municípios brasileiros enfrentam limitações estruturais, técnicas e financeiras que dificultam a oferta de serviços públicos com qualidade e abrangência. Serviços como resíduos sólidos, mobilidade urbana, saúde especializada, saneamento básico, gestão de dados e modernização da infraestrutura urbana exigem altos investimentos e capacidade operacional, o que muitas vezes está fora do alcance de administrações locais isoladas. É aí que a regionalização, por meio de consórcios intermunicipais, apresenta-se como solução eficaz e estratégica.

Ao formar arranjos inteligentes, os municípios passam a compartilhar recursos, trocar experiências, dividir responsabilidades e alcançar ganhos de escala significativos, tanto em termos financeiros quanto operacionais. O ganho de



escala permite a redução de custos unitários, o aumento da eficiência na execução de políticas públicas e a melhoria da capacidade técnica e institucional.

Além disso, a regionalização amplia o poder de negociação dos municípios, fortalece sua representatividade frente aos governos estadual e federal e facilita a captação de recursos e investimentos, tanto públicos quanto privados. O planejamento regional também permite a integração de políticas públicas, com soluções adaptadas à realidade de cada território, mas com visão conjunta, sistêmica e de longo prazo.

Em um cenário nacional de crescentes desafios urbanos e sociais, a cooperação regional se torna uma ferramenta indispensável para garantir que nenhum município fique para trás. A construção de redes de solidariedade institucional fortalece o pacto federativo e promove uma visão mais justa e equilibrada do desenvolvimento territorial.

INFRAESTRUTURA NO BRASIL

Autor: Victor Ferrer and João Pedro Levenhagen



Uma infraestrutura eficiente é, sem dúvida, um bom critério para avaliar o nível de desenvolvimento de qualquer território. A oferta adequada de serviços públicos é o princípio básico de qualquer democracia no mundo, sendo condição fundamental para redução das desigualdades, combate à extrema pobreza e sucesso da economia.

No Brasil, historicamente, o setor público foi o maior responsável por financiar e executar projetos nacionais estruturantes. Essa realidade começa a ter novos contornos nos anos 1990, a partir da parceria com a iniciativa privada nos serviços de energia e telecomunicação, além do início das concessões de rodovias. Com a aprovação da Lei nº 8.987 de 1995, inicia-se um novo momento no campo da infraestrutura brasileira. O país vivia um período de busca pelo sucesso econômico, e encontrou na participação da iniciativa privada um novo aliado para a consolidação do 'país do futuro'.

Assimilada a importância da iniciativa privada para execução de bons projetos de infraestrutura, o Brasil instituiu em 2004 a Lei das Parcerias Público-Privadas (nº 11.079), estabelecendo as normas gerais para licitação e contratação de PPPs no âmbito da administração pública. De lá pra cá, o país tem se esforçado para alcançar todo seu potencial estruturante, e demonstrou isso na aprovação de outros importantes marcos legais, como o Novo Marco do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020) e a nova Lei de Licitações (Lei nº 14.133/2021).

A realidade atual do Brasil nos faz pensar que, mesmo com um arcabouço jurídico moderno, o país ainda convive com a dificuldade de oferecer melhores serviços de infraestrutura para a população. Apesar disso, também é possível perceber que a perspectiva é boa, sobretudo com o *boom* de projetos nos últimos anos e a mobilização do interesse de *players* do mercado. Nos últimos três anos, por exemplo, segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional, o país foi o destino de mais de 72 bilhões de reais em investimentos para o saneamento, impactando mais de 19 milhões de pessoas em mais de 200 municípios que licitaram projetos na modalidade.

Tudo confirma o novo momento da infraestrutura no Brasil, e é preciso que o país aproveite as boas perspectivas para colocar de pé os projetos mais importantes para a vida e bem-estar da população. Superado o desafio da estruturação de bons projetos, o obstáculo do investimento continua real, mas há ótimas perspectivas. O novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), por exemplo, com investimento na ordem de R\$1,7 trilhão de reais, terá como prioridade o incentivo às PPPs e Concessões, em um esforço conjunto para viabilizar o término de obras paradas e o início de novos empreendimentos. Do total de R\$ 1,7 trilhão investidos no novo programa, 36,2% serão recursos privados que totalizam R\$ 612 bilhões. Os investimentos previstos no Novo PAC com recursos do Orçamento Geral da União (OGU) somam R\$ 371 bilhões. Já os das empresas estatais totalizam R\$ 343 bilhões; os financiamentos, R\$ 362 bilhões; além dos R\$ 612 bilhões do setor privado.

Com a chegada de novos investimentos, a perspectiva é de que o Brasil consiga destravar vários projetos em áreas sensíveis do desenvolvimentos, como Saneamento Básico, Telecomunicações, Energia, entre outras. Entretanto, chamamos a atenção para a necessidade de uma coordenação nacional que seja capaz de colocar em prática um planejamento integrado e de longo prazo. Advogamos então por um Programa Nacional de Parcerias, capitaneado pelo Governo Federal, e que previna o país de investimentos descoordenados e projetos que não atendem às necessidades reais da população. Se por um lado o país já ilustra boas perspectivas de investimentos, por outro, precisará educar seus gestores, investir também em bons projetos e incentivar cada vez mais a participação privada.

Além do compromisso do poder público e do interesse da iniciativa privada, há também em cada cidadão a responsabilidade de reivindicar e acompanhar as melhorias de sua comunidade. A seguir, apresentamos um panorama do atual estado da arte da infraestrutura brasileira e identificamos as áreas fundamentais para fazer do Brasil que temos um Brasil que queremos.

O BRASIL QUE TEMOS

Autor: Victor Ferrer, João Pedro Levenhagen

Um bom diagnóstico é o primeiro passo para a formulação políticas públicas efetivas, pois é fundamental compreender e delimitar o problema para chegar a soluções precisas e adequadas.

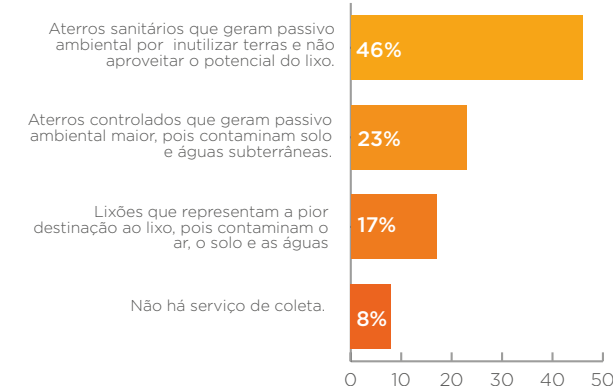
Ao presumir que esse Brasil ainda está em construção, não há intenção de nos diminuir em relação aos outros países. Pelo contrário, ao discutir a nossa posição em comparações internacionais e observar as tendências que avançam em países desenvolvidos, expandimos nossos conhecimentos.

Quando analisamos o país de hoje, logo percebemos os desafios que precisamos superar e as inteligências que precisamos desenvolver para que o Brasil que projetamos possa ser também um Brasil para todos.

INFRAESTRUTURA SANITÁRIA SÓLIDOS: RESÍDUOS SÓLIDOS

A **destinação incorreta dos resíduos** afeta anualmente a **saúde de 77,65 milhões de brasileiros**, gerando custo ambiental e para tratamento de saúde de cerca de **US\$ 1 bilhão por ano**.

INADEQUAÇÃO NO TRATAMENTO DADO AO LIXO PELOS MUNICÍPIOS



8% do lixo brasileiro não é coletado. Do volume (92%) atendido pelo serviço de coleta, **40,5% recebe destinação inadequada** - **23% vai para locais que não contam com processo de impermeabilização do solo, os aterros controlados, e 17,5% vai para lixões a céu aberto**, que são ainda piores.

Fonte: Panorama ABRELPE 2020

Não existem dados consolidados sobre a contaminação de águas subterrâneas no Brasil. Contudo, após realizar estudos sobre o tema, a CETESB declarou haver **6.000 pontos de contaminação de águas subterrâneas** apenas no estado de São Paulo.

LÍQUIDOS: ÁGUA E ESGOTO

No Brasil, **45,9% do esgoto gerado** não é coletado. E, antes de retornar à natureza, **50,9% do esgoto coletado não é tratado**.

Fonte: Instituto Trata Brasil, a partir de dados do SNIS 2019

ESGOTO NÃO TRATADO PELOS MUNICÍPIOS



A ausência de coleta de esgoto faz com que **99 milhões de brasileiros** descartem seus dejetos em fossas ou em rios.

Fonte: Instituto Trata Brasil

ESGOTO NÃO COLETADO PELOS MUNICÍPIOS



Descartam em rios : 99 milhões de brasileiros
Com serviço de coleta de esgoto: 84 milhões de brasileiros

15 mil brasileiros morrem todo ano por doenças relacionadas à **falta de saneamento básico**.

Fonte: Instituto Trata Brasil, a partir de dados da OMS

É fundamental para o desenvolvimento urbano nacional e para o exercício da cidadania que os serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto cheguem à meta-de do país que não os recebem.

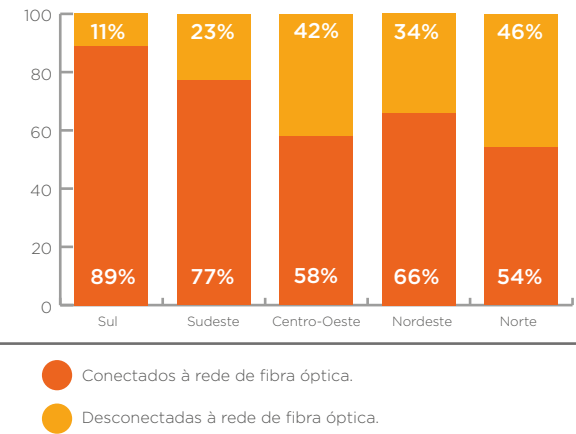
INFRAESTRUTURA URBANA
CONECTIVIDADE

A expansão da infraestrutura de telecomunicações que o IPGC Brasil tem estudado e implementado nos quatro cantos do país é uma importante forma de equipar cidadãos. Por meio da disponibilização de internet gratuita nos locais públicos, abrimos portas para um futuro de cidadania digital e de maior velocidade para os serviços governamentais.

No Brasil, parte considerável das prefeituras ainda não está conectada à rede de fibra óptica. São 11% do total na região Sul, 23% na região Sudeste, 42% no Centro-Oeste, 34% no Nordeste e 46% na região Norte.

PREFEITURAS COM CONEXÃO LENTA

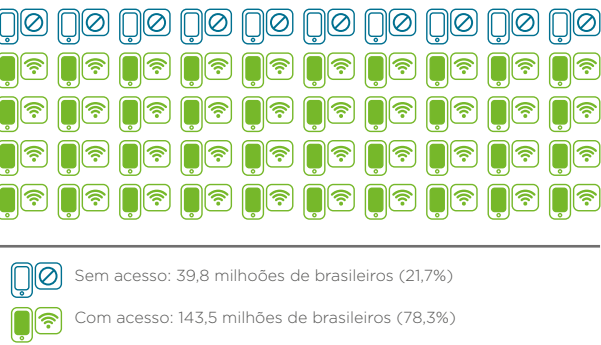
% das prefeituras com instalações não conectadas à rede fibra óptica por região.



Fonte: TIC Governo Eletrônico 2019

39,8 milhões de brasileiros (21,7% da população) não dispõem de acesso à internet.

EXCLUSÃO DIGITAL NO BRASIL



Fonte: PNAD Contínua 4º tri/2019

Em ranking internacional, o Brasil aparece em 36º na categoria inclusão digital.

Fonte: Facebook, por The Economist Intelligence Unit

ILUMINAÇÃO PÚBLICA

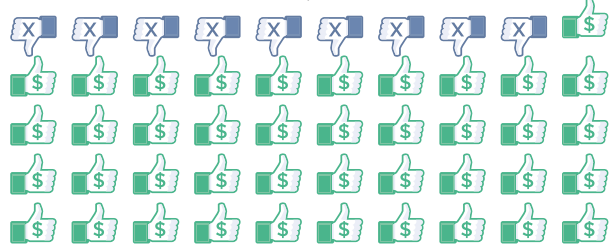
Mas o cidadão não é o único afetado pelas mudanças. Tirando do papel projetos que beneficiam toda a sociedade, em um esforço público-privado, assistimos à transformação das cidades: espaços que antes eram escuros, inseguros, em estado de deterioração, hoje se iluminam com projetos de modernização dos parques de iluminação pública, indicando que em parte do país um Brasil Inteligente já está se tornando realidade.

Dos municípios brasileiros, 75,8% declaram cobrar taxa de iluminação pública.

Fonte: Agência IBGE, a partir de dados da MUNIC 2019

No serviço de iluminação pública, 95% das luminárias são de tecnologias ultrapassadas, que são em média 60% menos eficientes que as de LED, o que faz com que o serviço consuma 3,5% da energia gerada no país.

MUNICÍPIOS QUE DECLARARAM COBRAR TAXA DE ILUMINAÇÃO

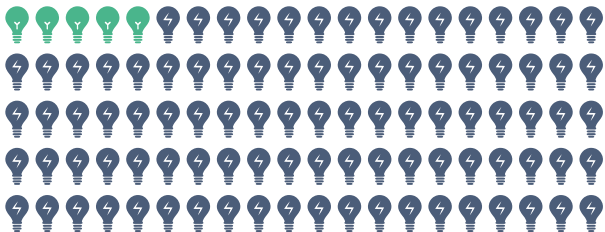


Fonte:IPGC, a partir de dados de ABILUX e Banco Mundial

VIDEOMONITORAMENTO

Se por um lado a cidade se ilumina, por outro, a vida se

TECNOLOGIA UTILIZADA POR LUMINÁRIAS DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS



5% do parque de iluminação já eficientizado com LED
95% das luminárias de tecnologia ultrapassada, não eficiente, pois consomem 60% mais energia em média.

preserva. Além do ganho de segurança que surge com uma cidade mais iluminada, os municípios do Brasil Inteligente observam a queda nos índices de criminalidade quando passam a contar com a proteção de câmeras de vídeo e central de monitoramento - avanços que até pouco tempo atrás estavam restritos às grandes metrópoles do país.

RANKING DAS 50 CIDADES MAIS VIOLENTAS DO MUNDO

17 CIDADES BRASILEIRAS 33 OUTRAS CIDADES

17 das 50 cidades mais violentas do mundo são brasileiras.

Fonte: ONG Seguridad, Justicia y Paz

MUNICÍPIOS QUE POSSUEM ESTRUTURA ORGANIZACIONAL VOLTADA PARA SEGURANÇA PÚBLICA



Municípios com estrutura organizacional voltada para segurança pública. 39,8
Municípios sem estrutura organizacional voltada para segurança pública. 143,5

Apenas 23,6% dos municípios brasileiros possuem estrutura organizacional voltada à política de segurança.

Fonte: Agência IBGE, a partir de dados da MUNIC 2019

Passo a passo, o IPGC busca olhar para o futuro, pensar e impactar as cidades brasileiras, sem, no entanto, deixar de constatar a dura realidade da grande maioria, cuja demanda principal ainda é a resolução de uma agenda do século passado, mas sem a qual a construção de um Brasil Inteligente não será possível: o Saneamento Básico.

ENERGIA RENOVÁVEL

Imaginar um Brasil mais inteligente é também pensar em como o nosso desenvolvimento pode ocorrer a partir de bases sustentáveis, afinal, o mundo está conectado não apenas nos fluxos de informação: a natureza também é sistêmica. E a oferta de energia elétrica que alimentará



a revolução tecnológica das cidades inteligentes também deve ser discutida sob novas perspectivas. Trata-se de um imperativo não apenas econômico, mas também ecológico e social.

Em 2019, o **Brasil foi o 6º país que mais emitiu Gases de Efeito Estufa (GEE)** no mundo.

Fonte: National Geographic, dados do Observatório do Clima

Anualmente, **7,1% da energia produzida no país é consumida pelo Setor Público.**

Fonte: Balanço Energético Nacional 2020

INFRAESTRUTURA SOCIAL EDUCAÇÃO

No Brasil, compreender a educação pública é também estudar a desigualdade social brasileira e entender que a realidade dos alunos e professores não se resume à sala de aula. Infraestrutura defasada e má remuneração dos professores são somente o começo do problema, já que, para manter um aluno na sala de aula, a escola precisa convencê-lo de que vale a pena investir nos estudos. Para muitas crianças no Brasil, o almoço que é dado na escola pública é a principal refeição do dia.

Por isso, o IPGC trabalha a perspectiva do investimento na educação como forma de remover dificultadores que atrapalhem na relação entre o aluno, o conteúdo pedagógico e seu professor(a), visando tornar a escola mais atrativa à criança, reduzir o abandono escolar e melhorar a qualidade do ensino.

Em 2019, 3,5 mil escolas públicas não tinham banheiros, o que representava 2,4% do total. Em 2020, aumentou para 4,3 mil, 3,2% do total. A internet banda larga não chegava a 15 mil escolas urbanas em 2019 (18,1%), e cresceu para 17,2 mil (20,5%) em 2020.

Fonte: G1, Censo Escolar 2020

O número de crianças de seis e sete anos no Brasil que não sabem ler e escrever cresceu 66,3% de 2019 para 2021.

Fonte: Todos Pela Educação

Metade dos jovens que saíram da escola na pandemia foi trabalhar.

Fonte: IPEC

A cada 100 crianças, aproximadamente 8 estavam com atraso escolar de 2 anos ou mais.

Fonte: IDEB

SAÚDE

Apesar de todas as suas contradições sociais, o Brasil, enquanto país em desenvolvimento, tem o privilégio de possuir uma estrutura nacional de saúde pública reconhecida internacionalmente como o Sistema Único de Saúde (SUS), podendo garantir à sua população o atendimento clínico como direito de cidadania. Contudo, apesar de bem estruturado e espalhado pelo território, o SUS ainda sofre com falta e má gestão de recursos. Esse mau uso do recurso público é considerado uma das principais causas da insuficiência da saúde pública brasileira por diversos atores da área, como a empresa Medilab, a organização Politize e a Federação Médica Brasileira (FMB).

150 milhões de brasileiros dependem do SUS

Fonte: IBGE, 2020

Postos de saúde:

29% não têm acesso à internet,

21% não têm disponíveis itens básicos de higiene, como pia com água, sabonete, papel-toalha e lixeira com pedal.

Fonte: Instituto Locomotiva

Até aqui, abordamos temas centrais para imaginarmos um Brasil mais inteligente sob a perspectiva de comparações internacionais e dos projetos que desenvolvemos. A seguir, abordaremos tema transversal a essa discussão: o potencial de impacto ambiental, social e econômico de estender esse Brasil do futuro a todos os municípios brasileiros.

O BRASIL QUE QUEREMOS

Autor: Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades

O Brasil que projetamos é um país no qual 100% dos municípios implementam soluções inovadoras, sustentáveis e eficientes. Independente do tamanho do município, o IPGC busca maneiras de universalizar suas soluções, porque todo cidadão merece um serviço público de qualidade. Isso só é possível pois, depois de anos investindo em pesquisa e no aprimoramento de seu fluxo de trabalho, o IPGC desenvolveu uma fábrica de projetos capaz de elaborar estudos de viabilidade em massa, de forma mais barata e mais rápida que qualquer outra organização do setor. Além disso, para garantir segurança jurídica a todos os envolvidos em eventuais licitações decorrentes de suas soluções, o IPGC oferece uma assessoria jurídica que acompanha, guia e capacita os servidores em cada passo do caminho até o início da operação do serviço público.

Para além da forma, a substância dos projetos elaborados pelo IPGC são igualmente inovadores, seus objetos são meticulosamente estudados pelo Centro de Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento (CePID), a fim de testar e produzir soluções que condizem com a realidade brasileira e seus problemas e que, acima de tudo, atendam às demandas de eficiência, sustentabilidade, qualidade e estabilidade do serviço público. Reforçando a ciência da gestão pública, o IPGC pretende levar “o Brasil que projetamos” para todos os cantos do país.

INFRAESTRUTURA SANITÁRIA:

1. EIXO DE SÓLIDOS: MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, LIMPEZA URBANA E GESTÃO DE ÁREAS VERDES

No Brasil que projetamos, as concessionárias do eixo de sólidos se comprometem com a meta 4 do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que propõe a redução da quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para aterros sanitários, mensurada pelo Índice de Recuperação de Resíduos (IRR). Além disso, as concessionárias também se comprometem com a universalização da coleta de resíduos sólidos e com o cumprimento de rotas periódicas e planejadas para realizar os serviços de limpeza urbana e de gestão de áreas verdes (poda, capina e etc).

Para garantir a efetividade desses compromissos, todos os serviços do eixo de sólidos são contratualmente atrelados à variação da receita do parceiro privado. Dessa forma, os interesses econômicos do parceiro privado são alinhados aos interesses sociais e sustentáveis da sociedade, ou seja, quando o parceiro privado lucra a sociedade também “lucra” com um serviço de qualidade e um aumento do bem estar geral da população.

Ao considerar a manutenção do cenário vigente, seriam necessários 55 anos para que aterros controlados e lixões sejam encerrados no Brasil.

Fonte: Panorama ABRELPE 2020
Estudo “Universalização da Limpeza Urbana” da ABRELPE aponta potencial de investimentos da ordem de R\$ 6 bilhões.
Fonte: UNIVERSALIZAÇÃO DA LIMPEZA URBANA: CONCESSÕES, PPPS E SUSTENTABILIDADE FINANCEIRA DOS SERVIÇOS

2. EIXO DE LÍQUIDOS: ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), no ritmo atual, o Brasil irá alcançar a universalização do saneamento básico após 2050. Essa tendência não alcança as metas do Novo Marco do Saneamento, que define que 99% da população deve ter acesso à água potável e 90% deve ter acesso à coleta e tratamento de esgoto até 2033. Para além de atingir as metas de universalização, o fomento dos acordos efetivos de investimento no saneamento básico impacta indiretamente muitas outras áreas do bem estar social.

Segundo a CNI, cada R\$1,00 investido no saneamento básico gera um retorno de R\$2,50 no setor produtivo nacional. Além disso, estima-se que a universalização do saneamento reduz em 6 bilhões de reais os gastos com saúde.

Sendo assim, como projetista de soluções públicas inovadoras, o IPGC visa acelerar o ritmo da universalização do saneamento e melhorar o bem estar social em todas as esferas impactadas pelo saneamento. Para isso, o Instituto tem desenvolvido sua própria lógica de regionalização do saneamento, de forma a dividir o país em lotes economicamente sustentáveis para o Poder Público e para o par-

ceiro privado, visando que nenhum município - grande ou pequeno - e nenhum cidadão fique de fora do Brasil que projetamos.

Cada real investido em saneamento básico gera uma economia de R\$ 4 em gastos em saúde, estima a professora do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília (UnB) Conceição Alves.

Fonte: Correio Braziliense

INFRAESTRUTURA URBANA ILUMINAÇÃO PÚBLICA, CONECTIVIDADE E ENERGIA RENOVÁVEL

Parte essencial do Brasil que projetamos é a PPP de Cidade Inteligente, que consiste na união de três serviços relacionados em um único objeto: iluminação pública de LED, telecomunicações de prédios públicos e geração de energia fotovoltaica. Implementada em muitos municípios do país, a PPP de Cidade Inteligente traz ao município mais eficiência, aprimorando a conexão de internet, proporcionando o aproveitamento da energia solar e reduzindo o gasto de energia elétrica causado pelas lâmpadas LED.

Em pleno século XXI, o IPGC reconhece que o acesso à internet deixou de ser apenas um luxo para se tornar uma necessidade básica, seja para buscar informações do dia a dia, vender produtos e serviços, estudar ou até mesmo entrar em contato com o próprio poder público. Por isso, a internet de fibra ótica oferecida pela Cidade Inteligente revoluciona o contexto local, trazendo a eficiência da conexão de alta velocidade aos servidores públicos e trazendo oportunidades para os cidadãos que aproveitarem do hotspot de acesso público.

INFRAESTRUTURA SOCIAL

1. SAÚDE

Associado à rede de internet de fibra óptica do projeto de Cidade Inteligente, o projeto de PPP de saúde pública municipal do IPGC está intrinsecamente ligado à informação como ferramenta de gestão efetiva. O IPGC propõe que o atendimento da saúde pública no Brasil seja conectado a *softwares* que coletam e armazenam os dados gerados a respeito da saúde da população. Assim, serão disponibilizadas estatísticas em tempo real para o gestor público, que poderá, a partir delas, definir pontos focais, como as principais causas de morte, e novas tendências, como o crescimento de casos de determinada doença, protegendo a privacidade do indivíduo e oferecendo *insights* sobre o coletivo.

A proposta do chamado *e-government* (ou governo eletrônico) na área da saúde tem como objetivo aprimorar o

planejamento financeiro e combater a má gestão da saúde. Essa abordagem permite que o governo municipal invista na estratégia de saúde pública mais eficiente e eficaz, adotada nos países mais desenvolvidos: a prevenção. Uma vez que as tendências serão acompanhadas pelo gestor, serão feitos investimentos planejados e focados na prevenção de doenças crescentes, melhorando a qualidade de vida da população e reduzindo os gastos do poder público.

O IPGC acredita que a união das inteligências do setor público e do privado é capaz de desenvolver um Sistema Municipal e/ou microrregional que possa oferecer toda uma linha de cuidados progressivos à vida. Nossa proposta é pensar em toda a cadeia do sistema e suas interdependências, promovendo assim uma capacidade de atendimento resolutivo às demandas sociais.

8 das 10 principais causas de mortes de brasileiros são Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) que podem ser prevenidas ou tratadas com acesso regular à saúde.

Fonte: Estimativa Global de Saúde - OMS

2. EDUCAÇÃO

Para impulsionar a educação pública no Brasil que projetamos, o IPGC propõe a PPP de educação, que envolve o projeto, a construção e os demais serviços envolvidos no processo pedagógico. A ideia por trás dessa Parceria é reduzir o tempo que os profissionais pedagógicos gastam com assuntos não relacionados com a pedagogia. Assim, eles poderão dedicar-se somente ao aprendizado dos alunos, sem serem atrapalhados por problemas infraestruturais. Além disso, a manutenção da escola também é aprimorada, uma vez que a remuneração mensal do parceiro privado é variável conforme a avaliação trimestral da qualidade dos serviços prestados (limpeza, segurança, enxoval, água, luz...), segundo critérios contratualmente estabelecidos no sistema de mensuração de desempenho.

O primeiro exemplo dessa prática inovadora no Brasil foi a PPP de educação de Belo Horizonte, responsável pela construção de mais de 51 escolas. Além disso, há também exemplos em países como Alemanha, Austrália e Canadá. O IPGC acredita que oferecer condições seguras e dignas para os professores ensinarem e os alunos aprenderem sem interrupções e preocupações externas é essencial para alavancar a educação primária e fundamental do país.

Tempo médio de construção de uma escola de forma tradicional: 20 meses

Tempo médio de construção de uma escola com a PPP de BH: 11 meses

Fonte: RODRIGUES, B. C. L. Avaliação do impacto da utilização de parceria público-privada para a construção e operação de unidades municipais de educação infantil em Belo Horizonte. 2015. Dissertação (Mestrado) - Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2015

PROJETANDO O BRASIL DE AMANHÃ

João Pedro Levenhagen
Acadêmico de Administração Pública na Fundação Getúlio Vargas e assessor de Pesquisa e Desenvolvimento do IPGC

Conforme o impacto humano no meio ambiente aumenta e os combustíveis fósseis se tornam mais escassos e onerosos, a humanidade busca um futuro mais sustentável e inteligente por meio das energias renováveis. Por isso, a comunidade internacional disputa uma corrida pela sustentabilidade. As mais influentes nações e corporações do globo buscam a fórmula do desenvolvimento sustentável, um caminho que simultaneamente oferece crescimento econômico e harmonia com a natureza e as gerações futuras. O IPGC está aplicando inteligência e estudo para que o Brasil alcance seu potencial transformador como um dos líderes mundiais na corrida do desenvolvimento sustentável.

ÁGUA, ESGOTO E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

Utilizando uma inovadora metodologia de contratos de PPP, o Programa Brasil Inteligente para o saneamento básico tem ligação direta com a universalização do saneamento básico e o tratamento do esgoto.

Da educação ao turismo, da renda à saúde, a universalização do saneamento básico afeta a todos nós em diferentes setores. Por isso, defendemos que o investimento em distribuição de água, a coleta de esgoto e o seu tratamento tem retorno garantido para toda a sociedade. O Brasil com saneamento básico é um Brasil sustentável, saudável e produtivo.

Por fim, o Programa do IPGC para a solução do problema de resíduos do Brasil pretende ir além do tratamento e coleta, prevê também a recuperação energética dos resíduos.

Por meio de inovadoras tecnologias de termodegradação, é possível gerar energia elétrica com os resíduos, reduzindo o impacto no meio ambiente e gerando economia para os cofres públicos, tudo isso com parcerias público privadas trazendo investimento privado ao serviço público de qualidade.

ENERGIA SOLAR

Em função de sua posição geográfica privilegiada com irradiação solar, o Brasil tem o potencial de desenvolver seu setor fotovoltaico e subir no ranking de maiores produtores mundiais de energia solar fotovoltaica, se posicionando à frente de países desenvolvidos como Austrália, Japão e Holanda.

O IPGC tem trabalhado com municípios e estados para viabilizar usinas fotovoltaicas de alta tecnologia. Assim, temos a capacidade de tornar pequenas cidades com dificuldade de custear energia elétrica em municípios autônomos.

ILUMINAÇÃO PÚBLICA

O IPGC tem como um de seus principais projetos o desenvolvimento de PPPs de Cidade Inteligente que prevê a eficiência da iluminação pública (IP). E para alcançar esse objetivo, propomos a substituição de todas as luminárias de vapor de sódio e mercúrio do parque de IP do Brasil por luminárias de LED.

A tecnologia do LED permite que o município ofereça uma iluminação de maior qualidade, gastando em média 60%

menos energia, além de ter vida útil maior e menor custo de manutenção. Dessa forma, as luminárias de LED também refletem uma redução de emissão de CO₂ devido ao menor consumo de energia.

Com a proposta de eficiência de todo o parque de iluminação pública do Brasil, o IPGC oferece ao país um futuro de desenvolvimento mais sustentável.

A eficiência do parque nacional de IP tem o potencial de:

Redução de aproximadamente
10.000 Gwh
no consumo anual de energia

Aproximadamente
R\$ 28 Bilhões
de investimento de investimento privado

Redução de aproximadamente
802 mil ton.
de CO₂ todos os anos

Economia de aproximadamente
R\$ 5 Bilhões
por ano aos cofres públicos

Com base em projeções do mercado de termodegradação por gaseificação, a recuperação energética dos RSU atualmente dispostos de forma incorreta tem o seguinte potencial:

Gerar
16.000 Gwh
por ano

Atrair aproximadamente
R\$ 50 Bilhões
de investimento privado em usinas de termodegradação

O Brasil precisa de R\$ 753 bilhões de investimento público e privado para universalizar o saneamento básico até 2036.

Benefícios:

R\$ 190 Bilhões
em aumento de produtividade no trabalho

R\$ 447 Bilhões
com valorização imobiliária

R\$ 42,8 Bilhões
com turismo

R\$ 6 Bilhões
com redução de gastos na saúde

Crianças com saneamento básico passam
2 anos
a mais na escola

Fonte: Instituto Trata Brasil e KPMG

An aerial photograph of a city, likely São Paulo, showing a dense urban landscape with numerous buildings and a prominent highway in the foreground. The image is overlaid with a dark blue gradient and a large, semi-transparent white quotation mark graphic. The quote is written in white, bold, sans-serif font.

**“O conhecimento e a
informação são os recursos
estratégicos para o
desenvolvimento de qualquer
país. Os portadores desses
recursos são as pessoas.”**

Peter Drucker.

EDUCAR PARA FAZER PARCERIAS

Carolina Santana

Mestre em Análise do Discurso pela UFMG
Gerente de Educação do IPGC.

O cenário urbano contemporâneo apresenta desafios complexos e multifacetados que demandam soluções inovadoras e eficazes. Nesse contexto, as Parcerias Público-Privadas (PPPs) surgem como uma abordagem estratégica para a resolução de problemas urbanos, como iluminação, saneamento básico e conectividade. No entanto, a efetividade dessas parcerias transcende a simples formalização de acordos, dependendo do engajamento educativo dos cidadãos. Quando a população compreende profundamente as PPPs, elas passam a demandar soluções inteligentes, sustentáveis e anticorrupção do poder público. A Educação surge, então, como um instrumento fundamental para promover o entendimento cidadão, acelerar a formação de novas parcerias e alinhar-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em particular o de número 17, que trata especificamente das parcerias para o desenvolvimento.

As PPPs representam um modelo colaborativo no qual o setor público e o setor privado unem forças para enfrentar desafios urbanos. Essa abordagem aproveita a expertise e os recursos de ambas as partes, resultando em projetos mais eficientes e de maior alcance. As PPPs têm o potencial de revolucionar a infraestrutura urbana, mas sua eficácia depende da participação informada da sociedade. Quando os cidadãos compreendem os benefícios de parcerias estruturadas e transparentes, eles passam a exigir tais abordagens do poder público, criando um ciclo virtuoso de cooperação.

Para que a população compreenda as nuances e as vantagens das parcerias, é crucial investir na educação cidadã. A formação das pessoas sobre o funcionamento das PPPs, seus benefícios e potenciais riscos, capacita-os a analisar criticamente propostas e ações governamentais. Essa ação educativa engaja e resulta em um eleitorado mais informado e consciente, capaz de pressionar por projetos de qualidade e de fiscalizar a implementação adequada. Além disso, a educação cidadã contribui para a construção de uma

cultura de colaboração e responsabilidade compartilhada entre o governo, o setor privado e a sociedade civil.

O ODS 17 destaca a importância das parcerias para alcançar os demais objetivos de desenvolvimento sustentável. No entanto, para que essas parcerias sejam verdadeiramente eficazes, é necessário que os cidadãos compreendam sua relevância e funcionamento. A educação em PPPs alinha-se diretamente com essa meta, pois capacita os cidadãos a reconhecerem nas parcerias uma via para a promoção da transparência, da integridade e do progresso sustentável das cidades.

O IPGC é atualmente uma entidade fundamental na promoção da educação em PPPs. Como intermediário entre o governo e as empresas privadas, o Instituto desenha soluções estratégicas e seguras que incorporam a perspectiva da sociedade. Ele atua não apenas como um elo entre as partes interessadas, mas também como uma organização educadora, disseminando informações sobre a importância de se fazer parcerias e como elas podem ser implementadas de maneira eficaz e ética.

É importante ter em mente alguns exemplos notáveis de parcerias entre o público e o privado que se destacaram como casos de sucesso em diferentes partes do mundo e que estão à disposição do Brasil, pelo IPGC. No início dos anos 2000, Londres iniciou um ambicioso projeto de renovação urbana conhecido como “London 2012”. Essa iniciativa incluiu a revitalização de áreas degradadas e a construção de novas infraestruturas para os Jogos Olímpicos de 2012. O projeto envolveu uma parceria colaborativa entre o governo local, o governo nacional, empresas privadas e organizações sem fins lucrativos. Além dos benefícios imediatos dos Jogos, a cidade ganhou instalações esportivas de qualidade e uma renovação significativa de suas áreas urbanas.

Uma das maiores Parcerias Público-Privadas em infraestrutura rodoviária foi a expansão e manutenção da Au-



toestrada Trans canadense no Canadá. O projeto envolveu o setor privado na construção e operação da rodovia, garantindo um alto padrão de manutenção e serviço ao longo de décadas. Essa parceria permitiu que o governo se concentrasse em outras prioridades, enquanto a expertise do setor privado garantia uma infraestrutura de transporte eficiente.

O Metrô de Santiago é um exemplo de PPP bem-sucedida na área de transporte público. O sistema foi construído e é operado por uma empresa privada em parceria com o governo chileno. Isso resultou em um sistema de transporte moderno, eficiente e acessível para a população. A parceria permitiu que a expertise técnica do setor privado fosse combinada com o compromisso do governo em fornecer um serviço público de qualidade.

Na Índia, várias Parcerias Público-Privadas foram estabelecidas para melhorar o acesso a serviços de saúde. Por exemplo, o projeto Janani Suraksha Yojana visa reduzir a mortalidade materna e infantil, incentivando mulheres grávidas a dar à luz em instalações de saúde. Parceiros privados, como clínicas e hospitais, trabalham em colaboração com o governo para fornecer serviços de saúde essenciais às comunidades.

O Aeroporto Internacional de Incheon é um exemplo de sucesso na área de infraestrutura aeroportuária. O governo sul-coreano colaborou com o setor privado para projetar, construir e operar o aeroporto. A parceria resultou na criação de um dos aeroportos mais eficientes e bem classificados do mundo, impulsionando o desenvolvimento econômico da região.

Esses exemplos ilustram como as Parcerias Público-Privadas podem ser fundamentais para impulsionar o desenvolvimento em diferentes setores e regiões do mundo. Quando os recursos, a experiência e o compromisso do setor público e privado se unem de maneira estratégica e transparente, projetos de grande impacto podem ser rea-

lizados, beneficiando diretamente as comunidades e contribuindo para o progresso sustentável. Obviamente cada país possui suas regras legislativas específicas a serem respeitadas em todas as instâncias dos projetos, mas bons exemplos nos inspiram e nos motivam a procurar soluções ágeis e eficientes no processo de melhoria de vida dos cidadãos brasileiros.

O IPGC traz vários exemplos de desempenho em grandes áreas, como detalhadas ao longo deste Atlas e vamos crescer ainda mais, apresentando as melhores soluções em todas as frentes que interessam ao cidadão. O Brasil precisa de muito investimento, sobretudo em educação, para avançarmos e agilizarmos as transformações das cidades; nossa nação é jovem e o conhecimento é uma conquista para o avanço da nova cultura de parcerias que tanto sonhamos. Ao fornecer conhecimento acessível e atualizado, por meio do P5, o IPGC fortalece a capacidade de tomada de decisão e promove a colaboração construtiva entre todos os envolvidos.

A compreensão profunda e educativa das Parcerias Público-Privadas é um pilar fundamental para o desenvolvimento sustentável das cidades. Quando os cidadãos estão conscientes dos benefícios dessas parcerias e são capacitados a avaliar seu funcionamento, eles passam a ser agentes ativos na demanda por soluções inteligentes, transparentes e eficazes. A Educação não apenas empodera os cidadãos, mas também cria uma cultura de colaboração que permeia todos os níveis da sociedade, desde o indivíduo até as instâncias políticas e as empresas privadas.

Nesse contexto, o Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades (IPGC) desempenha um papel crucial ao promover a educação em PPPs e contribuir para a construção de cidades mais sustentáveis e resilientes. Por meio do Programa de Educação Permanente em PPPs (P5), o IPGC fortalece o entendimento cidadão e acelera a formação de parcerias que impulsionam o desenvolvimento do país.

POR QUE O CAMINHO DAS PARCERIAS?

Vista aérea, Barretos, São Paulo.

COMPARATIVO ENTRE CONTRATAÇÕES PÚBLICAS SOB O REGIME DA LEI 8.666 E LEI 11.079.

Luís Fernando Parma
Gestor Público e Diretor de Parcerias do IPGC

Os gestores públicos, sobretudo municipais, já possuem familiaridade com as formas convencionais de contratações públicas provenientes da Lei Geral de Licitações, recentemente reformada em seu texto pela Lei 14.133/2021. No entanto, a julgar pela complexidade e especificidade do objeto das contratações, cabe a esses gestores analisar outros mecanismos e arranjos de contratações que garantam melhores condições de execução e garantias de eficiência na prestação dos serviços.

Além da singularidade dos serviços, cabe ressaltar também o contexto de enormes dificuldades financeiras que os municípios brasileiros atravessam, especialmente os de pequeno e médio porte, em decorrência da queda de arrecadação proveniente da pandemia da Covid-19 e claro, da desproporcionalidade de repartição fiscal estabelecida pelo pacto federativo. Todo esse contexto abalou a capacidade de investimento em áreas prioritárias da administração pública, como a manutenção e operação da infraestrutura pré-existente, além de inviabilizar expansões e modernizações que visam garantir a eficiência e qualificação dos serviços prestados à população.

Diante desse cenário, as parcerias e concessões se colocam como ferramentas facilitadoras, conciliando em seu arranjo de contratação a capacidade de investimento necessária para suprir os déficits da infraestrutura. Elas também proporcionam à gestão municipal melhores condições gerenciais de acompanhamento desses contratos, diminuindo a carga burocrática e potencializando os esforços nos resultados efetivos dos serviços.

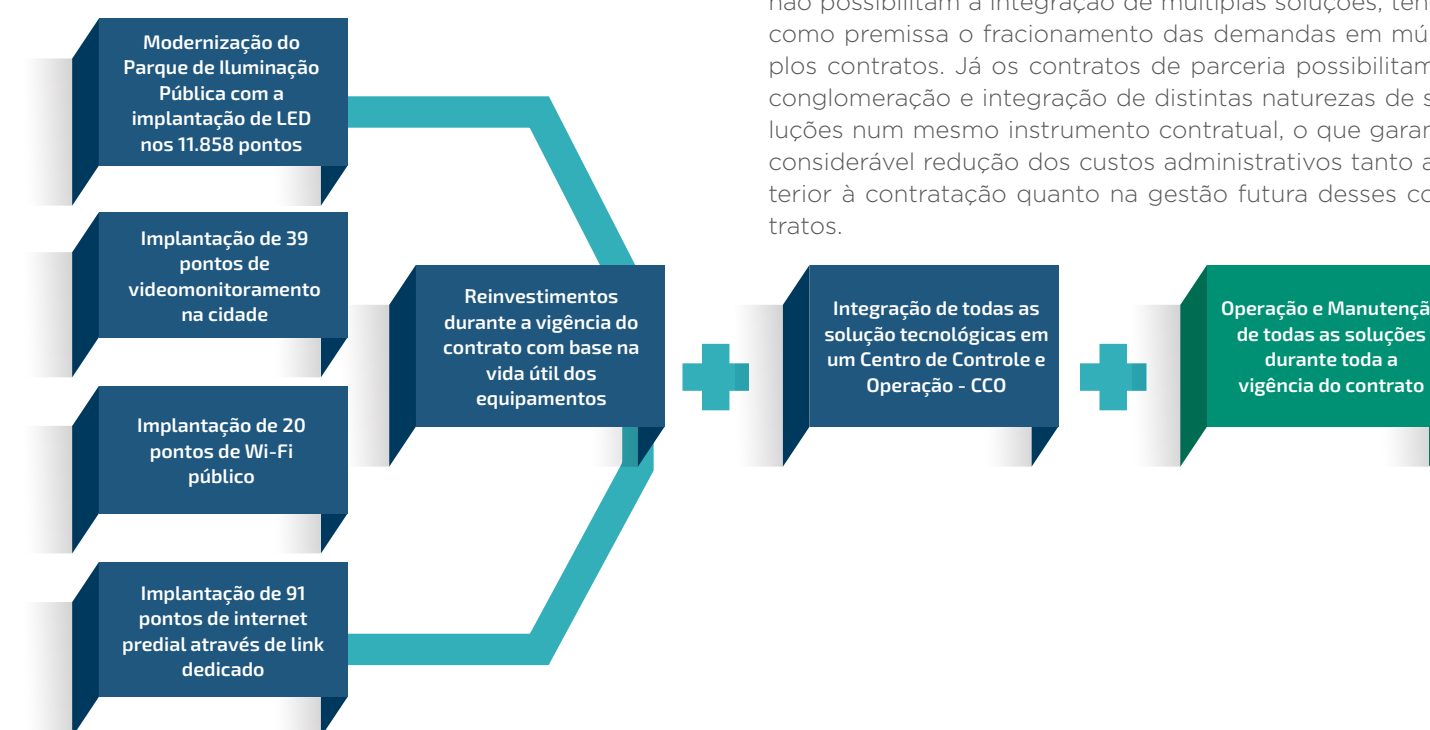
Mas em que medida os modelos de parcerias se distinguem tanto dos modelos convencionais de contratações? A fim de comparação, podemos elencar aqui os principais pontos:

TEMPO DE VIGÊNCIA DOS CONTRATOS

O regime convencional de contratações não permite a utilização de prazos longos, enquanto os contratos de parcerias possibilitam a celebração de contratos de até 35 anos. Isso garante maiores condições de amortização dos investimentos realizados pelo parceiro privado, além de transferir a ele todos os riscos e encargos da operação e manutenção dos ativos a longo prazo.

COMPLEXIDADE DO OBJETO, CONGLOMERAÇÃO DE SOLUÇÕES E REDUÇÃO DE CUSTOS

Contratos celebrados com respaldo na Lei 8666/93 não possibilitam a integração de múltiplas soluções, tendo como premissa o fracionamento das demandas em múltiplos contratos. Já os contratos de parceria possibilitam a conglomeração e integração de distintas naturezas de soluções num mesmo instrumento contratual, o que garante considerável redução dos custos administrativos tanto anterior à contratação quanto na gestão futura desses contratos.



REMUNERAÇÃO DOS SERVIÇOS

A remuneração privada em contratos convencionais baseia-se na mensuração de aspectos “meio” como, por exemplo, medições em projetos de engenharia. Além disso, esse modelo exige do corpo técnico responsável pleno conhecimento específico do escopo da licitação, pois a especificação dos itens é realizada de forma minuciosa. Já nas parcerias, o sistema de pagamento prevê remuneração por desempenho na oferta dos serviços, atrelando necessariamente o desembolso público ao atendimento de aspectos finalísticos, como o cumprimento de metas e indicadores de desempenho. Essa metodologia de remuneração por resultados confere maior eficiência e efetividade na contratação.

Nesse sentido, diante do contexto financeiro dos municípios brasileiros, cumpre salientar que, a depender dos es-

copos e objetos estudados para cada projeto, as parcerias e concessões podem garantir diminuição dos custos agregados a determinadas soluções e representar um importante auxílio na retomada do potencial de investimentos dos municípios brasileiros.

Essa tem sido a linha de atuação do IPGC, que através da identificação de demandas e carências na infraestrutura urbana municipal, realiza, em parceria com as prefeituras e estados de todo o Brasil, minuciosas análises e estudos diagnósticos, no intuito de identificar essas demandas públicas e transformá-las em oportunidade de investimento para a iniciativa privada, zelando pela sustentabilidade na relação entre as partes e colocando sempre o cidadão, consumidor final dos serviços públicos, como centro das atenções.

O CASO DE BARRETOS - SP

Considerada a capital do rodeio brasileiro, a cidade de Barretos está localizada na Mesorregião de Ribeirão Preto, no estado de São Paulo, e tem uma população de 122.833 habitantes. Apesar da sua história e de sua relevância cultural, Barretos também é afetada pela realidade compartilhada pela maioria das cidades brasileiras, o que impacta diretamente na qualidade da infraestrutura urbana local.

Foi no intuito de proporcionar à cidade maior entendimento de suas carências e auxiliar a administração municipal na tomada de decisão amparada por evidências que o IPGC e a prefeitura iniciaram em ano de 2021 uma cooperação técnica para implantação da PPP de Cidade Inteligente.

Com o objetivo de dar aporte para a estruturação de projetos que pudessem modernizar a infraestrutura municipal e ampliar as condições de prestação de serviços à população, colocamos nosso time em campo para desenvolver um projeto que entraria para a história da cidade.

Todos os resultados dos estudos de viabilidade de ordem técnica, econômica e jurídica foram realizados e submetidos à Prefeitura, Câmara Municipal e à população. Em linhas gerais, o resultado evidenciou um atraso tecnológico na infraestrutura municipal, além do custo elevado para a precária manutenção dos serviços pré-existent nas áreas de iluminação pública e conectividade.

Barretos, São Paulo. Foto: Governo do Estado de São Paulo

Embasado pelo diagnóstico municipal, coube ao IPGC, juntamente com a Prefeitura, estruturar o escopo necessário para a resolução das defasagens nas áreas de Iluminação Pública, oferta de internet aos prédios públicos, Videomonitoramento e Wi-Fi público. Assim, foram realizadas junto aos órgãos municipais diversas análises e levantamentos para entender quais eram os pontos que necessitavam de atenção e melhorias nas soluções tecnológicas propostas pelo projeto, o que nos possibilitou chegar ao escopo ideal para atendimento da administração pública.

Soluções

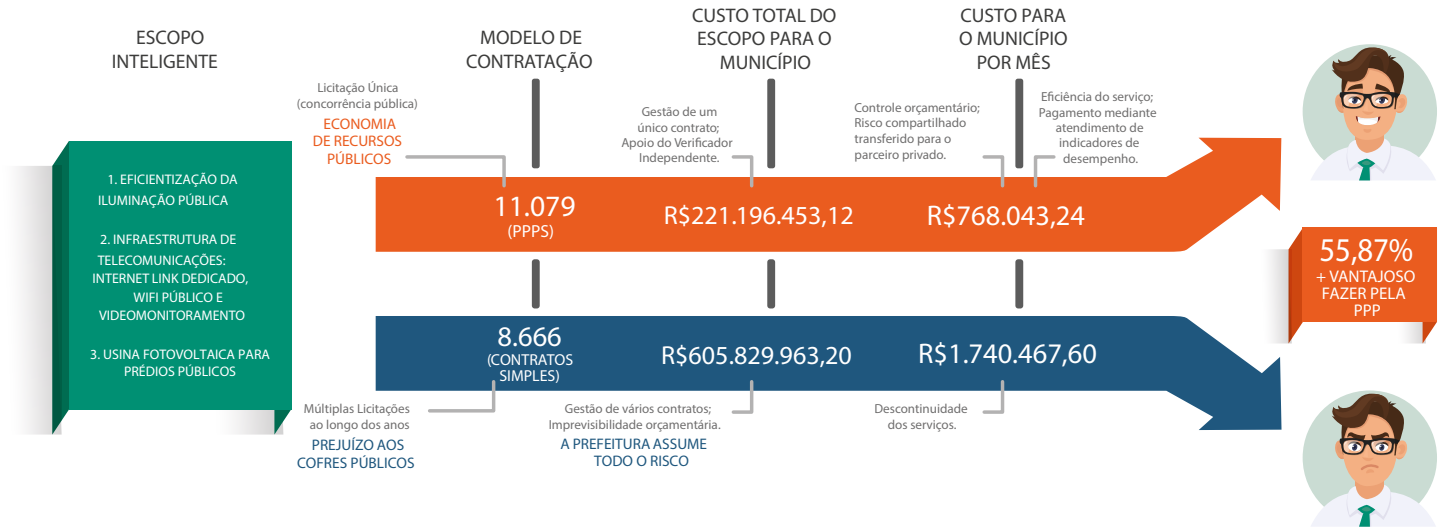
A PPP em Barretos contempla a troca de lâmpadas de 23.615 luminárias de vapor de sódio pelas de LED, implantação de infraestrutura de telecomunicações com 80 km (oitenta quilômetros) de fibra óptica para atender a necessidade de conexão dos prédios públicos, instalação de 40 pontos com câmeras de videomonitoramento para auxiliar as polícias Civil e Militar, além de 28 pontos de internet gratuita à população. Toda essa rede será interligada e atenderá as 115 edificações públicas da cidade, como escolas e postos de saúde. O último serviço da PPP será a implantação, operação e manutenção de uma micro-usina solar fotovoltaica com 5,52 MWp de potência nominal. Toda a energia produzida irá compensar a demanda energética dos prédios municipais, fazendo com que o município economize nas contas de energia elétrica.

Comparativo

Após o fechamento do escopo de soluções e da avaliação de todos os custos que envolvem a implantação, operação e manutenção das soluções tecnológicas ao longo dos anos, realizamos o estudo para avaliar qual o melhor custo-benefício a partir das alternativas de contratação pública. Podemos observar no infográfico o comparativo financeiro entre a contratação do mesmo escopo sob o regime da lei 8.666/93 e o modelo com base na lei 11.079/04 em relação aos valores da licitação.

Conclusão

O que fica evidenciado nas análises de custo-benefício a partir dos modelos de contratação com respaldo da lei 8.666 e na lei 11.079 é que, se bem avaliados, alguns objetos – por essência – são altamente indicados para a contratação através dos arranjos de parcerias, a julgar por sua complexidade, singularidade e riscos envolvidos em sua execução. Enquanto isso, o arranjo de contratação convencional preza pelo fracionamento do produto final dos contratos, o que acaba por expandir as demandas gerenciais e custos burocráticos, culminando em maior gasto público a longo prazo. financeiro entre a contratação do mesmo escopo sob o regime da lei 8.666/93 e o modelo com base na lei 11.079/04 em relação aos valores da licitação.



PREMISSAS DE CÁLCULO

¹ O prazo do contrato de PPP é de 25 anos, por esse motivo foram considerados os custos no cenário 8.666 durante o mesmo período.

² Para fins de análise, os custos referentes aos dois modelos são apresentados em Valor Presente Líquido (VPL).

³ Os valores referentes ao cenário 8.666 foram obtidos através de pesquisas do IPGC junto a plataformas públicas como o Banco de Preços e Painel de Preços, além de portais municipais de transparência.

⁴ Os materiais, equipamentos e serviços orçados no modelo 8.666 possuem grande similaridade com os previstos no escopo do projeto PPP.

⁵ No cenário 8.666 fora considerado o financiamento do valor de investimento na aquisição de luminárias LED e a amortização desse empréstimo acrescido no custo mensal do cenário.

⁶ No cenário 8.666 foi considerada a prestação de serviços ou locação de ativos das soluções de conectividade que integram a infraestrutura de telecomunicações.



A ECONOMIA DE ESCOPO A SERVIÇO DOS GOVERNOS E DA POPULAÇÃO

A UNIÃO DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS EM CONTRATOS DE PPPS

Luís Fernando Parma
Gestor Público e Diretor de Parcerias do IPGC

Daniel Vilaça
Assessor da Diretoria de Parcerias

As Parcerias Público-Privadas possibilitam aos gestores públicos, sobretudo os municipais, a possibilidade de contratar uma gama de serviços em um único arranjo contratual, uma vez que é vedada a contratação, nesta modalidade, de objeto específico como o fornecimento de mão de obra, a instalação de equipamentos ou a execução de obra pública. Portanto, as PPPs têm, por concepção, a implantação, melhoria ou atualização de infraestrutura, além da gestão, operação e manutenção desses ativos, via de regra, com vigência estendida, se comparada por exemplo com as contratações simples provenientes da Lei federal 8.666-93 e suas atualizações.

Esse contexto foi crucial para o surgimento, no Brasil, do modelo da PPP de Cidade Inteligente (smart city) que tem como pilar a atualização e modernização da iluminação pública; implantação de infraestrutura de dados; a construção de usinas solares, combinados a gestão, operação e manutenção desses ativos; e dos serviços oriundos dessas atividades durante toda a vigência contratual. As soluções da PPP de Cidade Inteligente têm como pano de fundo a eficiência energética e conectividade, através da implantação de múltiplas tecnologias de iluminação, acesso à internet e geração de energia proporcionando às cidades economia financeira, além da sustentabilidade ambiental em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas e dos preceitos defendidos pela Agenda 2030.

As múltiplas soluções tecnológicas provenientes de arranjos de cidade inteligente são amplamente possibilitadas através do instituto das PPPs, que possibilitam a conglomeração na implantação e operação de diferentes soluções tecnológicas, além da obtenção de crédito financeiro através da atração de investimento privado.

Neste sentido, as cidades brasileiras encontraram neste arranjo as melhores condições administrativas e burocráticas para a modernização e atualização de sua infraestrutura garantindo que esta será gerida de forma contínua e eficiente no decorrer dos anos.

Além dos benefícios administrativos, as PPPs de Cidade Inteligente também proporcionam economia ao integrar soluções similares em um único contrato. Também conhecida por “economia de escopo” essa junção proporciona que serviços similares, que possuem sinergia entre si, possam compartilhar infraestrutura, mão de obra e otimizar a prestação de serviços de forma a garantir redução do custo global, em comparação com a prestação desses serviços de forma segmentada, ou seja, em vários contratos com múltiplos fornecedores. Essa economia possibilita que municípios de pequeno e médio porte possam ter condições financeiras e orçamentárias para contratar esses serviços e proporcionar à sua população melhoria da qualidade da prestação de serviços públicos além do atendimento a alguns dos princípios basilares da administração pública, que fundamentam o regime jurídico administrativo, sendo estes o princípio da economicidade e da eficiência.

A experiência do IPGC na coleta, detalhamento e análise de dados e informações públicas evidencia que grande parte dos municípios brasileiros mantêm contratos precários de prestação de serviços com diversos fornecedores obrigando seus órgãos a realizarem licitações recorrentes e gerenciar múltiplas relações contratuais com diferentes empresas e variadas obrigações e formas de mensuração de resultados. Essa realidade se justifica pela dificuldade dos municípios brasileiros em manter quadros técnicos qualificados o bastante para repensar, de forma sistêmica, a prestação de serviços municipais e possibilitar a administração pública acesso às novas tendências e modalidades contratuais amplamente difundidas no país.

Esse cenário é agravado devido a ausência de planejamento financeiro dessas contratações simples que poderiam ser prestados de forma conglomerada em um arranjo contratual de PPP que embora mais complexo - do ponto de vista de sua formulação - tem o potencial de garantir a aglutinação de soluções com a devida sinergia necessária para gerar economia aos cofres públicos e qualificar a prestação de serviços através de um contrato com maior segurança jurídica e compartilhamento de riscos entre as partes. Este é o conceito básico da PPP de Cidade Inteligente concebida pelo IPGC e largamente difundida no país.

DA SOCIEDADE CIVIL À POLÍTICA NACIONAL: A REGIONALIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA O SANEAMENTO E A SUSTENTABILIDADE

Leonardo Santos
Presidente do IPGC

A discussão sobre a política nacional de regionalização para as Parcerias Público-Privadas (PPPs) no Brasil, especialmente voltadas ao manejo de resíduos sólidos, é mais do que um debate técnico: trata-se de um movimento estratégico para enfrentar um problema histórico que o país não conseguiu resolver de forma prática e estruturada. O desafio de destinar corretamente milhares de toneladas de resíduos gerados todos os dias, garantindo proteção à saúde dos cidadãos e sustentabilidade ambiental, exige não apenas recursos financeiros e tecnologias adequadas, mas também um arranjo institucional capaz de promover escala, eficiência e continuidade na prestação dos serviços. É nesse contexto que a regionalização surge como um caminho inevitável, sobretudo quando observamos as características do Brasil e seu modelo federativo, formado por mais de 5.500 municípios, grande parte deles com menos de 50 mil habitantes.

Essa fragmentação territorial, que confere aos municípios autonomia administrativa, também impõe limites claros à capacidade de investimento e operação isolada de serviços de infraestrutura. No caso do saneamento básico, e particularmente do manejo de resíduos sólidos, a prestação individualizada, na maioria das vezes, não é economicamente viável nem tecnicamente eficiente. A regionalização, nesse sentido, não é apenas uma boa prática — é uma necessidade concreta. Ao permitir que municípios se unam para compartilhar estruturas, custos e benefícios, cria-se a possibilidade de implementar soluções modernas, padronizadas e sustentáveis que, isoladamente, seriam inalcançáveis. É nesse cenário que as PPPs encontram campo fértil, pois possibilitam que o setor privado aporte capital, tecnologia e capacidade operacional, enquanto o poder público mantém a função de orientar, fiscalizar e garantir que o interesse coletivo seja preservado.



O arcabouço jurídico que sustenta essa integração é sólido e combina dois instrumentos fundamentais. O primeiro é a Lei dos Consórcios Públicos Intermunicipais (Lei nº 11.107/2005), que oferece a base legal para que municípios constituam, de forma voluntária e cooperativa, estruturas capazes de gerir serviços de maneira conjunta, garantindo segurança jurídica para contratos de longo prazo e abrindo espaço para a atração de investimentos privados. O segundo é a Lei do Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020), que não apenas atualiza a legislação anterior, mas também reforça a obrigatoriedade da regionalização como estratégia para a universalização dos serviços de saneamento, incluindo o manejo de resíduos sólidos. O Novo Marco estabelece metas claras de cobertura, eficiência e qualidade, além de prever a formação de unidades regionais de prestação de serviços, organizadas pelos estados e pela União, como forma de viabilizar a sustentabilidade técnica e financeira dos sistemas.

Diferente da proposta de federalização de serviços, que exigiria mudanças estruturais profundas no pacto federativo e uma centralização administrativa de difícil implementação, a regionalização por meio da Lei dos Consórcios e das diretrizes do Novo Marco do Saneamento se mostra viável, adaptável e próxima das realidades locais. Ela preserva a autonomia municipal ao mesmo tempo em que fortalece a cooperação intermunicipal, oferecendo um ambiente jurídico estável para contratos de PPP e ampliando a capacidade de investimento.

Entretanto, para que essa política se torne efetiva e duradoura, não basta a articulação entre governos. É fundamental reconhecer o papel central da sociedade civil organizada como berço e catalisador de políticas públicas. Quando uma política nasce da sociedade, ela carrega consigo a intenção social e a proximidade com a realidade, incorporando elementos concretos de viabilidade e legitimidade. Essa conexão com o território e com as demandas reais da população aumenta significativamente as chances de implementação bem-sucedida. Ao longo da última década, o Instituto de Planejamento e Gestão das Cidades (IPGC) tem demonstrado, na prática, como essa integração entre setores pode acelerar soluções e gerar resultados estruturantes para o país. Sua atuação reforça a importância da união entre setor público, setor privado e sociedade civil na construção de políticas capazes de promover mudanças de longo prazo.

O manejo de resíduos sólidos, historicamente negligenciado, exemplifica bem essa necessidade de articulação e escala. Persistem no país problemas como a existência de lixões e aterros controlados inadequados, a baixa cobertura de coleta seletiva, a ausência de integração com políticas de reciclagem e logística reversa e os elevados custos de transporte e destinação final. A regionalização, ao concentrar volumes e recursos, torna viável a adoção de tecnologias de valorização de resíduos, como unidades de tratamento mecanizado, plantas de compostagem e geração de energia a partir de resíduos, práticas que dificilmente seriam sustentáveis em um município de pequena escala.



A implementação de PPPs em um contexto regionalizado potencializa ainda mais esses benefícios. A economia de escala obtida pela união de municípios reduz custos e aumenta a atratividade para investidores privados, que passam a enxergar nesses contratos uma oportunidade segura e rentável. Ao mesmo tempo, a gestão consorciada, respaldada pela Lei dos Consórcios e orientada pelas metas e mecanismos do Novo Marco do Saneamento, garante que as soluções sejam adaptadas às especificidades locais, equilibrando viabilidade econômica e impacto social.

É com essa visão que o IPGC, em parceria com o Governo Federal, desenvolve e entrega o Atlas de Território para as PPPs de Manejo de Resíduos Sólidos no Brasil. Esta obra é mais do que um mapeamento técnico: ela representa um exercício concreto de construção coletiva, reunindo informações territoriais, estudos de viabilidade, propostas de arranjos regionais e modelos contratuais adaptados às diferentes realidades do país. O Atlas consolida a experiência acumulada ao longo de anos de atuação junto a municípios e consórcios, mostrando que a política de regionalização para o manejo de resíduos sólidos pode deixar de ser uma diretriz abstrata e se transformar em um programa nacional robusto,

capaz de gerar resultados mensuráveis em pouco tempo.

Essa entrega é, na prática, a materialização de uma política pública nacional de regionalização voltada para um dos setores mais críticos da infraestrutura urbana. Ela demonstra que, quando sociedade civil, poder público e iniciativa privada trabalham de forma articulada, é possível enfrentar desafios que, há décadas, pareciam insolúveis. Mais do que uma proposta técnica, trata-se de um convite à ação coordenada e de longo prazo, orientada por princípios de eficiência, sustentabilidade e responsabilidade social.

O Brasil precisa avançar com rapidez e consistência no enfrentamento dos problemas ligados ao manejo de resíduos sólidos. A regionalização, viabilizada por consórcios intermunicipais, respaldada pela Lei nº 11.107/2005 e impulsionada pelas diretrizes e metas da Lei nº 14.026/2020, é o caminho mais realista, factível e aderente à nossa realidade federativa. A experiência acumulada pelo IPGC, agora sistematizada e compartilhada por meio do Atlas, é uma prova de que soluções construídas a partir do território, com participação ativa da sociedade civil, têm maior chance de transformar-se em políticas de Estado e produzir os impactos duradouros que o país tanto precisa.

“Sustentabilidade
se constrói com
saneamento básico
e gestão responsável
dos recursos.”

IMPORTÂNCIA E ATRIBUIÇÕES DOS ÓRGÃOS DE CONTROLE EXTERNOS NA FISCALIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA NO GASTO PÚBLICO

Antônio Augusto Junho Anastasia⁰¹
João Paulo Rodrigues Barros⁰²

Quando, no início dos anos 2000, iniciavam-se as discussões, ainda teóricas, quanto à aplicação das Parcerias Público-Privadas enquanto instrumento alternativo de administração, as especulações, até então, eram iniciativas de alguns poucos administradores e juristas que almejavam encontrar uma possível solução para problemas quase inerentes à administração pública: a ineficiência do Estado, a má gestão e a qualidade deficiente dos serviços públicos. Não obstante o entusiasmo pela ideia, sua concretização precisaria enfrentar não somente as forças politicamente contrárias, como também as amarras do tradicionalismo inerente à Administração Pública e ao Estado, para além das balizas jurídicas.

A doutrina e a prática do Direito Administrativo e da Administração Pública precisam ser criativas e responsáveis. Criativas porque não se concebem novas possibilidades se não há espaço para que novas ideias possam florescer. Sem ineditismo não há soluções viáveis. E responsáveis visto que essas duas matérias são de caráter teleológico, isto é, elas existem para um fim e esse fim é o interesse público. Logo, não há fórmula mágica. Problemas complexos exigem soluções criativas, mas pensadas com o zelo



Antônio Anastasia
Ministro do Tribunal de Contas da União - TCU.

no tratamento da *res publica* e por uma ontoteologia do Estado do Brasil, isto é, o ser e o dever da nação. Sem, obviamente, esquecer da responsabilidade do gestor, de um planejamento profundo, prospectivo e capaz de colaborar na viabilização de soluções criativas para o florescer de novos arranjos contratuais.

Assim, a ideia das Parcerias Público-Privadas era animadora e para encorajá-las seria necessário atentar-se à realidade fática. Elas não sanariam todos os problemas no que concerne a atuação do Estado, do Poder Judiciário, e do controle interno e externo, mas a promessa é que seriam primordiais para a boa administração.

No Bicentenário da Independência e no trigésimo quinto aniversário de nossa Constituição, urge não somente comemorar, como também, imaginar o Brasil que queremos para o amanhã. Recordar o passado é uma oportunidade de aprender a apontar para um futuro novo. O Estado brasileiro, desde sua formação, possui relações com a esfera privada. As maneiras como essas relações aconteceram, e ainda acontecem, entre o jardim e a praça — nas palavras de Nelson Saldanha⁰³ — são, contudo, contraditórias. Na Administração Pública, essas relações são um pêndulo entre vícios e virtudes.

Alguns intérpretes do Brasil como Sérgio Buarque de

Holanda, Raymundo Faoro e Oliveira Vianna tentaram compreender esses vícios pelo fenômeno weberiano do patrimonialismo⁰⁴, isto é, o trato da coisa pública como se privada fosse. De lá pra cá, são muitos os intelectuais, juristas, cientistas políticos, sociais e do Estado que se debruçaram sobre o tema a fim de encontrar, digamos, o “fruto podre”. Quando, por quê e como evitar que essa relação — a princípio virtuosa — se transforme em um vínculo patrimonial de deterioração dos bens públicos e do mau uso dos seus recursos? Essa pergunta está no cerne das questões que envolvem o pensamento político-jurídico brasileiro, mas no que se refere aos objetivos aqui propostos, iremos nos deter nas soluções praticamente consolidadas.

“O Estado não é uma ampliação do círculo familiar e, ainda menos, uma integração de certos agrupamentos, de certas vontades particularistas, de que a família é o melhor exemplo. Não existe, entre o círculo familiar e o Estado, uma gradação, mas antes uma descontinuidade e até uma oposição. [...] Só pela transgressão da ordem doméstica e familiar é que nasce o Estado. [...] A ordem familiar, em sua forma pura, é abolida por uma transcendência”

(Holanda, 2015 p.101)

A concepção das PPPs não foi a primeira tentativa de melhorar a qualidade dos serviços públicos. A busca e o incentivo à inovação e ao desenvolvimento sustentável — objetivos da nova Lei de Licitações⁰⁵ — já faziam parte dos propósitos dos contratos de licitações, concessões e terceirizações, entre outros inúmeros instrumentos jurídicos que possibilitam parcerias — *latu sensu* — entre o Estado e a sociedade civil a fim de buscar garantir com que se execute os serviços, que são de sua responsabilidade oferecer, de maneira apropriada. No entanto, independente do instrumento utilizado, para evitar que o pêndulo da eficiência não se corrompa para o patrimonialismo, a atividade do



João Paulo Barros
Mestre em Direito Público pela UFMG e Head de Governança e Relações Governamentais do IPGC.

controle, seja ele interno, externo ou social é basilar e primordial para verificar, examinar, sindicair, supervisionar os poderes do Estado e realizar o interesse público.

As diretrizes para a realização do interesse público no Estado de Direito se dão pelos princípios constitucionais. Eles são considerados o fundamento do sistema jurídico, tratam-se de normas jurídicas de imperatividade que vinculam, de modo expresso ou implícito, os principais valores — políticos, sociais e econômicos — que ordenam o Estado e a sociedade. Eles podem ser identificados em três níveis que se especificam pela abrangência e conteúdo. São eles: os princípios constitucionais fundamentais, os quais fundamentam toda a ordem constitucional; os princípios constitucionais gerais, derivam dos fundamentais e podem ser concebidos como princípios definidores de direitos e os princípios constitucionais setoriais, derivam dos gerais, mas limitam-se a uma determinada matéria. O rol de princípios constitucionais setoriais é diverso e todos eles irão guiar tanto a atuação do gestor público, como na via dos procedimentos de controle internos e externos à Administração Pública. Dentre esses princípios, destacam-se o da Legalidade Administrativa; a Moralidade; da Publicidade; da Eficiência; da Motivação; da Legitimidade e o da Economicidade.

Enquanto a parceria entre o público e o privado sempre esteve presente desde a formação do Estado brasileiro, a atividade do controle, ou, ao menos, a vontade de controlar sempre esteve presente na história da humanidade. O interesse dos gregos em buscar o conhecimento sobre tudo visava a estabilidade e certa previsibilidade na pólis, isto é, era preciso garantir que o sistema de governo fosse justo e capaz de se prolongar no tempo. A mesma vontade de controlar pode ser identificada nos povos indígenas originários. O cultivo da terra e a futura e esperada colheita dependia da chuva, mas como garantir que chova? Se uma prece ou uma dança indicava que era possível controlar esse fenômeno, assim precisaria ser feito.

Não é preciso dizer que na sociedade que vivemos hoje diversas outras formas de controlar são utilizadas. A complexidade do sistema político, econômico e social exige formas igualmente complexas de controle para que sejam eficazes. A macroestrutura dessa atividade no Estado de Direito é uma “via de mão dupla”, para usar um termo de Gilberto Pinto Monteiro Diniz ⁰⁶. Há o controle vertical do Estado pela sociedade e da sociedade pelo Estado e o controle horizontal do Estado pelo Estado e da sociedade pela sociedade. No momento, o interesse é do controle horizontal exercido pelo próprio Estado, especialmente o controle externo, isto é, quando um órgão tem competência de fiscalizar o outro. De maneira geral, o controle externo no Brasil hoje pode ser dividido em: Controle Judicial; Controle Parlamentar e Controle de Contas. Salienta-se também que o controle feito pela sociedade — Controle Social — é um dos pilares da democracia, pois garante a participação ativa do cidadão na fiscalização do gasto e da qualidade do serviço público.⁰⁷

O Controle Judicial, que ocorre quando provocado, visa garantir direitos ou evitar que eles sejam feridos ou ameaçados e dentre os principais mecanismos cita-se: o *habeas corpus*; o mandado de segurança, individual ou coletivo; o *habeas data*; o mandado de injunção; a ação popular; a ação civil pública; e a ação direta de inconstitucionalidade. De igual maneira, os Ministérios Públicos atuam na defesa da ordem jurídica e da dignidade da pessoa humana, quando, entre outras atribuições, propõem ações para responsabilizar agentes públicos por improbidade administrativa, defender direitos difusos e controlar externamente o policiamento. Todos os tipos de controle externo são igualmente importantes, mas, em matéria de fiscalização da eficiência do gasto público, os dois últimos citados na sequência ganham destaque.

O Parlamento é o pilar mais rigoroso e valoroso do Estado de Direito, por isso, no sistema de pesos e contrapesos entre o Poder Executivo e o Poder Judiciário, é o Poder Legislativo que, legitimamente, estabelece as regras do jogo

democrático. É a ele também a incumbência do controle político e do controle financeiro. Chamamos o controle político de Controle Parlamentar — que pode manifestar-se também como Controle Político de Constitucionalidade. Na esfera federal, esse controle pode ser feito pela sustação dos atos do Poder Executivo, pelo convite e convocação de ministros, solicitações e requerimentos de informações, pela fiscalização e controle dos atos do Poder Executivo e da Administração indireta, pelo recebimento de petições, queixas e representações dos administrados, pela constituição de comissões temáticas e parlamentares de inquérito, pela convocação de qualquer autoridade ou cidadão para depor e pelas autorizações ou aprovações do Congresso necessárias para atos concretos do Executivo. Tudo isso sem considerar que a própria atividade legislativa em si, especialmente as emendas parlamentares, também devem ser regidas pelos mesmos princípios constitucionais previamente citados, uma vez que moldam as políticas públicas que serão administradas na esfera do Poder Executivo.

O controle financeiro ou Controle de Contas, por sua vez, é realizado de maneira sistemática e minuciosa pelos Tribunais de Contas, órgãos autônomos, mas que servem de auxílio à esfera do Poder Legislativo. Esta é a atividade do controle do gasto público por excelência e os Tribunais hoje são um órgão híbrido pelas competências típicas de entidades de fiscalização, tais como: de ouvidorias, de auditorias, de fiscalizações e avaliações operacionais e de políticas governamentais e também pelas suas atribuições próprias de tribunais para aplicação de sanções.

Já o Controle social, protagonizado por organizações não governamentais, movimentos sociais e cidadãos comuns, pode ser exercido por meio de participação em conselhos municipais, estaduais ou nacionais, audiências públicas junto ao poder público, fóruns de debates e outras iniciativas jurídicas ou não jurídicas, com o intuito de denunciar inconformidades e buscar ativamente a transparência e eficiência da administração pública.

Somadas, essas atividades de controle visam garantir o bom funcionamento do Estado, o devido processo legal, a eficiência do gasto público e, sobretudo, o bem comum e a democracia. São técnicas — porém técnicas a serviço da ética e da política e não a técnica pela técnica — capazes de favorecer iniciativas virtuosas de parcerias entre o público e o privado e de evitar que elas caiam nos temidos vícios patrimoniais anteriormente citados.

Todavia, mesmo diante desse contexto, no qual a atividade do controle é induzida pelo compromisso ético da classe política, uma postura aristotélica da temperança e do meio-termo faz-se necessária. O gestor público precisa ser capaz de tomar decisões sem o temerário processo de responsabilização levado às últimas consequências. Nesse

cenário, impera a política do medo e os gestores, diante da possibilidade de serem punidos com processos administrativos disciplinares, sanções de improbidade administrativa e pesadas condenações, transformam-se em meros operadores da lei, ao invés de agentes políticos de fato. Ao fim e ao cabo, a estratégia segue o código do fracasso de Dromi: “*Artigo primeiro: não pode. Artigo segundo: em caso de dúvida, abstenha-se. Artigo terceiro: se é urgente, espere. Artigo quarto: sempre é mais prudente não fazer nada*”. ⁸

Em resposta a essa mazela, o Controle de Contas evoluiu e passou a desempenhar um papel crucial na melhoria da gestão pública e na implementação efetiva das políticas públicas. Faz-se necessário, porém, que a abordagem seja menos persecutória/punitiva e mais didática/propositiva. Nesse sentido, o TCU e os Tribunais locais devem atuar pedagogicamente, orientando os gestores públicos para facilitar a compreensão e o cumprimento de suas responsabilidades legais de forma eficiente e eficaz. Essa contemporânea faceta do controle externo, exercido pelos Tribunais de Contas, é fruto de uma série de leis que recentemente se dedicaram em aprimorar a gestão pública e sua fiscalização: a Lei das Estatais (Lei nº 13.303, de 2016), a Lei da Segurança Jurídica (Lei nº 13.655, de 2018), a Lei das Agências Reguladoras (Lei nº 13.848, de 2019), a Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei nº 14.133, de 2021) e a Reforma da Lei de Improbidade Administrativa (Lei nº 14.230, de 2021). Ao adotar essa abordagem mais colaborativa e proativa, os órgãos que exercem o Controle de Contas ajudarão a criar um ambiente mais favorável à inovação, à melhoria contínua e à implementação bem-sucedida das políticas públicas, em benefício da sociedade como um todo.



REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANASTASIA, Antônio. Aspectos gerais das parcerias público-privadas no contexto da Reforma do Estado. Revista do Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 5, ed., p. 1 - 11, 2005.
- ARAÚJO, Letícia Malta; RODRIGUES, Maria Isabel Araújo. A relação entre os princípios da eficiência e da economicidade nos contratos administrativos. Revista do Serviço Público, Brasília, v. 63, n. 1, p. 43 - 62, 2012.
- BARROSO, Luís Roberto. Trinta anos da Constituição: A República que ainda não foi. Revista Eletrônica da PGE-RJ, [S. l.], v. 1, n. 2, 2018.
- COSTA, Frederico Lustosa da. Brasil: 200 anos de Estado; 200 anos de administração pública; 200 anos de reformas. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v.42, n. 5, p. 829 - 874, 2008.
- DINIZ, Gilberto Pinto Monteiro. Estado de Direito e Controle Estratégico de Contas. Belo Horizonte: Editora D'Plácido, 2015.
- GABARDO, Emerson. A eficiência no desenvolvimento do Estado brasileiro: uma questão política e administrativa. In: MARRARA, Thiago. (Org.). Princípios de direito administrativo. São Paulo: Atlas, 2012, p. 327-351.
- MELLO, O. A. B. de. Tribunais de contas - natureza, alcance e efeitos de suas funções: Courts of auditors - nature, scope and effects of their functions. Revista de Direito Administrativo e Infraestrutura | RDAI, São Paulo: Thomson Reuters | Livraria RT, v. 5, n. 16, p. 391- 407, 2021.
- SALDANHA, Nelson. O jardim e a praça: Ensaio sobre o lado “privado” e o lado “público” da vida social e histórica. Ci. & Tróp., Recife, v. 11, n. 5, p. 105 - 121, 1983.
- SILVEIRA, Daniel Barile da. Patrimonialismo e a formação do Estado brasileiro: uma reeleitura do pensamento de Sérgio Buarque de Holanda, Raymundo Faoro e Oliveira Vianna. XIV CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI, 2005.
- SOARES, Daniel Marcelo Parreiras. Controle e Administração Pública: Desafios para um constitucionalismo estratégico. TCC (Bacharelado em Ciências do Estado), 2022. Faculdade de Direito — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 1 - 54, 2022.
- SOUSA, Francisco Arlem de Queiroz. Direito administrativo do medo: o controle administrativo da gestão pública no Brasil. 2021. 193 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Faculdade de Direito, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

⁰¹ Atualmente é Ministro do Tribunal de Contas da União - TCU. Graduado e Mestre em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil. É membro da Academia Nacional de Economia e do International Advisory Council da Fundação Dom Cabral; foi professor assistente da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); associado do Instituto Brasileiro de Direito Administrativo e do Instituto Histórico e Geográfico de Minas Gerais. Foi Vice-Governador (2007-2010) e Governador (2010-2014) do Estado de Minas Gerais e Senador da República (2015-2022).

⁰² Graduado em Ciências do Estado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e habilitado em Ciências Políticas pela Universidade de Lisboa (ULisboa). Mestrando em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais. Estagiário Docente de Teoria do Estado na Faculdade de Direito da UFMG. Atuou como Diretor Executivo do Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades - IPGC, Chefe de Gabinete do Vice-Prefeito de Belo Horizonte e Assessor-Chefe de Demandas Estratégicas na Secretaria Municipal de Governo. Atualmente é Diretor Técnico-Legislativo da Prefeitura de Belo Horizonte.

⁰³ SALDANHA, Nelson. O jardim e a praça: Ensaio sobre o lado “privado” e o lado “público” da vida social e histórica. Ci. & Tróp., Recife, v. 11, n. 5, p. 105 - 121, 1983.

⁰⁴ WEBER, Max. Economia e Sociedade: Fundamentos da Sociologia Compreensiva. Organização de Johannes Winckelmann. Brasília: Editora UnB, 1991.

⁰⁵ BRASIL. Lei nº 14.133 de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF.

⁰⁷ *Idem*.

⁰⁸ Dromi, 1995, p. 35 apud SOUSA, Francisco Arlem de Queiroz. Direito administrativo do medo: o controle administrativo da gestão pública no Brasil. 2021. 193 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Faculdade de Direito, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021, p. 83.

MODELO 5 DIMENSÕES

ESCALANDO O MODELO DAS 5 DIMENSÕES NA FABRICA DE PPPs

Daniel Vilça
Bruna Galinari
João Pedro Levenhagen

O MODELO DE FÁBRICA DE PARCERIAS DO IPGC

As Parcerias Público-Privadas (PPPs) enfrentam desafios de natureza tanto subjetiva quanto prática, que incluem a construção de relações baseadas em confiança, boa-fé, cooperação e disposição para o diálogo. Outrossim, há obstáculos práticos como a engenharia de projetos, essencial para a definição de investimentos, a estipulação de indicadores de desempenho, compromissos contratuais e a execução de obras e serviços. Para o Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades (2023), o principal desafio é harmonizar aspectos subjetivos e objetivos em projetos que sejam relevantes para governos, a iniciativa privada e, especialmente, para a população.

Neste contexto, o IPGC (2023) utiliza a Fábrica de Parcerias como uma iniciativa para fomentar o desenvolvimento sustentável, integrando setores público e privado. Este modelo foca em gerar projetos integrando conhecimentos das ciências sociais aplicadas e de assessoramento ao poder público para transformar propostas em instrumentos de convergência efetiva de parcerias. Diferentemente das consultorias tradicionais, que se limitam, muitas vezes, à entrega dos estudos, a Fábrica de Parcerias visa engajamento contínuo, diálogo constante e acompanhamento integral, assegurando que as parcerias sejam não apenas formadas, mas também sustentáveis e eficazes.

Além disso, é possível identificar que o instituto está na vanguarda da integração de tecnologias emergentes como inteligência artificial, robótica e internet das coisas, todas fundamentais na Indústria 4.0. Esta orientação tecnológica foi reconhecida internacionalmente, como demonstra a premiação recebida pela primeira PPP de Cidade Inteligente em Carmo do Cajuru, destacando a liderança do IPGC na implementação de projetos inovadores que não impõem custos adicionais aos municípios. A combinação desses elementos reforça o caráter revolucionário do mo-



delo, o qual tem significativamente influenciado a estruturação de projetos de parcerias público-privadas, realçando o potencial de transformação no planejamento urbano e gestão de cidades.

DOS DIFERENCIAIS

O Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades (IPGC), instituição pioneira em inteligência urbana, estabeleceu-se como uma referência na formulação e estruturação de Parcerias Público-Privadas (PPPs) no Brasil. Por meio de programas especializados, como o Programa Brasil Inteligente, o IPGC fomenta uma colaboração eficaz entre os setores público e privado. Este esforço visa aprimorar a infraestrutura urbana e os serviços públicos e, também, promover a universalização e democratização desses serviços, garantindo acesso mais amplo e equitativo. Além disso, o instituto se destaca pela integração de tecnologias avançadas e práticas sustentáveis em seus projetos, alinhando-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e Inteligência Urbana.

Constituído legalmente como uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), o IPGC está capacitado a formular acordos de cooperação sem encargos financeiros para os municípios, facilitando significativamente a implementação das PPPs. Esta prerrogativa jurídica permite ao Instituto estruturar projetos de maneira mais eficiente do que os modelos convencionais, que frequentemente enfrentam barreiras financeiras e temporais significativas.

Ademais, o IPGC atua como uma entidade de assessoria, possibilitando que os municípios superem eventuais deficiências técnicas de suas equipes governamentais na avaliação de estudos de viabilidade e/ou modelagens, diferencial significativo em comparação às práticas comuns de consultorias tradicionais e instituições financeiras. Como organização do terceiro setor, comprometida por definição com o interesse público, garante-se que haja imparcialidade e que não existam problemas de assimetria de informação na avaliação ou elaboração de estudos de viabilidade e/ou modelagem. Este arranjo garante que as decisões tomadas estejam alinhadas tanto com os interesses públicos quanto privados, colocando o cidadão como figura central no processo decisório, evitando conflito de interesse e contribuindo para a integridade dos projetos.

A eficácia do modelo adotado pelo IPGC é evidenciada na agilização dos processos de estruturação de Parcerias Público-Privadas. Tal eficiência é amplamente alcançada pelo uso de sua estrutura ágil, desenvolvida especificamente para atender às particularidades do contexto público, otimizando os tempos e melhorando os resultados dos projetos de parceria. A exemplo, segundo o “Guia Prático



para Estruturação de Programas e Projetos de PPP” (RADAR PPP, 2014), o tempo médio nacional para estruturar projetos de Parcerias Público-Privadas é de aproximadamente 24 meses. Contudo, dados fornecidos pela Radar PPP (2023) indicam que, para os projetos assinados em 2023, o tempo médio de estruturação foi de 40 meses. Em contraste, os projetos gerenciados pelo Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades no mesmo período registraram um tempo médio de estruturação de 18 meses. Essa eficiência notável é atribuída tanto à natureza jurídica da organização quanto à sua metodologia, que enfatiza o assessoramento estratégico e técnico. Este enfoque ajuda a superar obstáculos morosos e a reduzir a incidência de abandono de projetos.

Por fim, conforme discutido anteriormente, a estruturação e modelagem de projetos atualmente em voga tendem a favorecer municípios de maior porte. Nota-se que apenas 93 municípios brasileiros, ou seja, 1,67% do total, possuem população superior a 300 mil habitantes, conforme o Censo (2022). Em contrapartida, o modelo adotado pelo IPGC não se baseia em critérios como porte populacional, consumo mensal de energia elétrica, arrecadação de contribuições para o custeio dos serviços de iluminação pública ou a presença de estruturas administrativas dedicadas. Esta realidade evidencia que a priorização de municípios maiores contribui para a perpetuação das desigualdades regionais e falha em promover a universalização e democratização do acesso a serviços públicos básicos e essenciais.

MODELO DAS 5 DIMENSÕES E O IPGC

O Modelo das 5 Dimensões (M5D) é uma abordagem para a estruturação de projetos de investimento, inspirada na *Five Case Model*, metodologia oriunda do Reino Unido e adaptada para o contexto brasileiro (Brasil, 2022). Esta engloba práticas de excelência na realização de projetos, consolidando-se como uma ferramenta eficaz na promoção da sustentabilidade social e ambiental. O M5D é reconhecido internacionalmente por estar alinhado com os Princípios do G20 e por apoiar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas. Por meio de um sistema de planejamento e desenvolvimento de infraestrutura mais transparente, o modelo contribui para a melhoria da qualidade dos projetos, redução de falhas e paralisações, aumento na qualidade e quantidade de licitações, diminuição dos custos de transação e encurtamento dos prazos de conclusão. Essas características facilitam as decisões de investimento por parte de investidores e financiadores, melhoram a gestão de decisões governamentais, incentivam o investimento privado, reduzem desperdícios e gastos públicos e maximizam os benefícios econômicos e sociais decorrentes dos investimentos em infraestrutura.

Políticas, estratégias, programas e projetos só alcançam seus objetivos e gerarão benefícios se forem delineados com um escopo sólido e realista desde o início, e se os riscos associados forem adequadamente identificados e mitigados. O M5D propõe a criação de uma Proposta de Investimento ao longo da vida do projeto, consolidando os resultados de todas as pesquisas, análises de opções e decisões necessárias de maneira transparente, oferecendo uma estrutura para reflexão e uma ferramenta para o planejamento, desenvolvimento e entrega de projetos sustentáveis.

As Propostas de Investimento, estruturadas segundo as 5 dimensões do M5D, abrangem: a dimensão estratégica, que articula claramente a necessidade do projeto, fornecendo justificativa, definindo escopo e objetivos de maneira explícita, e identificando riscos e oportunidades ambientais e sociais; a dimensão econômica, que avalia a vantagem de utilizar financiamento privado em relação ao capital público via análises de custo-benefício; a dimensão comercial, que assegura a viabilidade comercial do projeto, delineando a estrutura contratual, alocação de riscos e estratégias de licitação e contratação; a dimensão financeira, que demonstra a capacidade dos recursos públicos de cobrir os custos de capital e operacionais, mantendo reservas para gestão de riscos e contingências; e a dimensão gerencial, que descreve as competências e experiências da equipe de projeto, governança apropriada e um plano realista para implementação.

Na interseção entre estratégias urbanísticas e desenvolvimento sustentável, o IPGC adota uma abordagem estruturada e multifacetada no desenvolvimento de Parcerias Público-Privadas (PPPs), enriquecida pela incorporação do Modelo de 5 Dimensões. Esta abordagem assegura a viabilidade do projeto em todas as dimensões essenciais, integrando tecnologias inovadoras e promovendo soluções sustentáveis, como a implementação de cidades inteligentes, que visam a democratização e universalização dos serviços públicos.

Sucintamente, o modelo do instituto está organizado em várias fases distintas: relacionamento e governança, coleta e validação, estudo e modelagem, consulta pública, licitação e assinatura do contrato. A fase de relacionamento e governança é dedicada a estabelecer a cooperação entre entidades governamentais e o instituto, assentando as bases para um planejamento e concepção iniciais que identificam as necessidades locais, definem objetivos e o escopo do projeto, e asseguram alinhamento com as demandas e políticas públicas. Este estágio é estratégico, visando garantir que cada projeto esteja alinhado com metas de desenvolvimento de longo prazo e políticas governamentais abrangentes. Este estágio reflete a dimensão estratégica, visando assegurar que cada projeto esteja alinhado com metas de desenvolvimento de longo prazo e com amplas políticas governamentais.

Na sequência, a fase de coleta e validação de dados precede os estudos de viabilidade que englobam análises técnicas, econômicas, jurídicas e ambientais. Estas análises são cruciais para avaliar a viabilidade técnica e a sustentabilidade financeira dos projetos, além de verificar sua compatibilidade ambiental e social. A confecção dos estudos e da modelagem do projeto é o próximo passo e envolve a elaboração detalhada da estrutura contratual, definição de metas e indicadores de desempenho, e a alocação de riscos entre os setores público e privado. Este processo visa assegurar a viabilidade comercial do projeto e sua atratividade para investidores. Adicionalmente, o IPGC enfatiza a transparência e a participação pública, incorporando consultas e audiências públicas como elementos fundamentais do planejamento. Esta abordagem promove a governança eficaz e fortalece os mecanismos de *accountability* ao engajar stakeholders e assegurar que os projetos recebam suporte e aceitação comunitária.

Por fim, a fase de implementação começa com a licitação e a seleção de um parceiro privado, seguida pelo monitoramento contínuo do projeto por um Verificador Independente, garantindo a realização dos objetivos estabelecidos e a adequada prestação dos serviços contratados.



PERSPECTIVAS DO MODELO DO IPGC

O modelo implementado pelo IPGC apresenta potencial para ampliação de seu impacto e relevância mediante a adoção de melhorias estratégicas. Por exemplo, a incorporação intensificada de práticas de sustentabilidade e governança ambiental e social (ESG) poderia reforçar o engajamento dos projetos com a responsabilidade socioambiental. Tal alinhamento não somente satisfaria as demandas contemporâneas por desenvolvimento sustentável, mas também potencializaria a viabilidade e a aceitação pública dos projetos. Ademais, a implementação de normas ESG mais rigorosas contribuiria para a transparência e a prestação de contas, atraindo investidores com interesse em sustentabilidade e ampliando o impacto social e econômico das iniciativas.

A implementação de uma Infraestrutura Social Inclusiva é fundamental para assegurar que os projetos urbanos atendam às necessidades das populações vulneráveis, promovendo equidade no acesso à infraestrutura urbana. Esta infraestrutura abrange a adoção de políticas e práticas que eliminem barreiras físicas, sociais e culturais. Inclui a construção de rampas de acesso, instalação de sinais sonoros e táteis em semáforos e meios de transporte públicos, bem como o planejamento urbano atento às necessidades de todos os cidadãos. Além disso, a infraestrutura social inclusiva promove a sustentabilidade ao integrar as dimensões sociais da vida urbana, como saúde, educação e transporte, com as necessidades ambientais e econômicas, buscando melhorar a qualidade de vida de todos os habitantes. Essencialmente, é imperativo que a infraestrutura enderece as estruturas de gênero, garantindo ambientes seguros e acessíveis que res-

peitem a diversidade. A inclusão de gênero na infraestrutura urbana requer a consideração de como diferentes grupos, especialmente mulheres, interagem com o espaço urbano. Isso pode envolver a implementação de iluminação pública adequada e segura em áreas identificadas como vulneráveis para a segurança das mulheres, bem como a criação de espaços públicos que promovam igualdade de oportunidades para todos, independentemente do gênero.

Para aperfeiçoar ainda mais o modelo, recomenda-se implementar objetivos SMART em todas as fases do projeto para garantir que cada etapa seja claramente delineada e mensurável. Ademais, é essencial realizar uma análise SWOT para oferecer uma perspectiva aprofundada sobre o ambiente interno e externo que influencia os projetos, otimizando assim a gestão e a execução do projeto. A elaboração de relatórios de impacto *ex-ante* e o desenvolvimento de um Relatório de Impacto Ambiental e Social (AIAS) detalhado são fundamentais para antecipar e mitigar impactos negativos, promovendo práticas mais responsáveis e sustentáveis.

Alterações legislativas poderiam fornecer uma base mais sólida para essas iniciativas, simplificando processos burocráticos e criando incentivos fiscais para projetos sustentáveis. Ademais, o modelo poderia ser fortalecido por meio do fortalecimento e apoio ao sistema de consórcios, permitindo a partilha de recursos e conhecimentos. Em relação aos desafios com os Tribunais de Contas, aprimorar a comunicação e oferecer treinamentos sobre os benefícios e a viabilidade dos projetos de PPP poderia minimizar atrasos ou rejeições, garantindo maior eficácia e sucesso das parcerias estabelecidas.

RELATÓRIO DE PRÉ-VIABILIDADE E ARRANJOS INTELIGENTES DE CONSÓRCIOS MUNICIPAIS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM COMPLEXO DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Miriam de Fátima Soares
Engenheira Ambiental e Sanitarista, pesquisadora do IPGC
Daniela Domingos
Engenheira Ambiental e Sanitarista, pesquisadora do IPGC

1. INTRODUÇÃO

Na literatura técnico-científica, existe a distinção entre resíduos e lixo, sendo que essa distinção varia no tempo e no espaço. Os resíduos são aqueles materiais que, após utilizados, podem ser reaproveitados ou passar por um processo de reciclagem para transformarem-se em outros materiais ou ainda terem sua energia convertida em outro tipo. Já o lixo é aquele material que é descartado após o uso sem a possibilidade de seu aproveitamento e é neste contexto que as variáveis tempo e espaço estão intrincadas, uma vez que um material, em determinado momento ou lugar, pode ser reaproveitado conforme a cultura local e a viabilidade técnica e econômica para tanto, sendo que em outro lugar ou outra época, isso pode não ser possível, tornando o material um lixo, um rejeito que não tem mais serventia.

Conforme Barbosa e Ibrahim (2014), o lixo é considerado pelos gestores como restos inúteis, indesejáveis e descartáveis das atividades industriais e sociais sem a possibilidade de aproveitamento.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, trazida pela Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, define resíduos sólidos como

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe a proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido,

bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Brasil, 2010).

A mesma lei define rejeitos como os resíduos sólidos que não apresentam outra possibilidade senão o aterramento ambientalmente correto, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis (Brasil, 2010).

Várias são as tecnologias disponíveis para aproveitamento dos resíduos sólidos como aquelas que aproveitam do poder calorífico dos resíduos, citando-se a pirólise, a gaseificação, o plasma e a incineração, e aquelas que transformam o resíduo em outro tipo de material, sendo a reciclagem e a compostagem.

Quando não é possível aplicar nenhuma dessas tecnologias no material para sua reinserção no ciclo produtivo, o mesmo, como dito, é entendido como rejeito, devendo, portanto, ser aterrado de forma ambientalmente segura, ou seja, disposto em aterros sanitários.

Os desafios no Brasil são grandes, uma vez que a nova lei do marco legal do saneamento básico, Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, altera o artigo 54 da Lei 12.305/2010, impondo novas datas para a implantação da disposição final ambientalmente adequada para os municípios, a saber (Brasil, 2010; Brasil, 2020):

- A disposição final ambientalmente adequada dos re-

jeitos deverá ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os Municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, para os quais ficam definidos os prazos trazidos nos tópicos seguintes;

- Até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes da Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais;

- Até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 habitantes no Censo 2010, bem como Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 quilômetros da fronteira com países limítrofes;

- Até 2 de agosto de 2023, para municípios com população entre 50.000 e 100.000 habitantes no Censo de 2010; e

- Até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 habitantes no censo de 2010.

Diante dessas prerrogativas, significa que cerca de 89,1 % dos municípios brasileiros, percentual estimado de municípios com menos de 50.000 habitantes conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE ([20--?]) para o censo de 2010, têm até 2 de agosto de 2024 para regularizar sua situação.

A realidade brasileira, conforme o Panorama dos resíduos sólidos de 2022 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE, é de que 2.826 municípios ou 50,7 % dispõem seus resíduos inadequadamente. Assim, apenas 61 % dos resíduos gerados no Brasil têm destinação final adequada.

Assim sendo, muito há que se avançar para poder cumprir com as disposições trazidas na lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos e na lei do novo marco do saneamento básico. Deste modo, um projeto que pode ser proposto para resolver esse desafio e contribuir com um meio ambiente mais equilibrado é através de um complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos que compreende uma usina de triagem, uma usina de compostagem e um aterro sanitário.

Ao final de tudo isto, o presente documento pretende estimar o custo de implantação e operação de um complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU para o Brasil, propondo, concomitantemente, arranjos que podem ser feitos entre os municípios para viabilizar o projeto. Também será esboçado formas de precificação do serviço para que os municípios consigam viabilizar economicamente o CTDF-RSU no intuito de não só atender a legislação brasileira, mas também contribuir com o meio ambiente nesse contexto de crise climática que assola o planeta.



2. CONTEXTUALIZAÇÃO

Nos tópicos seguintes, será feita uma breve revisão de literatura para explanação sobre os componentes do complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos, além de outros temas pertinentes.

2.1 INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE CIDADES

A história do Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades – IPGC começa em 2008, em Divinópolis, centro-oeste de Minas Gerais, com o Movimento Popular da Cidade – Mov Cidade, com o objetivo de discutir pautas públicas, em especial as ligadas à saúde. Em 2013, o IPGC se torna uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público – OSCIP (IPGC, [20--?]). Assim, o IPGC nasceu na cidade de Divinópolis – MG, como resposta às manifestações contrárias à situação política nacional daquele momento, com a percepção de que, para que o Poder Público alcance seus objetivos e corresponda às demandas da sociedade, não basta apenas que a sociedade civil o fiscalize, mas que ativamente proponha soluções e participe do desenvolvimento de inovações que aumentem o bem-estar de todos.

O IPGC só veio a assumir essa responsabilidade e exercer sua função de forma integral quando mudou-se para a capital mineira, Belo Horizonte, em 2017. Desde então, o IPGC vem desenvolvendo soluções para municípios de todo o país, com foco naqueles mais vulneráveis aos *wicked problems* da gestão pública: conforme censo do IBGE de 2022, 69,3 % dos municípios brasileiros têm até 20.000 habitantes, o que representa 3.862 municípios e apenas 15,8 % da população brasileira, não contando, muitas vezes, com capital intelectual, financeiro e social para elaborar soluções complexas à altura de seus problemas.

Com sua atuação na elaboração de projetos de Parcerias Público-Privado – PPPs e concessões, através de cooperação técnica, os municípios parceiros são capacitados em todas as fases do projeto, desde a coleta de dados e produção de estudos, passando pela licitação até a verificação dos cumprimentos dos contratos. Essa atuação rendeu ao IPGC, em maio de 2022, um reconhecimento da Organização das Nações Unidas – ONU como modelo de sucesso na gestão de projetos de parcerias com o setor privado (IPGC, [20--?]).

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL



Os resíduos sólidos urbanos – RSU são entendidos como aqueles originados de atividades domésticas, que são os resíduos domiciliares, e aqueles advindos da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana, que são os resíduos de limpeza urbana (SINIR, [20--?]). A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 404, de 11 de novembro de 2008, também considera como RSU os resíduos sólidos provenientes de pequenos estabelecimentos comerciais, industriais e de prestação de serviço (Brasil, 2008).

De acordo com a ABRELPE (2022), o brasileiro produz em média 1,043 kg de resíduos por dia, sendo que a região com maior geração é a Sudeste com aproximadamente 49,7 % da geração do país, em seguida vem a região Nordeste com 24,7 %, depois a Sul com 10,6 % e a Norte e Centro-Oeste com 7,5 % de produção de RSU cada. A geração *per capita* para as regiões e o Brasil em 2022 é trazida na Tabela 2.1. Pela tabela, é possível ver que a região Sudeste é a que tem a maior produção de RSU por habitante, enquanto que a região Sul é a que possui o menor valor, sendo 1,234 e 0,776 kg/hab.dia respectivamente.

Tabela 2.1 – Geração diária *per capita* de RSU (kg/hab.dia) no Brasil e nas regiões brasileiras para o ano de 2022.

Região	Geração diária <i>per capita</i> de RSU (kg/hab.dia)
Norte	0.884
Nordeste	0.955
Centro-Oeste	0.993
Sudoeste	1,234
Sul	0.776
Brasil	1.043

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2022).

Ainda conforme a ABRELPE (2022), a cobertura de coleta no país é de 93 %, com as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste com índice de coleta acima da média nacional, já as regiões Norte e Nordeste estão abaixo da média nacional com índices que se aproximam de 83 %. Assim os índices de cobertura são: 98,60 % para a região Sudeste, 97,00 % para a região Sul, 95,00 % para a região Centro-Oeste, 82,78 % para a região Norte e 82,70 % para a região Nordeste.

O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos – SINIR ([20--?]) traz diversos dados sobre a destinação e a disposição final de resíduos sólidos no Brasil e nos estados. Em relação a destinação dos resíduos para unidades de tratamento, esse sistema categoriza 8 unidades sendo: unidade de tratamento por micro-ondas ou autoclave, unidades de triagem (galpão ou usina), unidades de tratamento por incineração, unidades de manejo de galhadas e poda, unidades de compostagem (pátio ou usina), área de transbordo e triagem de resíduos da construção e demolição – RCD e volumosos, área de reciclagem de RCD e queima em forno de qualquer tipo. Na Tabela 2.2, é trazido o estado com o maior número de cada um dos tipos de unidade de tratamento de resíduos conforme o SINIR.

Tabela 2.2 – Estados com o maior número de certa unidade de tratamento conforme SINIR.

Unidade de tratamento	Estado	Quantidade
Micro-ondas ou autoclave	São Paulo	6
Triagem	São Paulo	247
Incineração	São Paulo	4
Manejo de Galhadas e poda	São Paulo	12
Copostagem	Minas Gerais	37
Área de transbordo e triagem de RCD e volumosos	São Paulo	17
Área de reciclagem de RCD	São Paulo	22
Queima em forno de qualquer tipo	Roraima	1

Fonte: Adaptado de SINIR ([20--?]).

Como pode ser visto na Tabela 2.2, São Paulo concentra o maior número das diversas unidades de tratamento, já Minas Gerais possui o maior número de unidades de compostagem. Rondônia é o único que possui a unidade de tratamento do tipo queima em forno de qualquer tipo, que pode ser entendido como fornos diferentes do micro-ondas ou autoclave e incineração.

Na Figura 2.1 trazida a seguir, tem-se a distribuição de todos os tipos de unidades de tratamento consideradas pelo SINIR para os estados. É possível ver que o SINIR não constatou nenhuma unidade de tratamento de resíduos sólidos para Amapá e Roraima. E, novamente, o destaque vai para o estado de São Paulo que concentra o maior número dessas unidades, totalizando 321, depois segue Minas Gerais com 288 e Paraná com 223. Vale observar que só a região Sudeste possui mais de 2,5 vezes a quantidade de unidades de tratamento que as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste juntas. A região Sul também possui sozinha o equivalente a cerca de 1,7 vezes o contingente destas três regiões juntas.



Figura 2.1 - Mapa do Brasil com o total de unidades de tratamento para cada estado.
Fonte: Adaptado de SINIR ([20--?]).

Assim, pela Figura 2.1, entende-se que investimentos devem ser feitos com maior prioridade nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, com ênfase na região Norte, uma

vez que, além de possuírem poucas unidades de tratamento, são as regiões que têm a menor cobertura para coleta de resíduos sólidos à exceção da região Centro-Oeste que tem coleta acima da média nacional.

Já na Figura 2.2, é possível observar o percentual das unidades de tratamento de resíduos sólidos no Brasil. Verifica-se que o galpão ou usina de triagem representa a maior fatia das unidades, com 82,72 % ou 1.163 unidades, depois segue a usina ou pátio de compostagem com 5,19 % ou 73 unidades e a área de transbordo e triagem de RCD e volumosos com 3,84 % ou 54 unidades. Apesar de mostrar na legenda do gráfico a queima em forno de qualquer tipo, seu percentual não é apresentado no gráfico por ser muito pequeno, 0,07 %, sendo uma única unidade em Rondônia.

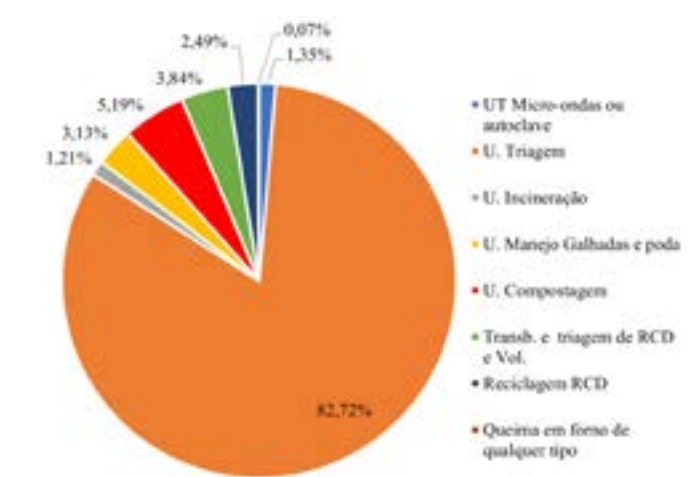


Figura 2.2 - Distribuição percentual das unidades de tratamentos existentes no Brasil.*

*Considere: UT Micro-ondas ou autoclave como unidade de tratamento por micro-ondas ou autoclave, U. Triagem como galpão ou usina de triagem, U. Incineração como unidade de tratamento por incineração, U. Manejo Galhadas e poda como unidade de manejo de galhadas e poda, U. Compostagem como pátio ou usina de compostagem, Transb. e triagem de RCD e Vol. como área de transbordo e triagem de RCD e volumosos, Reciclagem RCD como área de reciclagem de RCD.

Fonte: Adaptado de SINIR ([20--?]).

De acordo com os dados trazidos pela ABRELPE (2022), 2.774 municípios brasileiros dispõem seus resíduos de forma adequada, o que representa 49,8 % dos municípios. Ainda conforme ABRELPE (2022), 61 % dos resíduos coletados são encaminhados para aterros sanitários, mas algumas regiões do país estão com este percentual bem abaixo da média nacional, como pode ser visto na Tabela 2.3. A região Norte é a que possui o menor percentual

de disposição adequada, 36,6 %, enquanto que a Sudeste apresenta o maior, 74,3 %, valor este que ainda é preocupante, uma vez que significa que mais de ¼ dos resíduos ainda são dispostos inadequadamente nesta região densamente populosa.

Tabela 2.3 - Disposição final de RSU no Brasil e regiões, por tipo de destinação (t/ano e %) - 2022.

Região	Disposição adequada		Disposição inadequada	
	t/ano	%	t/ano	%
Norte	1.870.470	36,6%	3.240.105	63,4%
Nordeste	6.214.527	37,2%	10.491.191	62,8%
Centro-Oeste	2.532.762	43,5%	3.288.281	56,5%
Sudoeste	29.773.638	74,3%	10.298.552	25,7%
Sul	6.020.694	71,6%	2.388.097	28,4%
Brasil	46.412.091	61,0%	29.706.226	39%

Fonte: ABRELPE (2022).

Apesar dos números ainda mostrarem que muito há que se avançar nessa ceara no Brasil, dados comparativos entre 2010 e 2019 mostram uma melhora nessa área. A coleta em t/ano cresceu 23,7 % no Brasil, e houve aumento também em todas as regiões como pode ser visto na Figura 2.3, onde percebe-se que a região Norte foi a que teve o maior crescimento de coleta total por ano nestes 10 anos considerados (ABRELPE, 2020).



Figura 2.3 - Comparativo da coleta de RSU nas regiões em t/ano entre 2010 e 2019. Fonte: Adaptado de ABRELPE (2020).

O índice de cobertura de coleta de RSU também cresceu entre esses dez anos, sendo que seu valor para o Brasil foi de 88 % para 92 %, um aumento de 4,5 %. Na Figura 2.4, é possível ver esse aumento para as regiões brasileiras, destacando o Nordeste com o maior crescimento, 8,0 %. Já a região Norte cresceu apenas 1,3 % entre 2010 e 2019, pas-

sando de 80 % para 81 %, sendo a única com crescimento abaixo da média nacional (ABRELPE, 2020).

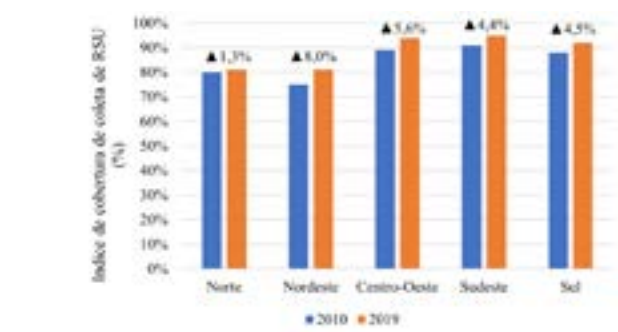


Figura 2.4 - Índice de cobertura de coleta de RSU nas regiões brasileiras comparando 2010 com 2019.

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2020).

Por fim, sobre a disposição final ao longo de 2010 e 2019, o aumento dos resíduos dispostos em aterros sanitários foi de 10 milhões de toneladas em uma década, passando de 33 milhões de toneladas por ano para 43 milhões. Deste modo, em 2010, 56,8 % dos RSU eram dispostos em aterro sanitário, passando para 59,5 % em 2019. Conforme a Figura 2.5, a região que teve maior aumento percentual na disposição de RSU em aterros sanitários foi a região Centro-Oeste, valor este bem expressivo, passando de 28,1 % para 41,3 %, ou seja, crescimento de 47,0 %, bem acima da média nacional, cujo crescimento foi de 4,8 %. Por outro lado, as regiões Sudeste e Sul foram as que menos cresceram, com 2,1 % e 2,2 % respectivamente (ABRELPE, 2020).

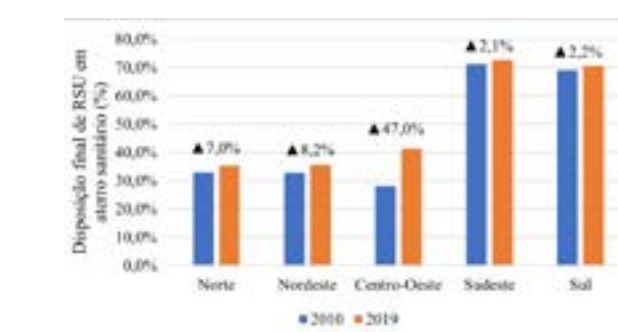


Figura 2.5 - Disposição final de RSU em aterro sanitário nas regiões brasileiras em 2010 e 2019.

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2020).

Ao longo de tudo isto, é possível observar que o Brasil tem avançado no que diz respeito a gestão de resíduos sólidos, ampliando a coleta, dispondo mais rejeitos em aterros sanitários e adotando outras tecnologias para o tratamento

dos resíduos sólidos urbanos. Esses dados mostram que, com o devido esforço, o país conseguirá resolver o desafio do correto tratamento aos resíduos e da disposição correta de seus rejeitos para evitar danos ao meio ambiente e aos seres vivos.

A Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, hierarquiza os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos ao considerar que o ideal é não gerar, reduzir, reutilizar, reciclar e tratar os resíduos sólidos, bem como dispor os rejeitos adequadamente (Brasil, 2010). Isso significa que, inicialmente, é necessária uma mudança no padrão de consumo da sociedade, objetivando consumir menos e gerar menos resíduos, assim, uma vez gerados, os resíduos podem ser reutilizados, reciclados ou tratados, ou seja, a matéria e a energia contidas nos resíduos podem ser transformadas reintroduzindo seu produto na cadeia produtiva. Só depois de cessadas essas etapas é que o rejeito, aquilo que não pode mais ser aproveitado, é disposto no aterro sanitário. Esse tratamento dado aos resíduos diminui a pressão sobre os recursos naturais.

2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS foi consagrada a partir da Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. Essa lei dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, além das diretrizes relativas à gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos e foi influenciada pela legislação de resíduos sólidos da União Europeia (Brasil, 2010; Capistrano de Filho, 2013). Na Figura 2.6, é mostrado o processo de criação da PNRS, onde vê-se que, da proposição até sua avaliação, levaram-se 10 anos.

Figura 2.6 - Processo de criação da PNRS.

Fonte: Arantes; Pereira (2021).



Essa norma traz a distinção entre resíduos e rejeitos ora arrolados na introdução deste documento, relembRANDO que, sucintamente, resíduos são aqueles que podem ter sua matéria ou potencial energético aproveitados, enquanto que rejeitos são materiais que não podem mais ser aproveitados, devendo-se proceder com sua destinação final ambientalmente adequada. Além disso, na PNRS, os resíduos são classificados quanto a sua origem e periculosidade, sendo os resíduos sólidos urbanos os originários de atividades domésticas em residências urbanas e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana. Esses resíduos também são classificados quanto à periculosidade como resíduos não perigosos (Brasil, 2010).

A PNRS prioriza as microrregiões e os consórcios intermunicipais para gestão de resíduos sólidos ao acesso aos recursos da União, sendo que as microrregiões são criadas através de lei complementar, enquanto que os consórcios não necessitam deste tipo de ação (Brasil, 2010; Machado, 2013).

Já sobre responsabilidade compartilhada, um dos princípios da PNRS, tem-se que esta

é o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, para minimizar o volume dos resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos (Machado, 2013, p. 651).

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes devem investir em desenvolvimento, fabricação e colocação de produtos para que os mesmos sejam aptos ao uso pelo consumidor, mas também aptos à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação ambientalmente adequada. Além disso, na produção, deve-se gerar a menor quantidade possível de resíduos e tais responsáveis devem divulgar informações sobre os resíduos e recolher seus produtos e resíduos remanescentes no caso de material sujeito à logística reversa (Machado, 2013).

Já sobre a logística reversa, tem-se que está é

um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação ambientalmente adequada (Brasil, 2010, cap. II, art. 3, inc. XII).

Esse sistema, que pode ser de aplicação imediata ou progressiva, ensina a aplicação da responsabilidade pós-

-consumo ao visar a destinação do resíduo e rejeito à fonte de produção ou cadeia de comercialização para que possam ser reaproveitados ou destinados de forma ambientalmente adequada. Ademais, de acordo com Machado (2013), esse sistema representa a aplicação do princípio do poluidor-pagador discurrido mais adiante. Os materiais abrangidos pelo sistema de logística reversa são (Brasil, 2010):

- Agrotóxicos, seus resíduos e suas embalagens ou outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso;
- Pilhas e baterias;
- Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Santos e Elk (2021) fizeram uma avaliação sobre alguns indicadores entre os anos de 2010 e 2018 à luz da PNRS. A lei que institui a PNRS, nº 12.305/2010, foi aprovada 20 anos após tramitação no Congresso Nacional, oriunda do Projeto de Lei nº 203 de 1991 (Arantes; Pereira, 2021), e a evolução da gestão de resíduos sólidos no período estudado foi discreta. Os autores afirmam que há entraves à implementação da PNRS no Brasil como baixa capacidade técnica e financeira dos municípios, falta de cobrança pela gestão dos serviços de limpeza urbana, descontinuidade administrativa com a troca dos dirigentes e fiscalização deficiente. Ademais, há também lacunas estruturais entre os principais níveis de governo que formulam as políticas e os reais executores da PNRS.

Ao longo desses anos de implementação da PNRS, apesar da mesma preconizar pela diminuição na produção de resíduos, o que houve foi seu aumento que inclusive, é maior do que o aumento populacional para o mesmo período, ou seja, a produção *per capita* de resíduos sólidos aumentou entre 2010 e 2018 e isso também pode estar ligado a concentração da população em centros urbanos e à transformação etária da população, com costumes de maior consumo devido a maior poder aquisitivo, além do marketing agressivo, produtos de baixo custo e baixa durabilidade (Santos; Elk, 2021).

Vale destacar que o número de lixões diminuiu, contudo, a massa de rejeitos e resíduos dispostos nesse ambiente aumentou ao longo dos anos, saindo de 31,5 mil toneladas por dia em 2010 para 80 mil em 2018. E sobre a reciclagem,

os dados mostram que apenas 4 % dos resíduos sólidos produzidos são reciclados, levando o país a uma perda de 14 bilhões de reais por ano e um desperdício de aproximadamente 12 milhões de t/ano de material passível de reutilização e reciclagem (Arantes; Pereira, 2023; Santos; Elk, 2021).

2.3.1 PRINCÍPIOS DA PNRS

Os princípios da PNRS são (Brasil, 2010):

- A prevenção e a precaução;
- O poluidor-pagador e o protetor-recebedor;
- A visão sistêmica na gestão de resíduos sólidos que considere variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;
- O desenvolvimento sustentável;
- A ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;
- A cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;
- A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- O reconhecimento do resíduo sólido reutilizável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;
- O respeito às diversidades locais e regionais;
- O direito da sociedade à informação e ao controle social; e
- A razoabilidade e proporcionalidade.

De acordo com Machado (2013), o princípio da prevenção e precaução visa evitar danos ao meio ambiente, prevenindo, evitando, na origem, transformações prejudiciais aos seres vivos e à qualidade ambiental, considerando que os riscos não podem ser excluídos, pois a probabilidade de um dano sempre permanece. Ademais, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser usada para evitar a tomada de ações.

Ainda conforme Machado (2013), o princípio do poluidor-pagador obriga o poluidor a pagar a poluição que

pode ser causada ou que já foi causada, sendo considerado que o poluidor invade a propriedade alheia. Como explica Capistrano de Filho (2013), as externalidades são recebidas pela coletividade, enquanto que o lucro é recebido pelo produtor privado, deste modo, com tal princípio, também conhecido como princípio da responsabilidade, procura-se corrigir o custo adicionado à sociedade, impondo-se sua internalização. Já o princípio do protetor-recebedor é recente na criação doutrinária sendo justamente a Lei 12.305 de 2010 a primeira a incluí-lo no rol dos princípios da política ambiental em âmbito federal. Esse princípio assevera que quem protege o meio ambiente merece um recebimento por essa proteção como um reconhecimento da coletividade e do Poder Público, sendo um incentivo à proteção ambiental. O princípio do protetor-recebedor fica evidente no artigo 16, parágrafo 1º da citada lei ao discorrer que serão priorizados no acesso aos recursos da União os Estados que instituírem microrregiões para se organizarem de forma integrada a gestão dos resíduos sólidos.

A visão sistêmica também é um princípio, sendo sistema a conexão dos elementos de um ambiente, no caso, a gestão dos resíduos sólidos não deve ser realizada de forma isolada, considerando o conjunto de diversos fatores como meio ambiente, sociedade, cultura, economia, tecnologia e saúde pública. Já o princípio do desenvolvimento sustentável garante que as futuras gerações tenham acesso aos recursos naturais uma vez que as gerações presentes devem agir de modo a garantir que tais recursos existam com o passar do tempo. Este princípio está em consonância com o princípio da ecoeficiência, uma vez que visam satisfazer as necessidades humanas presentes garantindo sustentabilidade das futuras gerações (Machado, 2013).

O princípio da cooperação visa integrar Poder Público, empresas e sociedade de forma a agirem conjuntamente na tratativa dos resíduos sólidos. Já o princípio da responsabilidade compartilhada engloba todos os envolvidos no ciclo de vida do produto desde sua extração até a disposição final, objetivando diminuir o volume de resíduos e rejeitos gerados para causar menos impacto ambiental (Machado, 2013).

O princípio do reconhecimento do valor do resíduo sólido reutilizável e reciclável afirma categoricamente que o resíduo sólido tem valor econômico e isto pode ser alcançado através da reutilização ou reciclagem, sendo que esta age alterando fisicamente, físico-quimicamente ou biologicamente o resíduo, enquanto que isso não acontece na reutilização. O valor social do resíduo reside na sua capa-

cidade de gerar emprego e renda, logo, a reutilização e a reciclagem são promotoras de cidadania (Machado, 2013).

O princípio do respeito às diversidades locais e regionais está conectado ao fato de que a proteção do meio ambiente e o controle da poluição são matérias de competência legislativa concorrente entre União, Estados, Distrito Federal e, no campo da administração, é de competência comum entres estes e os Municípios. Com este princípio, as particularidades geográficas, ambientais e socioeconômicas não podem ser pretexto para o descumprimento da Lei 12.305/2010 (Machado, 2013).

Segundo Machado (2013), o princípio da informação diz respeito ao direito que o indivíduo tem de ter ciência sobre as condições do ambiente em que vive. Portanto, a informação serve para o processo de educação dos indivíduos e da comunidade, dando chances para o pronunciamento do cidadão. Logo, os dados ambientais devem ser publicados. Já o princípio do direito da sociedade ao controle social garante a participação social nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas relacionadas a resíduos sólidos.

Por fim, ainda conforme Machado (2013), os princípios da razoabilidade e da proporcionalidade aplicam-se não só à administração pública, como às empresas, à sociedade civil e às pessoas. A razoabilidade será aplicada quando a regra não for clara e necessitar de interpretação na sua concepção mais profunda e equânime. O princípio da proporcionalidade busca a noção de equilíbrio, sendo uma coisa proporcionada aquela “que corresponde ao critério de medida justa e oportuna em relação a um termo de referência” (Machado, 2013, p. 641).

2.3.2 OBJETIVOS DA PNRS

Dissertando sobre os objetivos da PNRS, o artigo 7º da lei 12.305/2010 preconiza (Brasil, 2010):

- Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

- Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

- Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

- Gestão integrada de resíduos sólidos;

- Articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à co-operação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

- Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

- Regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445 de 2007;

- Prioridade nas aquisições e contratações governamentais para produtos reciclados e recicláveis e para bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

- Integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

- Estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

- Incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

- Estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

A proteção da saúde pública e da qualidade ambiental visam um meio ambiente ecologicamente equilibrado, conforme preconiza a Constituição Federal em seu artigo 225, *caput* (Brasil, 1988):

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988, cap. VI, art. 225, *caput*).

Em relação à gestão de resíduos, a PNRS coloca em prioridade como esta deve-se dar preconizando: 1. Não geração; 2. Redução; 3. Reutilização; 4. Reciclagem; 5. Tratamento; e 6. Disposição final. Conforme Machado (2013), há uma hierarquia nos resíduos e na forma de gestão, e assim, os 5 “erres” são incluídos na gestão de resíduos sólidos, sendo repensar, reduzir, reutilizar, reciclar e responsabilizar. Essa hierarquia foi inspirada na Escala de Lansink, cunhada em 1979 pelo então parlamentar holandês Gerhardus Wilhelmus Adrianus Josephus Lansink (Arantes; Pereira, 2021).

Já sobre os catadores, a lei 12.305/2010 impulsiona o catador autônomo ou não subordinado a uma relação de emprego e o incentiva a não agir isoladamente fortalecendo cooperativas e associações. Deste modo, há a promoção de cidadania conforme um dos princípios da citada lei (Machado, 2015).

2.3.3 INSTRUMENTOS DA PNRS

Os instrumentos da PNRS são ditames normativos que visam abarcar e cumprir os princípios e objetivos da PNRS (Arantes; Pereira, 2021) e são listados no artigo 8º da Lei 12.305/2010, sendo (Brasil, 2010):

- Planos de resíduos sólidos;

- Inventários e sistema declaratório anual de resíduos sólidos;

- Coleta seletiva, sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

- Incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

- Monitoramento e fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;

- Cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

- Pesquisa científica e tecnológica;

- Educação ambiental;

- Incentivos fiscais, financeiros e creditícios;

- Fundo Nacional do Meio Ambiente e Fundo Nacional

de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

- Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR;

- Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SINISA;

- Conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde;

- Órgão colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;

- Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos – CNORP;

- Acordos setoriais;

- No que couber, instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, entre eles os padrões de qualidade ambiental, o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP, o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA, a avaliação de impactos ambientais, o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente – SINIMA e o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

- Termos de compromisso com termos de ajustamento de conduta;

- Incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

Os diversos instrumentos da PNRS visam implementar tal política conforme seus princípios e objetivos. A exemplo, tem o SINIR que, conforme Santiago et al. (2023), atende ao princípio do direito da sociedade à informação e ao controle social. Esses instrumentos podem ser classificados em: repressivo, reativo, resolução de conflito, preventivo, proativo/associativo e instrumentos de mercado. Essa classificação é fornecida por Ribeiro et al. (1998) citada por Capistrano de Filho (2013) e conta também com o tipo de instrumento dissociativo, sem representantes na PNRS. O Quadro 2.1 a seguir categoriza os instrumentos da PNRS conforme os tipos.

Quadro 2.1 - Instrumentos da PNRS categorizados como instrumentos de gestão ambiental.

Tipo	Instrumentos da PNRS
Dissociativo	Não há.
Repressivo	Fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária.
Reativo	Termos de ajustamento de conduta.
Resolução de conflitos	Avaliação de impactos ambientais.
Preventivo	Planos de resíduos sólidos; Inventários e sistema declaratório anual de resíduos sólidos; Licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras; Acordos setoriais e termos de compromisso; Monitoramento ambiental, sanitária e agropecuária; SINIR, SINISA, SINIMA, CNORP e CTF; Padrões de qualidade ambiental; Coleta seletiva.
Proativo/Associativo	Fundo Nacional do Meio Ambiente e Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Educação Ambiental; Pesquisa científica e tecnológica; Conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde. Instrumentos de mercado
Indrumentos de Mercado	Sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; A cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; Incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; Cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; Incentivos fiscais, financeiros e creditícios; Incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

Source: Capistrano de Filho (2013).

Para Santiago et al. (2023), os planos de resíduos sólidos são um dos principais instrumentos da PNRS. Os pla-

nos contemplam possíveis cenários na gestão de resíduos e demais etapas do planejamento, o que favorece a participação de diferentes atores no processo, como a sociedade civil e grandes geradores. Os planos instituídos pela PNRS são o Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PLANARES, os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos – PERS, os Planos Microrregionais de Resíduos Sólidos e os Planos de Resíduos Sólidos de Regiões Metropolitanas ou Aglomerações, os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS e os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS. Os planos de resíduos sólidos são instrumentos do tipo preventivo, por fornecer informações para indicadores e para a fiscalização ambiental (Capistrano de Filho, 2013).

O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR é um sistema de informação que coleta, sistematiza e integra dados sobre a gestão de resíduos sólidos no Brasil (SINIR, 20--?). Conforme Santiago et al. (2023), o SINIR visa melhorar e qualificar a gestão dos resíduos sólidos e acompanhar o cumprimento das metas estabelecidas nos planos de resíduos. Ele deve ser mantido e organizado pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Suas finalidades são coletar, ordenar, gerar, armazenar, sistematizar e compartilhar dados sobre a gestão de resíduos sólidos. Apesar de seu endereço eletrônico estar disponível desde maio de 2013, o SINIR foi oficialmente lançado em junho de 2019, e Santiago e coautores (2023) afirmam que o controle social é prejudicado pela falta, incompletude e incongruência entre as informações contidas nesse sistema, sendo questões que devem ser melhoradas para efetiva implementação da PNRS.

O Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – SINISA foi criado para coletar e sistematizar dados relativos às condições de prestação dos serviços públicos de saneamento básico, disponibilizar estatísticas, indicadores e outras informações relevantes para caracterizar a demanda e a oferta de serviços públicos de saneamento básico e permitir e facilitar o monitoramento e avaliação da eficiência e eficácia da prestação dos serviços de saneamento básico (MIDR, 2022). O SINISA, criado pela lei 11.445/2007, veio para substituir o Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SNIS criado em 1996, e, conforme o Ministério do Desenvolvimento Regional – MIDR, essa substituição deverá ocorrer em 2024 (MIDR, 2022; Condurú et al., 2020). Condurú et al. (2020) afirmam que é essencial que o SINISA compartilhe informações com outras áreas, como com o sistema de saúde e meio ambiente para que seja possível o conhecimento e a avaliação das

ações de saneamento de forma intersetorial.

O Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos – CNORP, regulamentado pela Instrução Normativa Ibama nº 1 de 2013, obriga os operadores de resíduos sólidos, pessoas jurídicas de direito público ou privado, a se cadastrarem no CNORP, considerando que resíduos sólidos perigosos são aqueles que possuem características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade (Ibama, 2023). O CNORP deve ser integrado ao Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP e ao SINIR. O CNORP é um tipo de instrumento de gestão preventivo, já que auxilia no monitoramento das atividades que gerem ou operem com resíduos perigosos, além de auxiliar no planejamento (Capistrano de Filho, 2013).

O Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP foi inserido na Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA através de uma alteração na Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que institui tal política, pela lei nº 7.804 de 1989. O CTF/APP destina-se ao registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas que exercem atividades potencialmente poluidoras ou extraem, produzem, transportam ou comercializam produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente além de produtos e subprodutos da fauna e flora (Capistrano de Filho, 2013). A atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais são listadas no Anexo VIII da Lei 6.938/1981.

O Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA consta na PNMA. O CTF/AIDA tem como objetivo o registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas que se dediquem tanto à consultoria técnica sobre problemas ecológicos ou ambientais quanto à indústria ou comércio de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividades que podem ser efetiva ou potencialmente poluidoras (Capistrano de Filho, 2013).

Por fim, o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente – SINIMA, conforme Capistrano de Filho (2013), é responsável pela gestão da informação ambiental no âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, sendo estruturado em três eixos: desenvolvimento de ferramentas de acesso à informação baseadas em programas computacionais livres; sistematização de estatísticas e elaboração de indicadores ambientais; e integração e interoperabilidade de sistemas de informação de acordo com a

Arquitetura Orientada a Serviços. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente ([20--?]), o SINIMA é o instrumento previsto na PNMA responsável pela organização, integração, compartilhamento e disponibilização das informações ambientais, disponibilizando informações no âmbito do SISNAMA. Ele foi criado como um sistema aglutinador que integra as informações ambientais produzidas no país permitindo mostrar o estado da qualidade ambiental como um todo (Ferreira, 2016).

2.4 ORGANIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS

A Constituição Federal – CF de 1988 elevou os municípios à categoria de entes federados e alterou as normas para sua emancipação, promovendo um incremento excepcional no número de municípios entre 1988 e 1996, conhecido como “movimento emancipacionista”. Em 1996, a Emenda Constitucional - EC nº 15 foi aprovada, restringindo tais emancipações (Brandt, 2010). Uma pesquisa feita por Bremaeker (1993) identificou que, conforme os prefeitos dos novos municípios criados, o descaso das antigas prefeituras e a grande extensão do município de origem foram os principais motivos para a criação de novos municípios, além da existência de forte atividade econômica local.

Antes da EC 15/1996, o parágrafo 4º do artigo 18 da CF/1988

estabeleceu, para a criação, a incorporação, a fusão e o desmembramento de municípios, apenas duas condições: a preservação da comunidade e da unidade histórico-cultural do ambiente urbano, de acordo com requisitos previstos em lei complementar estadual, e a consulta prévia, mediante plebiscito, às populações diretamente interessadas (Brandt, 2010, p. 61).

Na constituição anterior, a CF de 1967, o artigo 14 previa que para a emancipação de um município, alguns requisitos deveriam ser atendidos como população estimada superior a 10.000 habitantes ou não inferior a 5 milésimos da existente no estado (0,5 %), eleitorado não inferior a 10 % da população, centro urbano já construído com número de casas superior a 200, arrecadação, no último exercício, de cinco milésimos da receita estadual de impostos, consulta à população mediante plebiscito com emancipação aprovada por maioria absoluta dos eleitores (Brandt, 2010).

Conforme Brandt (2010), comparando as duas constituições, fica evidente a ausência de parâmetros mais restritivos na CF de 1988, o que levou ao aumento exponencial na criação de municípios a partir dela, levando a emancipação a característica de predominância de micro e pequenas municipalidades, no caso, municípios com até 5.000 habi-

tantes e até 10.000 habitantes respectivamente. Contudo, como afirma Tomio (2002), a quantidade de municípios no Brasil foi quase quadruplicada nos últimos 50 anos, sendo que períodos democráticos, como a república populista (1945-1964) a nova república (anos de 1980) e o período atual favoreceram a maior intensidade de emancipações municipais, dada suas características de descentralização política, institucional e fiscal.

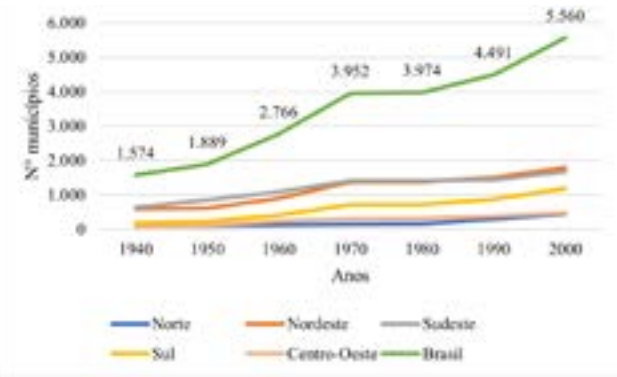
A EC 15/1996 alterou a redação do § 4º do artigo 18 da CF/1988, requerendo que o período para a criação, incorporação, fusão e desmembramento de municípios seja determinado por lei complementar federal. O Rio Grande do Sul foi o estado que teve o maior número de emancipações em termos absolutos, com incremento de 33 % no número de municípios (Brandt, 2010). Conforme Tomio (2002), 75 % das novas municipalidades não poderiam existir antes da promulgação da constituição de 1988.

A Figura 2.7 trazida a seguir mostra a evolução no número de municípios desde a década de 1940 até os anos 2000. O Brasil sai de 1.574 municípios na década de 1940 para 5.560 em 2000, ou seja, um aumento de mais de 250 %. O período que teve menor aumento no número de municípios foi na década de 1970 (Tomio, 2002).

Figura 2.7 - Número de municípios no Brasil e regiões entre 1940 e 2000.

Fonte: Adaptado de Tomio (2002).

Dos 26 estados brasileiros, apenas 4 não apresentam



município com menos de 5.000 habitantes, sendo Rio de Janeiro, Espírito Santo, Amazonas e Acre (IBGE, [20--?]). Rio de Janeiro e Espírito Santo, conforme Brandt (2010), não permitiram a criação de municípios com tal contingente populacional, sendo que a população mínima requerida para o Rio de Janeiro era de 6.393 habitantes, e para o Espírito Santo era de 8.600 habitantes. Analisando os dados do censo do IBGE para 2022, tem-se que 44,8 % dos

municípios têm até 10.000 habitantes, representando 6,3 % da população brasileira, enquanto que 23,8 % dos municípios têm até 5.000 habitantes, representando 2,2 % da população do país.

Já considerando a classificação conforme Senado Notícias (2009), considera-se os seguintes portes de municípios a partir do quantitativo populacional:

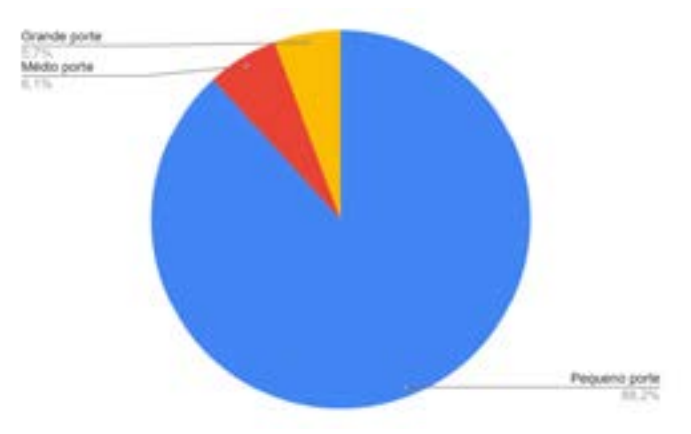
- Pequeno porte: até 49.999 habitantes;
- Médio porte: de 50.000 a 100.000 habitantes;
- Grande porte: a partir de 100.001 habitantes.

A Figura 2.8 mostra um gráfico em que é possível ver que a grande maioria dos municípios tem menos de 50.000 habitantes, representando quase 90 % dos municípios, e correspondendo a 31,5 % da população brasileira, enquanto que os municípios com mais de 100.000 habitantes somam 5,7 % e possuem 56,9 % da população.

Figura 2.8 - Distribuição percentual dos portes dos municípios brasileiros segundo censo do IBGE de 2022.

Fonte: Adaptado de IBGE ([20--?]).

Conforme Brandt (2010), micro e pequenos municípios



são, em muitos casos, os que abrigam a população mais pobre, têm poucas alternativas de geração de renda própria e são os que mais necessitam de recurso. Tomio (2002) explica que a maioria dos últimos municípios criados nas últimas décadas depende diretamente de transferências federais, já que a receita tributária própria é incapaz de sustentar os cargos políticos gerados com a emancipação.

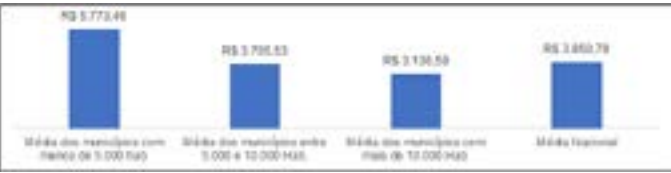
Assim, sobre a explosão de emancipações de micro e pequenas cidades, Brandt (2010) relata que por seu tamanho, essas cidades “geram deseconomias de escala e ineficiência ao incorrerem em custos administrativos des-

proporcionais às suas populações” (Brandt, 2010, p. 73). E, conforme Gomes e Mac Dowell (2000, p. 11), “para custear suas despesas (inclusive, é claro, as despesas com sua própria administração), os pequenos municípios dependem fortemente das transferências de impostos, especialmente dos impostos federais, via o Fundo de Participação dos Municípios”.

A Despesa Corrente refere-se aos gastos de manutenção e funcionamento dos serviços públicos em geral que não contribuem diretamente para a formação ou aquisição de um bem de capital (Congresso Nacional, [20--?]). Na Figura 2.9, é feita uma comparação da Despesa Corrente *per capita* de municípios com menos de 5.000 habitantes, municípios entre 5.000 e 10.000 habitantes, municípios com mais de 10.000 habitantes e a média nacional a partir de dados do SICONFI – Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro e do IBGE.

Figura 2.9 - Despesa corrente municipal *per capita* para o ano de 2021.

Fonte: IPGC (2023).



Observa-se que, em média, municípios com menos de 5.000 habitantes gastam 50% a mais que a média nacional com custos de manutenção da própria máquina pública. Para além das despesas correntes acima da média nacional, os micros e pequenos municípios também concentram as receitas correntes mais deficitárias.

Portanto, a conclusão a respeito do cenário atual é de que 23,8 % dos municípios brasileiros possuem menos de 5.000 habitantes e, consequentemente, enfrentam a dependência de receitas externas e a ineficiência oriunda de deseconomias de escala. Em outras palavras, para esses municípios, a ampla parcela dos recursos vem de fora e são diluídos em gastos marginais maiores do que os de municípios de maior porte, logo, não chegando ao cidadão em forma de políticas públicas, como saneamento básico.

2.5 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

SUSTENTÁVEL

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, conforme define as Nações Unidas Brasil (2024), são um apelo global para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir às pessoas paz e prosperidade.

Nos tópicos a seguir, são trazidos os ODS que o CTDF-RSU tangencia com as submetas e os indicadores disponibilizados em quadros conforme trazido pelo Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada – IPEA (2019).

2.5.1. OBJETIVO 1 - ERRADICAÇÃO DA POBREZA



Erradicar a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.

Quadro 2.2 - Submetas e indicadores do Objetivo 1 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
1.1. Até 2030, erradicar a pobreza extrema para todas as pessoas em todos os lugares, atualmente medida como pessoas vivendo com menos de US\$ 1,25 por dia.	1.1.1. Proporção da população vivendo abaixo da linha de pobreza internacional, por sexo, idade, condição perante o trabalho e localização geográfica (urbano/rural).
1.2. Até 2030, reduzir pelo menos para metade a proporção de homens, mulheres e crianças, de todas as idades, que vivem na pobreza, em todas as suas dimensões, de acordo com as definições nacionais.	1.2.1. Proporção da população vivendo abaixo da linha de pobreza nacional, por sexo, idade, condição perante o trabalho e localização geográfica (urbano/rural). 1.2.2 - Proporção de homens, mulheres e crianças de todas as idades vivendo na pobreza em todas as dimensões, de acordo com as definições nacionais.
1.3. Implementar, em nível nacional, medidas e sistemas de proteção social adequados, para todos, incluindo pisos, e até 2030 atingir uma cobertura substancial dos pobres e vulneráveis.	1.3.1. Proporção da população abrangida por regimes de proteção social, por sexo e para os seguintes grupos populacionais: crianças, população desempregada, população idosa, população com deficiência, mulheres grávidas, crianças recém-nascidas, pessoas que sofreram acidentes de trabalho, população em risco de pobreza e outros grupos populacionais vulneráveis.

1.4. Até 2030, garantir que todos os homens e mulheres, particularmente os mais pobres e vulneráveis, tenham direitos iguais aos recursos econômicos, bem como o acesso a serviços básicos, propriedade e controle sobre a terra e outras formas de propriedade, herança, recursos naturais, novas tecnologias e serviços financeiros, incluindo microfinanças.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

O CTDF-RSU atua no sentido de trazer mais dignidade para pessoas que encontraram na reciclagem uma fonte de renda. Deste modo, a existência do complexo promoverá a dignificação do ser humano por meio de um trabalho seguro e com garantias e direitos. Assim, age-se no sentido de erradicar a pobreza, uma vez que promove a possibilidade de famílias terem renda digna através do manejo de resíduos sólidos. O complexo tem o potencial de gerar mais de 150,6 mil empregos diretos, mais de 72 mil empregos indiretos em mais de 232,1 mil empregos via efeito de renda.



2.5.2 OBJETIVO 2 – FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável.

Quadro 2.3 - Submetas e indicadores do Objetivo 2 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
2.1. Até 2030, acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas, em particular os mais pobres e pessoas em situações vulneráveis, incluindo crianças, a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano.	2.1.1. Prevalência de subalimentação na população total em %.
	2.1.2i. Prevalência de insegurança alimentar moderada ou grave em escala de insegurança alimentar em % de domicílios.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

Trazendo emprego e renda dignos para os trabalhadores, o CTDF-RSU atua no sentido de erradicar a fome, uma vez que garantirá salário justo. Ademais, com a compostagem, também age-se no sentido de promover uma agricultura sustentável, que pode ser livre de fertilizantes tóxicos, já que o composto orgânico fará o papel de fertilização dos solos. Como dito anteriormente, o complexo tem o potencial de gerar mais de 450 mil empregos diretos, indiretos e via efeito de renda.



2.5.3 OBJETIVO 3 – SAÚDE E BEM-ESTAR

Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos em toda as idades.

Quadro 2.4 - Submetas e indicadores do Objetivo 3 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
3.9. Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças devido a químicos perigosos, contaminação e poluição do ar, da água e do solo.	3.9.1. Taxa de mortalidade por poluição ambiental (externa e doméstica) do ar.
	3.9.2. Taxa de mortalidade atribuída a fontes de água insalubre e a condições de saneamento e de higiene deficientes ou inexistentes (acesso inadequado a serviços de saneamento de águas residuais).
	3.9.3. Taxa de mortalidade atribuída a intoxicação não intencional.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

A incorporação de trabalhadores que antes agiam na informalidade catando resíduos pelos centros urbanos no CTDF-RSU permite aos mesmos trabalharem em condições adequadas de segurança e higiene, evitando que tais trabalhadores tenham contato direto com resíduos perigosos que podem colocar em risco sua saúde.



2.5.4 OBJETIVO 6 – ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO

Assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todas e todos.

Quadro 2.5 - Submetas e indicadores do Objetivo 6 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
6.3. Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e a reutilização segura globalmente.	6.3.2. Proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental.

6.6. Até 2020, proteger e restaurar os ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.	6.6.1. Alteração na extensão dos ecossistemas relacionado a água ao longo do tempo.
---	---

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

O correto manejo dos resíduos sólidos evita contaminação dos solos, ar e águas, promovendo um meio ambiente mais salubre para os seres humanos e outros animais. Com isto, age-se no sentido de diminuir a poluição dos corpos hídricos, já que os resíduos terão destinação correta e segura.

Estima-se que anualmente cerca de 3,2 milhões de toneladas de plástico podem ser poupadas do meio ambiente, assim como 434 mil toneladas de metal, 509 mil toneladas de vidro, 2 milhões de tonelada de papel e papelão e 8,5 milhões de toneladas de matéria orgânica com o CTDF/RSU.



2.5.5 OBJETIVO 8 – TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO

Promover o crescimento econômico sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos.

Quadro 2.6 - Submetas e indicadores do Objetivo 8 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
8.3. Promover políticas orientadas para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas, geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação, e incentivar a formalização e o crescimento das micro, pequenas e médias empresas, inclusive por meio do acesso a serviços financeiros	8.3.1. Taxa de informalidade das pessoas de 15 anos ou mais de idade ocupadas na semana de referência, por sexo, setor de atividade do trabalho principal e existência de deficiência.
8.4. Melhorar progressivamente, até 2030, a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental, de acordo com o Plano Decenal de Programas sobre Produção e Consumo Sustentáveis, com os países desenvolvidos na liderança.	8.4.1. Pegada material, pegada material <i>per capita</i> e pegada material em porcentagem do PIB. 8.4.2. Consumo interno de materiais, consumo interno de materiais <i>per capita</i> e consumo interno de materiais por unidade do PIB.

8.5. Até 2030, alcançar o emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas as mulheres e homens, inclusive para os jovens e as pessoas com deficiência, e remuneração igual para trabalho de igual valor.	8.5.1. Rendimento médio por hora real das pessoas de 15 anos ou mais de idade ocupadas na semana de referência com rendimento de trabalho, habitualmente recebido em todos os trabalhos, por sexo, grupo de idade, agrupamento ocupacional do trabalho principal e existência de deficiência.
8.8. Proteger os direitos trabalhistas e promover ambientes de trabalho seguros e protegidos para todos os trabalhadores, incluindo os trabalhadores migrantes, em particular as mulheres migrantes, e pessoas em empregos precários.	8.8.1 Taxas de frequência de lesões ocupacionais fatais e não fatais, por sexo e situação de migração.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

O CTDF-RSU pode transformar a vida de catadores que vivem na informalidade, promovendo um ambiente de trabalho salubre e seguro, além de garantir uma fonte de renda segura para esses trabalhadores e garantir direitos trabalhistas aos mesmos, o que impactará a economia de forma positiva.

Como já explicado, o complexo pode gerar mais de 450 mil empregos. Além disso, considerando todos os arranjos propostos nesta pesquisa, o investimento total é na ordem de 31,3 bilhões de reais e o custo de operação mensal estimado é de 438,8 milhões de reais.



2.5.6 OBJETIVO 9 – INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA

Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.

Quadro 2.7 - Submetas e indicadores do Objetivo 9 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
9.2. Promover a industrialização inclusiva e sustentável e, até 2030, aumentar significativamente a participação da indústria no emprego e no produto interno bruto, de acordo com as circunstâncias nacionais, e dobrar a sua participação nos países de menor desenvolvimento relativo.	9.2.1. Valor adicionado da indústria em proporção do PIB e <i>per capita</i> .
	9.2.2. Emprego na indústria em proporção do emprego total.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

O complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos fomenta a inovação e o desenvolvimento tecnológico por ser um centro de triagem e segregação de resíduos, abastecendo o mercado com produtos dos quais pode-se desenvolver novas formas de reuso e reciclagem.



2.5.7 OBJETIVO 10 - REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES

Reduzir as desigualdades dentro dos países e entre eles.

Quadro 2.8 - Submetas e indicadores do Objetivo 10 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
10.2. Até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra.	10.2.1. Proporção das pessoas vivendo abaixo de 50% da mediana da renda, por sexo, idade e pessoas com deficiência.
10.4. Adotar políticas, especialmente fiscal, salarial e de proteção social, e alcançar progressivamente uma maior igualdade.	10.4.1. Proporção das remunerações no PIB, incluindo salários e as transferências de proteção social.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

Como expresso em linhas passadas, a introdução e formalização de catadores no CTDF-RSU promove a inclusão social, econômica e política das pessoas, uma vez que garante seguridade social e um ambiente de trabalho salubre, viabilizando, para essas pessoas, novas perspectivas.



2.5.8 OBJETIVO 11 - CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Quadro 2.9 - Submetas e indicadores do Objetivo 11 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
11.3. Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países.	11.3.1. Razão entre a taxa de consumo do solo e a taxa de crescimento da população.

11.6. Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo <i>per capita</i> das cidades, inclusive prestando especial atenção a qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros.	11.6.1. Proporção de resíduos sólidos urbanos regularmente coletados e com destino final adequado no total de resíduos sólidos urbanos gerados por cidades.
11.7. Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência.	11.7.1. Proporção da área construída das cidades que é espaço público aberto para uso de todos, por sexo, idade e pessoas com deficiência.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

Uma correta gestão dos resíduos sólidos urbanos proporciona a todas e todos um ambiente limpo e o mais livre possível de vetores de certas doenças, como ratos e baratas. Deste modo, o espaço urbano fica mais adequado às necessidades humanas básicas, garantindo espaços públicos salubres e seguros.



2.5.9 OBJETIVO 12 - CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS

Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis.

Quadro 2.10 - Submetas e indicadores do Objetivo 12 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
12.2. Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.	12.2.1. Pegada material, pegada material <i>per capita</i> e pegada material em percentagem do PIB. 12.2.2. Consumo interno de materiais, consumo interno de materiais <i>per capita</i> e consumo interno de materiais por unidade do Produto Interno Bruto (PIB).
12.4. Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente.	12.4.2. Quantidade de resíduos perigosos gerados <i>per capita</i> e proporção de resíduos perigosos tratados, por tipo de tratamento.
12.5. Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.	12.5.1. Taxa de reciclagem nacional por toneladas de material reciclado.

12.8. Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.	12.8.1. Grau com que a (i) educação para a cidadania global e a (ii) educação para o desenvolvimento sustentável são integradas nas (a) políticas nacionais de educação; (b) currículos escolares; (c) formação de professores; e (d) avaliação de estudantes.
--	--

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

Uma gestão dos resíduos sólidos que inclui a reciclagem e a compostagem se mostra responsável com a sustentabilidade das atividades humanas no planeta. Tal gestão retira da natureza materiais contaminantes e que podem ser perigosos, promovendo sua reinserção no ciclo produtivo diminuindo a pressão sobre os recursos naturais. Podem ser reciclados no complexo cerca de 212,5 milhões de toneladas de materiais e cerca de 299 milhões de toneladas de resíduos orgânicos em 35 anos.

Ademais, a conscientização da população e a promoção da educação ambiental agem no sentido de educar as pessoas para menor consumo e menor produção de resíduos, também trazendo impactos positivos sobre a sustentabilidade do planeta.



2.5.10 OBJETIVO 13 - AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA

Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos.

Quadro 2.11 - Submetas e indicadores do Objetivo 13 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
13.2. Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.	13.2.2. Emissões totais de gases de efeito estufa por ano.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

A incorporação da reciclagem e da compostagem no processo de gestão de resíduos sólidos urbanos diminui a emissão de gases de efeito estufa, uma vez que menos resíduos serão aterrados e, conseqüentemente, menos resíduos sofrerão degradação anaeróbia nos aterros sanitários, que é responsável não só pela emissão de gás carbônico, como de metano, que é várias vezes mais potente do que o CO₂.

Uma estimativa feita a partir do “Manual da calculadora de emissões de GEE para resíduos” divulgado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR (2021) mostra que cerca de 226 mil toneladas de CO₂-eq serão poupadas do meio ambiente anualmente com a compostagem e cerca de 3,2 milhões de toneladas de CO₂-eq também serão poupadas do meio ambiente anualmente com a reciclagem de papel e papelão, plástico, vidro e metais.



2.5.11 OBJETIVO 14 - VIDA NA ÁGUA

Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

Quadro 2.12 - Submetas e indicadores do Objetivo 14 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
14.5. Até 2020, conservar pelo menos 10% das zonas costeiras e marinhas, de acordo com a legislação nacional e internacional, e com base na melhor informação científica disponível.	14.5.1. Cobertura de áreas marinhas protegidas em relação às áreas marinhas.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

Os resíduos, uma vez descartados de forma incorreta, eventualmente atingem corpos hídricos e podem chegar em regiões longínquas como mares e oceanos. Portanto, a boa gestão dos resíduos previne este tipo de poluição, protegendo e conservando os recursos marinhos.

Ademais, vale a pena destacar que os peixes podem ser contaminados por microplásticos, fazendo com que o plástico retorne aos seres humanos por meio da cadeia alimentar. Isto posto, fica evidente como a gestão adequada de resíduos previne a poluição e conserva a vida na água.



2.5.12 OBJETIVO 15 - VIDA TERRESTRE

Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

Quadro 2.13 - Submetas e indicadores do Objetivo 15 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
15.3. Até 2030, combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo.	15.3.1. Proporção do território com solos degradados.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

Um solo poluído por resíduos é também um ambiente degradado que afeta negativamente plantas e diversos animais, inclusive o ser humano. Além disso, a contaminação por resíduos dificulta o processo de recuperação dos solos, sendo indispensável uma boa gestão dos RSU para que isso não aconteça.

Vale destacar que a contaminação máxima do solo por resíduos se dá com a existência de vazadouros a céu aberto – os lixões – e aterros controlados, ambos proibidos no Brasil.



2.5.13 OBJETIVO 17 – PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Reforçar os meios de implementação e revitalizar a Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável.

Quadro 2.14 - Submetas e indicadores do Objetivo 17 que dizem respeito ao CTDF-RSU.

Submeta	Indicador
17.1. Fortalecer a mobilização de recursos internos, inclusive por meio do apoio internacional aos países em desenvolvimento, para melhorar a capacidade nacional para arrecadação de impostos e outras receitas.	17.1.1. Total das receitas fiscais em percentagem do PIB, por fonte.
17.17. Incentivar e promover parcerias públicas, público-privadas e com a sociedade civil eficazes, a partir da experiência das estratégias de mobilização de recursos dessas parcerias.	17.17.1. Montante de dólares nos Estados Unidos destinados a parcerias público-privadas para infraestrutura.

Fonte: Adaptado de IPEA (2019).

A proposição do CTDF-RSU evidencia que para ganho de escala os municípios brasileiros precisam se agrupar para que a quantidade de resíduos a se tratar seja economicamente viável, visto que a grande maioria dos municípios brasileiros são de pequeno porte – com menos de

50.000 habitantes.

O complexo então poderá ser um caminho para a cooperação ativa entre diferentes prefeituras e o setor privado comprometido e interessado com a causa da gestão dos resíduos sólidos urbanos.

2.6 ECONOMIA CIRCULAR

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, consagrada pela Lei 12.305/2010, traz vários termos que se relacionam com a economia circular. Um dos termos mais afim é logística reversa, entendida como o instrumento de desenvolvimento econômico e social feito por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos ao setor empresarial, para reaproveitamento ou destinação final ambientalmente adequada. Os resíduos sujeitos à logística reversa são agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista e produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Assim, a economia circular visa retornar ao ciclo produtivo materiais que viraram resíduo, mas ainda têm potencial de serem reaproveitados ou reciclados, diminuindo, como consequência, a pressão sobre os recursos naturais.

O CTDF-RSU está alinhado com a economia circular, uma vez que possui uma usina de triagem e uma usina de compostagem. Deste modo, plástico, vidro, metal, papel e papelão e resíduos orgânicos podem retornar ao ciclo produtivo fornecendo material para a confecção de novos produtos.

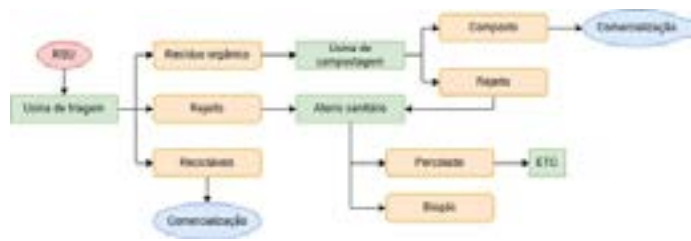
3. SOLUÇÃO PROPOSTA: COMPLEXO DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos – CTDF-RSU é uma área construída composta por um aterro sanitário – AS, uma usina de compostagem – UC e uma usina de triagem – UT, além das instalações de apoio necessárias, como vestiário, prédio administrativo, estacionamento e um edifício para guarda dos veículos e equipamentos. O CTDF-RSU se alinha à PNRS uma vez que visa promover a reutilização e reciclagem dos resíduos e a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos, ou seja, a ideia central é devolver ao ciclo produtivo aqueles materiais que ainda podem ser reaproveita-

dos, e isso inclui o composto orgânico produzido na UC a partir dos resíduos orgânicos, e aterrar apenas o que não é mais passível de reaproveitamento.

O fluxograma trazido na Figura 3.1 mostra o caminho dos resíduos sólidos urbanos – RSU após sua coleta. O RSU passa por uma usina de triagem, onde as frações orgânico, reciclável e rejeito são separadas. Os recicláveis são comercializados, os rejeitos vão para o aterro sanitário e o resíduo orgânico segue para a usina de compostagem, onde obtém-se o composto que pode ser comercializado e o rejeito que é encaminhado para o aterro sanitário.

Figura 3.1 - Fluxograma do caminho do RSU no comple-



xo de tratamento e disposição final de resíduos.

Fonte: IPGC (2023).

Os produtos do aterro sanitário, o percolato e o biogás, podem ser reaproveitados: o biogás pode ser utilizado para produção de energia e o percolato tratado pode ser reciclado na massa de rejeitos do aterro. Contudo, há que se destacar que essa prática encarece o projeto podendo torná-lo economicamente inviável. Ademais, conforme Johannessen (1999), para recuperação comercial do gás gerado no aterro, o aterro deve receber pelo menos 200 t/dia de resíduos e ser projetado para uma capacidade mínima de 500.000 t tendo, ainda, altura mínima de 10 m, ou seja, um aterro com tais dimensões pode não ser possível na maioria dos municípios brasileiros, uma vez que estes podem não produzir tal contingente de resíduos.

A seguir, as unidades de tratamento de resíduos, usina de triagem e usina de compostagem, são definidas, bem como o aterro sanitário, única técnica legal de disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil.

3.1 USINA DE TRIAGEM

As usinas de triagem – UT são centros de separação dos resíduos sólidos operacionalizados por equipamentos eletromecânicos em maior ou menor grau sendo que a triagem é um processo de separação física dos resíduos que pode ser feita de forma manual ou mecânica (Schalch et

al., 2002).

Conforme Schalch e coautores (2002), foi em Brasília que as primeiras UT foram instaladas, e na década de 1980 houve um maior incremento no número de UT, uma vez que o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES ofereceu às prefeituras uma linha de crédito para a compra de equipamentos. Um dos instrumentos da PNRS é a educação ambiental, bastante importante para o eficiente funcionamento da UT, uma vez que, no Brasil, atualmente, a maior parte dos resíduos não pode ser aproveitada devido a contaminações. Nesse sentido, ensinar e educar a população sobre as formas corretas de acondicionamento dos resíduos para fins de reciclagem são uma forma de contornar esse problema.

Conforme Portal Resíduo Sólidos (2023), o geral funcionamento de uma UT começa com o recebimento dos materiais através de algum meio, como caminhões coletores, então esse material é separado manualmente, de forma semiautomática ou totalmente automática, retirando-se os resíduos de interesse que são prensados e enfardados para comercialização. Deste modo, quanto mais segregar os resíduos, maior será o valor agregado dos mesmos.

Conforme a Resolução CONAMA 275/2001, os resíduos podem ser divididos em (Brasil, 2001):

- Papel/papelão;
- Plástico;
- Vidro;
- Metal;
- Madeira;
- Resíduos perigosos;
- Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- Resíduos radioativos; e
- Resíduo geral não reciclável misturado ou contaminado não passível de separação.

Os plásticos em si possuem classificação e segregação próprias conforme a ABNT 13.230/2008, sendo:

- 1: PET – poli(tereftalato de estireno);
- 2: PEAD – polietileno de alta densidade;
- 3: PVC – poli(cloreto de vinila);
- 4: PEBD – polietileno de baixa densidade;
- 5: PP – polipropileno;
- 6: PS – poliestireno;
- 7: Outros.

A Figura 3.2 mostra a simbologia corriqueira das classificações do plástico. Vale destacar que, no caso de o produto plástico ser constituído por mais de um tipo de plástico, deve ser indicado os dois tipos de plásticos dentro do símbolo de reciclagem com suas abreviaturas, contudo, caso um dos tipos de plástico seja “Outros”, apenas o número deste deve ser indicado, porém, na abreviatura, deve-se contar quais são as siglas referentes aos plásticos usados (ABNT, 2008).

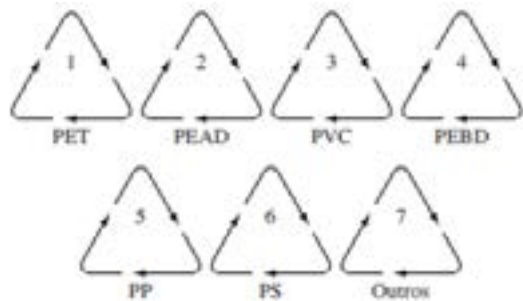


Figura 3.2 - Símbolos de identificação dos materiais plásticos.
Fonte: Coltro; Gasparino; Queiroz (2008).

Ainda nesse sentido, a Tabela 3.1 traz as possíveis segregações que os diversos tipos de resíduos podem ter de forma a agregar mais valor a eles e aproveitá-los mais. É importante salientar que a presença de mercado consumidor, ou seja, aquele que de fato comprará o resíduo é o principal fator para a segregação.

Tabela 3.1 - Segregações possíveis dos resíduos conforme o tipo.

Papel	Plástico	Metal	Vidro	Outros
Branco	PET	Alumínio latas	Vasilhames	Tetrapak
Misto	Plástico duro	Alumínio perfis	Cacos	Chapas de raio X
Revista	Plástico filme	Cobre	Planos	Isopor
Jornais	PVC	Ferrosos latas		
Acartonado		Ferrosos chapas		
Papelão				

Fonte: Adaptado de Brasil (2008).

A reciclagem e o reaproveitamento energético dos resíduos se tornaram centrais na política de tratamento de

resíduos sólidos a partir da década de 1980, quando os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, que na década de 1970 aterravam ou incineravam seus resíduos, passaram a ter que dar outro tratamento aos mesmos devido ao contingente crescente de resíduos e a maior abordagem da sociedade sobre temáticas ambientais (Diniz; Arraes, 1998). Assim, reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos (Brasil, 2010, cap. II, art. 3º, inc. XV).

Nesse contexto normativo, tem-se a Lei nº 14.260, de 08 de dezembro de 2021, que estabelece incentivos à indústria de reciclagem criando o Fundo de Apoio para Ações Voltadas à Reciclagem – Favorecicle e os Fundos de Investimentos para Projetos de Reciclagem – ProRecicle. Com o Favorecicle e o Prorecicle, a União concederá a pessoas físicas ou jurídicas opção pela dedução de parte do imposto de renda pelo apoio direto a projetos ligados ao tratamento e reciclagem de resíduos sólidos produzidos em solo nacional, projetos estes previamente aprovados pelo Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2021).

Triar e reciclar os resíduos são de suma importância para se alcançar um desenvolvimento minimamente sustentável, uma vez que reintroduz à cadeia produtiva materiais com grande serventia que seriam, na melhor das hipóteses, dispostos em aterro sanitário. Assim, há o reaproveitamento de matéria-prima, diminuindo a exploração de recursos naturais, o que diminui a pressão sobre os mesmos, com reverberação em tantas outras áreas, como diminuição da pegada ecológica, da emissão de gases de efeito estufa – GEEs, do consumo de energia, da destruição do meio ambiente na busca de minerais e petróleo, diminuição da poluição e geração de emprego e renda, além de estender a vida útil dos aterros sanitários.

Para exemplificar, tem-se que a reciclagem do papel economiza 71,0 % de energia se comparado à sua produção com matéria virgem, a reciclagem do plástico economiza 78,7 % de energia, a do alumínio, 95,0 %, já a do aço economiza 74,0 % e a reciclagem do vidro economiza 13 % de energia (Avila, 2009). A seguir na Tabela 3.2, é apresentado o preço de comercialização dos materiais recicláveis para as regiões brasileiras e o Brasil para o ano de 2022. A região Sudeste é a que mais valoriza os produtos recicláveis, possuindo os maiores preços por quilo de material reciclável para o plástico, o alumínio e outros metais. Já a região Norte é a que menos valoriza tais materiais, tendo os menores

preços de comercialização para o papel, o plástico e outros metais. Em termos de média nacional, o material mais valorizado é o alumínio, e o menos valorizado é o vidro.

Tabela 3.2 - Preço de comercialização dos materiais recicláveis para o ano de 2022.

Material	Valor (R\$/kg)					
	BR	CO	NE	N	S	SE
Papel	0,81	0,52	1,40	0,43	0,80	0,65
Plástico	1,73	1,68	1,45	0,81	1,94	1,96
Alumínio	4,77	5,33	2,82	3,77	4,72	5,94
Outros metais	1,58	1,66	1,50	0,50	1,24	2,00
Vidro	0,21	0,12	0,59	0,40	0,15	0,15

Fonte: Adaptado de Instituto Pragma (2022).

Ainda analisando a Tabela 3.2, nota-se que o vidro é o material reciclável menos valorizado, o que é um desestímulo ao seu reaproveitamento, porém, tal material pode ser reciclado infindáveis vezes por manter sua qualidade após a reciclagem, ou seja, o vidro não tem suas características perdidas após passar pelos processos de alteração no seu reciclo. Pinaço (2021) afirma que a reciclagem do vidro reduz a poluição do ar em 20 %, reduz o consumo de água em 50 % e reduz a necessidade de extrair areia, barrilha e cascalho preservando o meio ambiente.

A reciclagem é uma realidade concreta em vários países. O gráfico da Figura 3.3 traz os 10 países que mais reciclam seus resíduos, destacando-se a Coreia do Sul que recicla 67,1 % dos materiais recicláveis. O Brasil ocupa a posição de número 177 em um ranking de 180 países (EPI, 2023) e como pode ser observado pela mesma figura, a maior parte dos países que mais reciclam fica localizada no Hemisfério Norte.

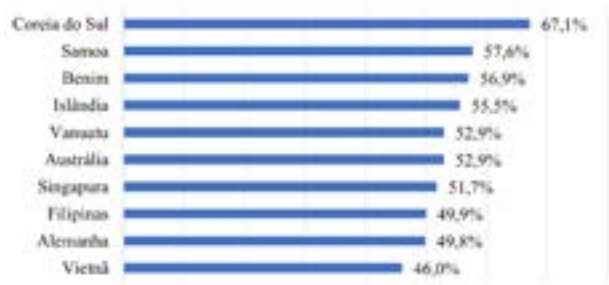


Figura 3.3 -Dez países que mais reciclam seus resíduos.

Fonte: Adaptado de EPI (2023).

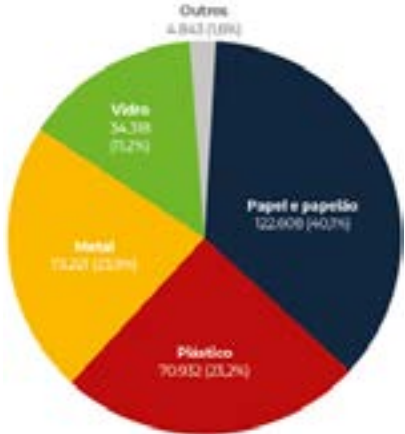
Medeiros (2011) argumenta que a coleta seletiva iniciou-se no século passado com os Estados Unidos da América

e a Europa devido ao período da Segunda Guerra Mundial que levou a uma escassez de produtos e necessidade de reciclar, principalmente metais para a indústria bélica. Já no Brasil, a coleta seletiva é recente, desenvolvida por grupos de cidadãos e entidades de natureza privada. No Brasil, o processo da reciclagem divide-se em três períodos a saber (Avila, 2009):

- Período arcaico: se estende até o ano de 1972, caracterizado pela falta de conhecimento científico sobre a disposição dos resíduos com preocupação da sociedade sobre a temática de forma limitada e alto poder de barganha das companhias;
- Período de desenvolvimento: vai de 1972 até meados de 1990, caracterizado pelo aumento de tecnologias relacionadas à gestão de resíduos, aumento do número de aterros sanitário e diminuição de lixões, aumento de incineradores e adoção maior da reciclagem;
- Período moderno: inicia-se em 1996, caracterizado pelos cuidados especiais conferidos aos resíduos perigosos com melhorias no processo de gestão de resíduos.

Em 2022, a maior parte dos resíduos recicláveis recuperados no Brasil foi papel e papelão, seguido por plástico, metal e vidros, além de outros que são materiais recuperados não reconhecidos pelo sistema de classificação de materiais utilizado pela Nomenclatura Comum do MERCOSUL – NMC, sendo MERCOSUL o Mercado Comum do Sul (ABRELPE, 2022). A gravimetria dos materiais recuperados por logística reversa para o ano de 2022 pode ser vista na Figura 3.4.

Figura 3.4 - Gravimetria de materiais recicláveis recuperados pelos programas de logística reversa de embalagens



em geral no ano de 2022 em t/ano (%).

Fonte: Abrelpe (2022).

Como o gráfico da Figura 3.4 cita logística reversa, é importante trazer o seu conceito à luz da PNRS, assim, logística reversa é o

instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação ambientalmente adequada (Brasil, 2010, cap. II, art. 3º, inc. XII).

Ainda nesse viés, tem-se que os produtos obrigatoriamente sujeitos à logística reversa são (Brasil, 2010):

- Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente – Sisnama, da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária – Suasa, ou em normas técnicas;

- Pilhas e baterias;

- Pneus;

- Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

- Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

- Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Por fim, reforça-se que o caminho do resíduo pela UT passa pela recepção dos resíduos, separação do material reciclável, incluindo os resíduos orgânicos, do rejeito que deve ser encaminhado para aterro sanitário, prensagem e enfardamento do material reciclável e estocagem para comercialização (Portal Resíduos Sólidos, 2023). No subtópico seguinte, é descrita a rotina operacional geral de uma UT.

3.1.1. FUNCIONAMENTO DE UMA USINA DE TRIAGEM

Baseado no documento “Orientações básicas para operação de uma usina de triagem e compostagem de lixo” da Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais – FEAM-MG de 2005, apresenta-se a seguir os espaços para o funcionamento básico de uma UT.

1. Recepção dos resíduos: local destinado ao recebi-

mento dos resíduos;

2. Triagem: local para a segregação dos resíduos nos materiais de interesse que serão comercializados ou destinados para compostagem. Destaca-se que os plásticos podem ser separados por tipo e cor assim como os vidros, já os metais podem ser separados em ferrosos e não-ferrosos. Caso os materiais obrigados a serem tratados no sistema de logística reversa cheguem até a UT, estes devem ser separados e destinados corretamente. Materiais considerados como rejeito são itens de higiene pessoal como papel higiênico, fralda e absorventes;

3. Baías de recicláveis: local onde os resíduos segregados são acondicionados até que lhes seja dada destinação final adequada. Os fardos devem ser separados por tipo de material e devem ser empilhados de forma organizada;

4 Paisagismo: busca compor espaços vegetados e outros elementos da natureza com elementos introduzidos pelo ser humano. Jardins e cordões verdes podem ser construídos em uma UT, já que protegem o solo contra erosão, mantém sua umidade, evita dispersão de poeiras e resíduos, preserva a privacidade do trabalhador e evita o acesso de animais e pessoas não autorizadas na UT, além de criar áreas sombreadas;

5. Unidades de apoio: são instalações que dão suporte ao bom funcionamento da UT, como escritório, copa ou cozinha, vestiários e área de serviço.

A construção de uma usina de triagem junto de uma usina de compostagem, ou seja, um complexo de tratamento de resíduos, aprimora o aproveitamento dos resíduos, uma vez que os resíduos orgânicos podem ser compostados no mesmo local sem necessidade de grandes deslocamentos ou ainda sem seu desperdício ao evitar que os mesmos sejam dispostos em aterros sanitários.

3.2 .USINA DE COMPOSTAGEM

A usina de compostagem – UC é o local destinado à compostagem dos resíduos orgânicos, sendo a compostagem o processo de transformação desses resíduos em adubo humificado (Schalch et al., 2002). Esse tipo de tratamento de resíduos tornou-se uma imposição legal a partir da Lei 12.305/2010. A ABNT NBR 13.591/1996 define compostagem como sendo o processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros,

desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação (ABNT, 1996, p. 2).

A compostagem pode dar-se de duas formas: natural ou acelerada. A compostagem acelerada é aquela que faz uso de maquinário que torne o processo mais rápido, sendo indicada para regiões onde a produção diária de resíduos domiciliares seja superior a 200 toneladas, pois assim pode--se trabalhar com a compostagem em um menor espaço, compostando os resíduos orgânicos de forma mais rápida (Schalch et al., 2002).

Os resíduos passíveis de compostagem podem ser divididos em dois grandes grupos (Melo, 2011):

- Materiais castanhos: feno, palha, aparas de madeira/ serradura, aparas de relva e erva seca, folhas secas, ramos pequenos, cinzas de madeira e restos de poda. Tais materiais contêm maior proporção de carbono;

- Materiais verdes: cascas de batata, legumes, hortaliças, restos e cascos de frutos, casca de frutos secos, borras de café, restos de pão, arroz, massa, folhas e sacos de chá, cereais, restos de comida cozida, cascas de ovos esmagadas. Tais resíduos contêm maior proporção de nitrogênio.

Na compostagem de 100 kg de resíduos, há a geração de 30 a 40 kg de composto, sendo o resto convertido em gás carbônico e vapor de água que arrasta amônia e íon sulfato (Melo 2011, WWF-Brasil, 2015). O composto orgânico pode melhorar diversas características do solo, garantindo adubação e melhores qualidades para o mesmo (Schalch et al., 2002):

- Melhora e estrutura do solo, conglomerando terras frágeis e soltas;

- Aumento da capacidade de retenção de ar e de água no solo;

- Previne e combate a formação de erosão;

- Favorece o estabelecimento de minhocas, besouros, microrganismos e outros seres que revolvem e adubam o solo;

- Facilita o desenvolvimento das plantas, uma vez que as raízes crescem insinuando-se nos vazios existentes na terra;

- Torna o solo mais arável.

Schalch e coautores (2002) ainda explicam que o composto advindo de resíduos sólidos domiciliares não pode ser aplicado indiscriminadamente em qualquer planta devido ao seu alto teor de sais além do pH alcalino que faz com

que o composto não possa ser aplicado em plantas acidófilas como cenouras, alface, feijão, cebola, arbustos frutíferos, coníferas e azaleia. Árvores frutíferas, vinhedos, plantas ornamentais, couves e outras hortaliças afins aceitam bem o composto orgânico.

Na instalação da UC, alguns fatores devem ser avaliados para garantir sustentação financeira da mesma ao longo do tempo. Melo (2011) descreve os seguintes fatores:

- Existência de mercado consumidor;

- Existência de um serviço de coleta com razoável eficiência e regularidade;

- Se possível, existência de coleta diferenciada para os resíduos domiciliares, públicos e hospitalares;

- Disponibilidade de recursos para fazer frente aos investimentos iniciais ou então de grupos privados interessados em arcar com os investimentos e operação da UC em regime de concessão;

- Disponibilidade de área suficiente para instalar o pátio de compostagem, podendo ser previsto, no caso em questão, área suficiente para uma UT e o aterro sanitário;

- Disponibilidade de pessoa com nível técnico suficiente para selecionar a tecnologia a ser adotada, fiscalizar a implantação da unidade e finalmente operar, manter e controlar a operação dos equipamentos;

- Avaliação da economia do processo considerando os custos e os benefícios, como custo de implantação, operação e manutenção do sistema, redução de resíduos a se aterrar, venda do composto, geração de emprego e renda e benefícios ambientais.

Em 2020, dados trazidos pela ABRELPE mostraram que a geração *per capita* de matéria orgânica no Brasil é de 170 kg por pessoa. Deste modo, 45,3 % dos resíduos gerados no país é composto por matéria orgânica. A compostagem pode ter ótima aplicação no tratamento e adubação de solos, uma vez que o Brasil possui 20 % dos solos agricultáveis e é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo, importando 70 % destes insumos. Deste modo, o composto orgânico produzido a partir da compostagem dos resíduos pode abastecer o mercado interno tonando os solos mais férteis (WWF-Brasil, 2015).

A Instrução Normativa da Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo – IN SARC nº 15 de 23 de dezembro de 2004 classifica os compostos de acordo com a presença ou não de certas substâncias e a origem do composto. Tal

classificação pode ser vista no Quadro 3.1, onde é possível notar que os resíduos orgânicos provenientes dos resíduos sólidos urbanos fazem parte da Classe C (Brasil, 2004).

Quadro 3.1 - Classificação dos fertilizantes conforme IN SARC nº 15/2004.

Classe	Descrição
Classe A	Fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima de origem vegetal, animal ou de processamento de agroindústria, onde não sejam utilizados no processo o sódio, metais pesados, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos.
Classe B	Fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima oriunda de processamento de atividade industrial ou da agroindústria onde o sódio, metais pesados, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos são utilizados no processo.
Classe C	Fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda de resíduo domiciliar, resultando em produto de utilização segura na indústria.
Classe D	Fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda do tratamento dos despejos sanitários, resultando de um produto de utilização segura na agricultura.

Fonte: Adaptado de Brasil (2004).

3.2.1 FASES DA COMPOSTAGEM

As fases da compostagem são um desenvolvimento sucessivo de diferentes comunidades microbianas, essencialmente fungos e actinomicetos, que decompõem a matéria orgânica, sendo um processo aeróbio, ou seja, na presença de oxigênio (Melo 2011; WWF-Brasil, 2015). De acordo com o Fundo Mundial para a Natureza, divisão Brasil, ou *World Wild Fund for Nature* – WWF-Brasil, são 5 as fases da compostagem, e estas são descritas a seguir:

- Decomposição mesófila: início do processo com temperatura ambiente inferior a 40 °C. Nesta fase, ocorre a multiplicação dos microrganismos mesófilos que transformam açúcares e aminoácidos. Em cerca de 2 ou 3 dias, a temperatura sobe até cerca de 40 °C e o composto tem o pH baixado devido à produção de ácidos orgânicos.

- Decomposição termófila: nesta fase, a temperatura é superior aos 40 °C, podendo atingir até 65 °C. Microrganismos termófilos transformam o nitrogênio em amônia

aumentando o pH para um meio básico ou alcalino. Entre 60 e 65 °C, os fungos termófilos desaparecem e surgem esporos bacterianos e os actinomicetos, que decompõem substâncias orgânicas como ceras, proteínas e hemiceluloses. Esta fase dura de 12 a 16 dias.

- Decomposição mesófila de esfriamento: nesta fase, os fungos termófilos reaparecem com a temperatura reduzindo para 40 a 45 °C. A celulose é então decomposta e a superfície da pilha ou leira é novamente invadida por esses microrganismos. Mais uma vez o pH é ligeiramente diminuído, durando, a fase, de 15 a 20 dias.

- Maturação: nesta fase, o composto é exposto à temperatura ambiente protegido da chuva. Tal processo pode durar de 15 a 60 dias a depender do tamanho da pilha de compostagem. Reações secundárias ocorrem nesse período, como a condensação e a polimerização do húmus, havendo a diminuição do consumo de oxigênio e a fitotoxidez do composto deve ser regulada. A relação C/N – carbono/nitrogênio cai para valores entre 15 e 20, ou seja, para cada 15 a 20 átomos de carbono, há 1 de nitrogênio.

- Refinamento: nesta fase, o composto deve ser peneirado e homogeneizado para melhorar o tamanho das partículas e regular a umidade para valores abaixo de 40 %. Assim, ocorre a separação entre impureza, resíduo não compostado e composto. Amostras podem ser coletadas para análises laboratoriais e o composto pode ser empacotado para comercialização.

Figura 3.5 - Representação gráfica das fases da compostagem.



Fonte: WWW-Brasil (2015).

Na Figura 3.5, resume-se as fases da compostagem com

as variações típicas de temperatura em função do tempo. É possível observar que nos 3 primeiros dias ocorre o crescimento exponencial de bactérias e fungos mesófilos com consumo acelerado dos açúcares e amidos solúveis. Já na fase de maior temperatura, a termófila, proteínas, gorduras, hemicelulose e celulose são quebradas por bactérias termófilas, actinomicetos e fungos. Por fim, a temperatura volta a cair, e a lignina e outros compostos de alta resistência são degradados por bactérias, fungos e invertebrados.

3.2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

As características do composto e o ambiente em que ocorrerá a compostagem são os principais fatores que influenciam nesse processo. Deste modo, destaca-se os seguintes fatores: aeração, temperatura, umidade, pH e relação C/N do composto (Schalch et al., 2002). O teor de umidade deve sempre ser controlado para o bom desenvolvimento dos microrganismos, assim como a aeração da pilha ou leira, considerando que, uma vez que a decomposição é aeróbia, ela deve ser periodicamente revirada e até a granulometria dos resíduos influencia, sendo indicado um comprimento de até 10 cm (WWF-Brasil, 2015). A Tabela 3.3 traz os níveis aceitáveis e valores ótimos para os fatores físico-químicos que influenciam na compostagem.

Tabela 3.3 - Níveis aceitáveis e valores ótimos para os fatores físico-químicos a serem considerados em uma compostagem.

Fator considerado	Intervalo aceitável	Valor ótimo
Composição inicial da mistura, relação C/N	25 a 35:1	30:1
Potencial de hidrogênio na mistura inicial, pH	5,5 a 8,0	7,0
Teor de umidade na mistura durante a compostagem	40 a 60 %	60 %
Teor de oxigênio no ar dentro da câmara de compostagem	5 a 15 %	Mínimo: 10 %
Temperatura na etapa termófila	Entre 55 e 65 °C	60 °C
Tamanho das partículas do material	Em geral de 1 a 5 cm e para materiais lenhosos, 1 a 2 cm	1 a 2 cm

Fonte: Adaptado de WWF-Brasil (2015).

Aeração

A compostagem é uma forma de decomposição da ma-

téria orgânica na presença de oxigênio, ou seja, o meio em que a decomposição ocorre é aeróbio. Daí a importância da aeração da massa de resíduos, já que a presença de oxigênio não só faz o processo ocorrer conforme requerido, como evita a formação de maus odores. Para conseguir uma boa distribuição de oxigênio, é importante que seja adicionado à leira ou pilha material de suporte como folhas, triturado de poda ou de madeira secos (WWF-Brasil, 2015).

A aeração pode ser conseguida por convecção natural, reviramento manual, com aeração forçada e por meio de máquinas reviradoras. O reviramento manual deve ser feito a cada 2 ou 3 dias caso as leiras ou pilhas sejam pequenas – com 1,5 m de altura e 2,5 m de largura. Já a aeração forçada é indicada para massa de resíduos de 1 tonelada por dia e elevada, no caso, com mais de 2,5 m de altura, considerando que a bomba deve prover 500 m³ de ar por dia para cada tonelada de resíduo orgânico (WWF-Brasil, 2015).

Relação Carbono/Nitrogênio

A relação carbono/nitrogênio ou relação C/N indica uma proporção estequiométrica entre átomos de carbono e nitrogênio necessária para o bom funcionamento das reações de decomposição. O carbono é a fonte de energia para os microrganismos enquanto que o nitrogênio atua na síntese de proteína dos mesmos (MMA, 2010). Como visto na Tabela 3.3, a relação ótima de C/N é 30:1, chegando, ao final da compostagem, em 15:1, e essa redução de carbono se deve a conversão do carbono orgânico em gás carbônico com a decomposição por oxidação da matéria orgânica (WWF-Brasil, 2015).

A relação C/N mais baixa significa que há nitrogênio em excesso, deste modo, parte desse nitrogênio se perderá como amoníaco, levando a um alto consumo de oxigênio e criando condições anaeróbias no processo de compostagem causando mau cheiro. Já relações mais alta de C/N indicam baixas quantidades de nitrogênio, o que impedirá o crescimento ótimo dos microrganismos, tornando o composto relativamente frio fazendo com que a degradação ocorra a uma taxa mais lenta (WWF-Brasil, 2015). Na Tabela 3.4, tem-se os valores de referência de carbono e nitrogênio, relação C/N e umidade em materiais orgânicos usados na compostagem.

Tabela 3.4 - Valores de referência de carbono, nitrogênio, relação C/N e umidade em matérias-primas para compostagem.

Material orgânico	Composição aproximada – base seca		Relação C/N	% umidade
	% carbono	% nitrogênio		
Esterco de suínos	40	3,1	13	80
Papel jornal	40	0,1	400	5
Resíduos de comida	35	1,9	19	69
Pó de café	40	2,0	20	60
Restos de frutas	56	1,4	40	80
Casca de arroz	36	0,3	120	14
Grama cortada	58	3,4	17	82
Folhas verdes	50	3,1	16	70
Folhas secas	49	0,9	54	38
Esterco de bovinos	47	2,5	19	81
Esterco de equinos	48	1,6	30	72
Esterco de carneiros	43	2,6	2,6	67
Esterco de galinha	45	7,0	7	68
Serragem	40	0,1	400	10
Aparas de madeira (cavacos, maravalha)	10	0,1	400	5
Ureia	0	46,0v	-	0

Fonte: WWF-Brasil (2015).

Teor de umidade

A água presente na massa de resíduos orgânicos é fundamental para as atividades fisiológicas dos microrganismos decompositores, além de ser um meio de transporte de substâncias solúveis que alimentam as células dos microrganismos ou que são produtos resultantes da degradação. O estresse hídrico ocorre quando a umidade está abaixo de 40 %, tornando o processo mais lento, contudo, a umidade também não pode ser superior a 65 %, pois dificultará a aeração do meio (WWF-Brasil, 2015).

Temperatura

É uma das variáveis mais importantes do processo de compostagem, pois influencia na mineralização dos resíduos orgânicos e no crescimento das populações microbianas. A máxima velocidade da compostagem ocorre em temperaturas entre 60 e 65 °C, mas a temperatura ótima varia conforme a fase da decomposição (WWF-Brasil, 2015).

pH

pH é a sigla para potencial hidrogeniônico que indica a

concentração de íons hidrônio (H₃O⁺) no meio, mostrando se o meio está ácido ou básico. Quanto menor o valor do pH, mais ácido é o meio, assim como quanto maior seu valor, mais básico ou alcalino é o meio, além disso, pH com valores em torno de 7 indica um meio neutro. Esse parâmetro mostra a forma como o processo de compostagem evolui, sendo que valores de pH ácido quando deveria ser alcalino indicam que a primeira fase da compostagem ainda não se concretizou ou que está ocorrendo um processo anaeróbio, logo, com deficiência de aeração (WWF-Brasil, 2015).

Conforme o WWF-Brasil (2015), nas primeiras etapas do processo de compostagem, o pH abaixa para valores em torno de 5 devido a formação de gás carbônico e ácidos orgânicos que servem de substrato para as futuras populações microbianas. Em seguida, o pH sobe para valores entre 8 e 9 devido à liberação do gás carbônico, à aeração da biomassa e à produção de amoníaco como produto da degradação de proteínas.

3.2.3 FUNCIONAMENTO DE UMA USINA DE COMPOSTAGEM

Uma UC tem como finalidade transformar resíduos orgânicos em composto através da degradação aeróbia da matéria orgânica por diversos microrganismos. Deste modo, alguns tipos de resíduos não são passíveis de serem compostados e podem inclusive contaminar o composto, como (WWF-Brasil, 2015):

- Vidro, metais, plásticos, embalagens multicamadas com papel e outros materiais;
- Fraldas descartáveis, absorventes e papel higiênico;
- Excremento de animais domésticos;
- Medicamentos;
- Filtros de cigarro;
- Produto de varrição exceto folhas.

Conforme Melo (2011), os resíduos que chegam a UC passam por uma balança rodoviária para controle de peso e são encaminhados para a unidade de recepção, em seguida, vão para a unidade de catação onde as frações orgânicas que serão compostadas são separadas do material reciclável e dos rejeitos. A fração orgânica segue para a unidade de trituração que a transforma em partes menores, sendo, então, encaminhada para o pátio de compostagem. Uma vez compostado, o material é submetido ao processo de peneiramento segregando-se mais uma vez os rejeitos do composto e do material que deve retornar às leiras de

compostagem. O composto refinado é encaminhado para o pátio de estocagem onde é empacotado para comercialização.

O Ministério do Meio Ambiente – MMA (2010), assim resume a operação de uma UC:

- Recepção e expedição do material;
- Trituração de galhos e separação de galhos grossos que não serão utilizados;
- Montagem e reviramento de leiras;
- Controle de temperatura e umidade das leiras;
- Rega das leiras;
- Limpeza do pátio;
- Peneiramento do composto;
- Registro de entrada e saída do material; e
- Controles técnicos do processo de compostagem.

O WWF-Brasil (2015), descreve procedimentos que podem ser adotados para garantir que o produto final seja de boa qualidade, sendo tais procedimentos:

- Limpeza dos recipientes utilizados para o transporte de material não tratado em áreas específica para esse fim;
- A área de mistura dos materiais a compostar deve ser afastada da área de peneiramento e preparo do produto final;
- Desenvolvimento e aplicação de um programa de controle de praga para evitar a proliferação de roedores, insetos e outros seres vivos;
- Garantia da presença de equipamentos e produtos de limpeza adequados, com inspeções periódicas do entorno e diária do galpão ou área de compostagem para o devido controle de higiene;
- Manipulação e armazenamento do composto pronto de forma a evitar sua contaminação;
- Organização dos processos de modo que todos os resíduos orgânicos recebidos na instalação alcancem os parâmetros de tempo e temperatura exigidos para a correta higienização;
- Registro correto identificando baias, datas e demais dados relativos aos resíduos orgânicos recebidos e o composto obtido, estando, tais registros, dispostos à fiscalização;

• As análises de laboratório para controle de patógenos no produto final devem ser realizadas em um laboratório certificado e devem ser arquivadas; e

• Os lotes de composto que não cumpre com as condições estabelecidas de higienização devem ser totalmente reprocessados, agregando-os a resíduos recém recebidos.

Por fim, para saber que o produto final está maduro, deve-se identificar os seguintes aspectos (WWF-Brasil, 2015):

- A temperatura do composto é a mesma do ambiente e seu volume reduz cerca de 1/3 do volume original;
- A coloração é marrom escura ou preta com odor agradável parecido com terra;
- O composto possui aspecto homogêneo sem identificação dos restos orgânicos que foram incorporados;
- O produto é leve e fofo; e
- O produto esfarela-se facilmente nas mãos e não se compacta ao ser pressionado.

Conforme MMA (2010), as análises laboratoriais que devem ser feitas no composto maturado são o pH, a umidade, a matéria orgânica total, o nitrogênio total e a relação C/N entre outras que julgar-se necessárias.

3.3 ATERRO SANITÁRIO

Neste documento, considera-se o aterro sanitário - AS de resíduos sólidos urbanos, sendo definido pela ABNT NBR 8.419/1992 como a

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (ABNT, 1992, p. 1).

Silva (2013) explica que o AS é um método de disposição final de resíduos sólidos urbanos em terreno natural que é coberto com uma camada de material inerte, geralmente solo, e que obedece a normas operacionais específicas, a fim de evitar danos ao meio ambiente, em particular, à saúde e à segurança pública.

A decomposição dos resíduos em um aterro sanitário ocorre aerobiamente e anaerobiamente, ou seja, com e sem a presença de oxigênio respectivamente. O processo anaeróbio é o predominante, o que leva a geração de gás metano – CH₄, que compõe de 45 a 60 % dos gases produ-

zidos. Há também alta proporção de geração de gás carbônico – CO₂ e proporções menores de amônia – NH₃, gás hidrogênio – H₂, gás sulfídrico – H₂S, gás nitrogênio – N₂ e gás oxigênio – O₂. O CH₄ e o CO₂ são gases de efeito estufa – GEEs. Além da formação desses gases, há a formação do percolado, que é uma mistura de chorume ou sumeiro com a umidade natural dos resíduos e precipitação atmosférica (Barrak, 2018; Silva, 2013). Assim, o aterro sanitário pode ser visto como um grande reator em que a água e os resíduos são a entrada e os gases e o percolado são a saída do sistema (Barrak, 2018).

A decomposição dos RSU no AS é feita por bactérias fermentativas hidrolíticas e acidogênicas, bactérias acetogênicas e arqueas metanogênicas. Tal decomposição ocorre em quatro processos (Barrak, 2018):

• **Hidrólise:** a matéria orgânica complexa é convertida em materiais simples, proteínas são repartidas em aminoácidos, carboidratos são transformados em açúcares e lipídeos em ácidos graxos de cadeias longas;

• **Acidogênese:** os compostos hidrolisados são metabolizados no interior de bactérias fermentativas, sendo convertidos em ácidos voláteis, álcoois, ácido lático, gás carbônico, hidrogênio, amônio, sulfeto de hidrogênio e novas células bacterianas;

• **Acetogênese:** ocorre a oxidação dos produtos originados na acidogênese, gerando hidrogênio, dióxido de carbono e acetato; e

• **Metanogêse:** conversão dos compostos orgânicos em metano e dióxido de carbono.

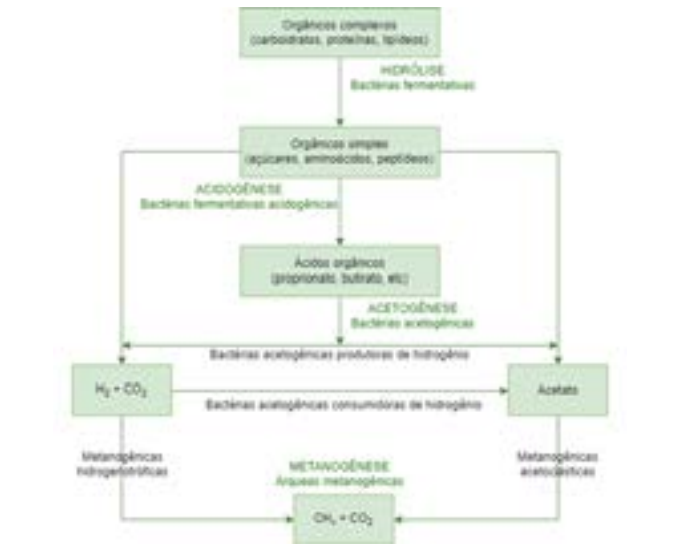
A Figura 3.6 mostra o fluxograma do processo de digestão anaeróbia dos resíduos com os principais produtos e seres vivos envolvidos.

Já sobre as fases de decomposição dos rejeitos no AS, tem-se (Barrak, 2018):

• **Fase I:** decomposição aeróbia da matéria orgânica, sendo o solo o principal aporte de microrganismos decompositores. Carboidratos complexos, proteínas e lipídeos são metabolizados, ocorrendo a produção de CO₂ e declínio de N₂;

• **Fase II:** inicia-se o desenvolvimento das condições anaeróbias, com o nitrato e o sulfato servindo de aceptores de elétrons sendo reduzidos a N₂ e H₂S. As condições são ácidas devido à presença de ácidos acético, lático, fórmico e álcoois como o metanol e o etanol. Forma-se CO₂ e H₂;

• **Fase III:** nessa fase, os ácidos formados são consumidos ocorrendo a geração de acetato. Bactérias metanogênicas se estabelecem, já que o ambiente fica neutro. Tais bactérias consomem carbono e acetato iniciando a produ-



ção de CH₄ e redução de CO₂;

Figura 3.6 - Fluxograma do processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos urbanos.

Fonte: Adaptado de Barrak (2018).

• **Fase IV:** esta fase inicia-se quando a taxa de composição e produção do gás de aterro é praticamente constante. As proporções volumétricas da mistura de gases do aterro são 45 a 60 % de CH₄, 30 a 60 % de CO₂ e 2 a 5 % dos demais gases.

Dissertando sobre alguns dados relativos a AS no Brasil, tem-se que, segundo ABRELPE (2022), 61 % dos RSU eram dispostos em AS, correspondendo a 46.412.091 toneladas em 2022. Na Tabela 3.5, pode ser visto a disposição de RSU em AS por regiões, onde percebe-se que a maioria das regiões dispõe mais de 50 % de seus resíduos de forma inadequada, destacando-se o eixo Sul-Sudeste como o mais adequado às normas brasileiras por terem tal disposição acima da média nacional.

Tabela 3.5 - Disposição de resíduos sólidos urbanos - RSU em aterros sanitários - AS nas regiões brasileiras para o ano de 2022.

Regiões brasileiras	% RSU em AS
Sudeste	74,3
Sul	71,6

Centro-Oeste	43,5
Nordeste	37,2
Norte	36,6

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2022).

Assim, esforços devem ser empregados principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste a fim de reverter tal quadro e cumprir com os ditames legais.

3.3.1 SISTEMAS DE UM ATERRO SANITÁRIO

Os AS, apesar de serem a melhor técnica de disposição final daquilo que é considerado rejeito, ainda assim podem causar vários impactos ambientais. Portanto, a escolha correta da área é importante para mitigar tais impactos. Esses impactos podem ser (Silva, 2013):

• Contribuição para a emissão global antropogênica de GEEs;

• Depreciação imobiliária devido ao mau cheiro exalado;

• Danos à vegetação próxima e ao trabalhador devido a presença de gás sulfídrico;

• Ocorrência de vetores de doença como insetos, roedores e aves carniceiras;

• Contaminação do solo, lençol freático e águas superficiais.

O principal gás de efeito estufa emitido por um aterro sanitário é o gás metano – CH₄, deste modo, o gás que sai do dreno de captação de gases do aterro pode ser queimado, o que promove a conversão do CH₄ em CO₂ que tem menor potencial de contribuição para o aquecimento global. Além disso, pode-se também instalar uma central de geração de energia elétrica no AS a partir do gás metano. Ademais, créditos de carbono podem ser adquiridos e vendidos como forma de obtenção de renda extra para manutenção do AS.

Em relação à depreciação imobiliária devido ao mau cheiro, tem-se que os AS devem possuir uma cortina verde que é um cinturão de árvores em seu perímetro que diminui o impacto visual e altera os padrões de vento local alterando a circulação dos mesmos o que diminui o arraste de RSU pelo próprio vento. Além disso, a cobertura de solo colocada sobre os rejeitos diminui a dispersão de odor.

Uma boa operacionalização do AS evita a presença de vetores de doença, bem como a contaminação do solo, lençol freático e águas superficiais. A norma é bem clara ao conceituar o aterro sanitário como uma técnica que usa

princípios de engenharia, pois, para mitigar esses impactos ambientais levantados, o AS deve possuir vários sistemas para seu correto funcionamento. São eles:

• Sistema de drenagem superficial;

• Sistema de drenagem e remoção de percolado;

• Sistema de tratamento de percolado;

• Sistema de drenagem de gás;

• Sistema de impermeabilização; e

• Cortina verde.

No Quadro 3.2, tais sistemas são descritos de forma sucinta.

Quadro 3.2 - Sistemas de um aterro sanitário e suas descrições.

Sistema	Descrição
Sistema de drenagem superficial	Sistema projetado para captar e direcionar águas meteóricas a fim de evitar a percolação e infiltração das mesmas no maciço de rejeitos aterrados, diminuindo a geração de percolado e a erosão das camadas de selamento e taludes.
Sistema de drenagem e remoção de percolado	Geralmente em formato espinha de peixe, que busca evitar a contaminação do solo, lençol freático e águas superficiais, coletando o percolado e direcionando para o sistema de tratamento de percolado ou lagoa de contenção para posterior tratamento, contribuindo, também, para a estabilidade da massa de resíduos.
Sistema de tratamento de percolado	Sistema projetado para tratar o efluente gerado no aterro sanitário, no caso, percolado, removendo contaminantes e poluentes até concentrações que são, no mínimo, as requeridas pela legislação.
Sistema de drenagem de gás	Sistema de tubos perfurados de concreto inseridos na massa de resíduos projetado para recolher e direcionar para fora dos resíduos aterrados o gás produzido da decomposição do maciço a fim de evitar acidentes no aterro, seja por instabilidade da massa de resíduos ou até explosões.
Sistema de impermeabilização	Implantação de manta impermeável sobre o solo a fim de evitar que o percolado infiltre no solo e o contamine ou contamine águas subterrâneas e superficiais.
Cortina verde	Plantação de árvores no perímetro da área a fim de reduzir a dispersão de odores e ruídos pelo vento para áreas circunvizinhas, reduzir a degradação da paisagem e diminuir o impacto visual.

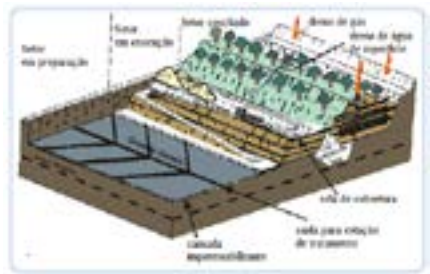
Fonte: Adaptado de CTRVV (2007).

A Figura 3.7 mostra um esquema ilustrativo de um AS onde pode ser visto a camada impermeabilizante que compõe o sistema de impermeabilização, os drenos de chorume que compõem o sistema de drenagem e remoção de percolado, os drenos de gás que compõem o sistema de drenagem de gás, o dreno de água superficial que compõe o sistema de drenagem superficial e algumas árvores com-

ponentes da cortina verde.

Figura 3.7 - Esquema ilustrativo de um aterro sanitário.
Fonte: Silva (2013).

3.3.2 FUNCIONAMENTO DE UM ATERRO



SANITÁRIO

A operação de um AS começa com a recepção dos rejeitos, que são trazidos por veículos de carga que devem passar por uma balança para controle de quantidade. Em seguida, os rejeitos são descarregados na frente de serviço que é a área onde serão aterrados. Uma vez descarregados, os rejeitos devem ser compactados, operação esta que impacta na vida útil do aterro, uma vez que a correta compactação garante o menor volume permissível de ocupação da massa de rejeitos, além disso, a boa execução da compactação minimiza a ação do vento, reduz o risco de incêndio, limita a migração de percolado e gases e reduz a espessura das camadas de recobrimento diária. Ao término do dia de trabalho, os rejeitos devem ser cobertos por uma camada de solo (Prefeitura de Cascavel, 2010).

Durante o funcionamento do aterro sanitário, é necessário que haja monitoramentos físico-químicos e operacionais objetivando-se acompanhar a eficiência do processo. Monitoramento da qualidade de águas subterrâneas e superficiais – se for o caso – além de monitoramentos geotécnicos da estabilidade do maciço devem ser empregados (Prefeitura de Cascavel, 2010).

Por fim, ao término da vida útil do AS, ou seja, ao final de sua capacidade de aterramento, deve-se executar a cobertura final do mesmo com uma camada de solo de 1,0 m. Também deve ser elaborado um plano de recuperação de áreas degradadas – PRAD objetivando a recomposição e revegetação da área (Prefeitura de Cascavel, 2010). A área pode tornar-se um parque ecológico, jardins, praças esportivas e áreas de lazer, sendo que não é indicado a construção de edifícios na mesma, uma vez que o maciço de resíduos sofrerá recalque ao longo dos anos devido a

sua decomposição, o que pode comprometer a integridade de qualquer edificação construída no local (Schalch et al., 2002).

3.4 CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os consórcios são associações originadas de algum tipo de interesse mútuo voltados para resolver algum problema comum dos entes consorciados, possuindo personalidade jurídica de direito público ou de direito privado. Assim, Brito (2017) define consórcios públicos como “arranjos institucionais de cooperação voluntária, de existência determinada ou perene, constituídos para produção específica de ações e soluções que efetivamente as entidades municipais seriam incapazes de realizarem sozinhas” (Brito, 2017, p. 61).

Tomando como base a definição legal via decreto 6.017, de 17 de janeiro de 2007, o consórcio público é uma pessoa jurídica formada exclusivamente por entes da federação para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituído como uma associação pública com personalidade jurídica de direito público e natureza autárquica ou ainda como pessoa jurídica de direito privado sem fins econômicos (Brasil, 2007).

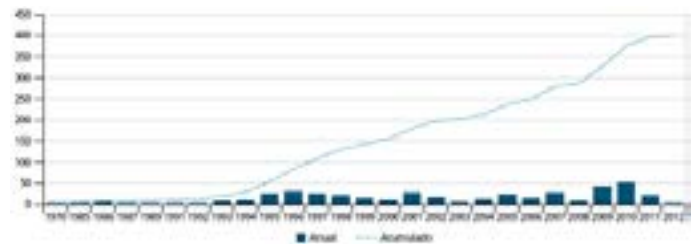
Para Brito (2017), os consórcios públicos são uma forma de associativismo intermunicipal. Já conforme Linhares, Messenberg e Ferreira (2017), os consórcios intermunicipais são um mecanismo de cooperação federativa horizontal e uma das principais transformações da administração pública em sua dimensão federativa. Os mesmos autores ainda consideram que “a articulação de municípios brasileiros por meio da formação de consórcios é um dos traços característicos do federalismo brasileiro do século XXI” (Linhares; Messenber; Ferreira, 2017, p. 67).

O artigo 23 da Constituição Federal – CF de 1988 prevê ações cooperativas entre os entes federados, mas o consorciamento intermunicipal só foi ganhar um arcabouço legal em 1998 com a Emenda Constitucional – EC nº 19 que ainda demandava lei regulamentadora. Só em 2005 é que foi aprovada e Lei dos Consórcios Públicos, Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005, regulamentada pelo decreto 6.017 de 2007 (Linhares; Messenber; Ferreira, 2017).

Figura 3.8 - Consórcios públicos ativos, segundo abertura de CNPJ: Brasil (1970-2012).

Fonte: Linhares; Messeberg; Ferreira (2017).

Em 2017, o número de municípios em algum tipo de con-



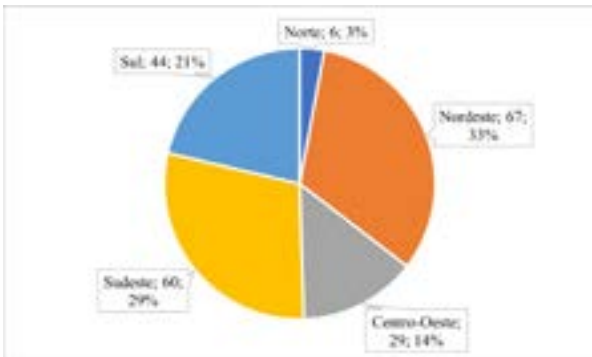
sórcio era de 3.100, o que representa 55,7 % dos municípios brasileiros, sendo que esse número se acentuou depois da proclamação da Constituição Brasileira de 1988, visto que antes disso, apenas 8 municípios faziam parte de algum consórcio (Linhares; Messenberg; Ferreira, 2017). O gráfico trazido na Figura 3.8 mostra a evolução no número de consórcios no Brasil desde 1970 até 2012, onde percebe-se nitidamente que, a partir de 1994, o número de consórcio aumenta fortemente.

Já sobre consórcios relativos a saneamento básico, a Figura 3.9 mostra que estes estão concentrados na região Nordeste, Sudeste e Sul, sendo que a região Norte apresenta, em 2020, apenas 3 consórcios ligados à área de saneamento. Destaca-se que, em 2015, 1.299 municípios brasileiros, ou 23,3 % dos municípios, estavam consorciados na área de manejo de resíduos sólidos urbanos (Lima, 2020). Em 2020, esse número havia saltado para 1.730 municípios, ou 31,1 %, com 138 consórcios públicos na área de atuação “Resíduos Sólidos” (Brasil, 2022).

Figura 3.9 - Número de consórcios por região na área de saneamento básico.

Fonte: Adaptado de Lima (2020).

Linhares, Messenberg e Ferreira (2017) argumentam



que o crescimento expressivo dos consórcios municipais iniciado depois da CF/1988 deve-se à expressiva descentralização político-fiscal-administrativa introduzida com a

constituição brasileira e à intensa fragmentação territorial por efeito da divisão municipal ora esboçado neste documento. Os autores argumentam que (2017, p. 70) “a falta de escala na execução de políticas públicas e no provimento de serviços públicos levou muitos municípios a associarem-se na busca de uma redução significativa de custos médios operacionais, em atividades pelas quais se tornaram responsáveis após 1988”.

Mas destaca-se que os consórcios são previstos há muito tempo no ordenamento jurídico brasileiro, desde a primeira Constituição Federal de 1891, ou seja, os consórcios datam desde o final do século XIX. Assim, entre 1891 e 1937, os consórcios eram alçados à categoria de pessoas jurídicas de direito público como meras associações entre municípios. Entre 1964 e 1988, os consórcios são pactos administrativos de colaboração sem personalidade jurídica. A partir de 1988, inúmeros consórcios são criados motivando a alteração da CF para sua inclusão como instrumento de cooperação federativa (Brito, 2017).

A grande maioria dos consórcios está ligada a áreas como saúde, educação e meio ambiente, sendo que meio ambiente envolve áreas de preservação, reservas, bacias hidrográficas, tratamento de resíduos sólidos, limpeza urbana, tratamento e seleção de resíduos (Brito, 2017).

Destaca-se que os consórcios no Brasil enfrentam alguns problemas que devem ser analisados quando na sua constituição, sendo que esses problemas

dizem respeito à sustentabilidade financeira e o número e localização dos participantes, que, dependendo da natureza do consórcio, podem até inviabilizá-lo. Além desses, um problema que foi historicamente apontado como um dos grandes entraves para promover a segurança jurídica e institucional dos consórcios diz respeito ao desenho jurídico e a regulação pública, cujos primeiros passos deram-se a partir da Lei dos Consórcios promulgada em 2005 (Brito, 2017, p. 95).

Para que um consórcio seja constituído, deverá haver a subscrição de um protocolo de intenções com sua ratificação pelos representantes legais dos entes federados através de uma autorização legislativa, ou seja, através de uma lei que confirme de forma integral ou parcial o protocolo subscrito. Conforme Brito (2017, p. 98), “o protocolo de intenções tensiona a materializar a conjugação de esforços dos entes a fim de desencadear convênios ou contratos”, já a autorização legislativa é a ratificação do protocolo de intenções através de uma lei. Assim, os consórcios passam a ser autarquias integrantes da administração indireta e qualquer alteração do consórcio deve ser feita mediante autorização legislativa, e isso inclui sua extinção. Uma vez

constituídos, os consórcios

se tornam competentes para firmar convênios, contratos, acordos de qualquer natureza e receber contribuições e subvenções sociais e econômicas; promover desapropriações e instituir servidões, nos termos da declaração ou necessidade pública, ou interesse social; ser contratados pela administração direta ou indireta dos entes consorciados, com licitação dispensada; arrecadar tarifas e outros preços públicos pela prestação de serviços ou pela outorga de uso dos bens públicos por eles administrados; outorgar concessão, permissão ou autorização de obras ou serviços públicos, através de autorização prevista no contrato de consórcio público, etc (Brito, 2017, p. 99).

Assim, os consórcios são um instrumento de cooperação federativa que possibilitam maior articulação institucional no espaço sub-regional, horizontal e vertical, garantindo maior segurança jurídica, fortalecendo os vínculos dos acordos de cooperação e aumentando a contratualização e promovendo a institucionalização da cooperação entre os entes federados (Brito, 2017). Conforme esse mesmo autor, o êxito de um consórcio não diz respeito apenas ao cumprimento de metas e alcance de objetivos propostos, mas à capacidade institucional do consórcio em estabelecer ações públicas efetivamente democráticas ou em estruturar democraticamente suas políticas.

Deste modo, duas vantagens são evidentes na formação dos consórcios públicos, conforme Lima (2020), sendo a cooperação intergovernamental e a democracia participativa, o que pode diminuir a distância entre a sociedade e o Estado nos processos deliberativos, o que representaria um alargamento do estado democrático. Ademais, conforme a Organização Mundial de Saúde – OMS, cada dólar investido em saneamento básico economiza 4,3 dólares em saúde global (Lima, 2020).

É mister destacar que a formação de consórcios para a área de resíduos sólidos é algo previsto na PNRS, art. 8º, inciso XIX, que incentiva a adoção de consórcios ou outras formas de cooperação entre os entes federados, visando elevação de escalas de aproveitamento e redução de custos envolvidos. Logo, incube ao Estado implementar incentivos para a adoção de consórcios nessa área, com o entendimento de que esse instrumento é o mais adequado para a prestação regionalizada desse serviço (Lima, 2020). A lei 12.305 de 2010 ainda garante prioridade aos consórcios públicos na obtenção de incentivos instituídos pelo Governo Federal.

Lima (2020) defende que o custo de operação de um aterro sanitário pode ser melhor absorvido se as atividades de vários municípios forem compartilhadas e a infraestrutura de assimilação dos resíduos atender a mais de um ente

federado. Ainda observa o autor que os custos fixos de um AS variam pouco para o atendimento de população de pequeno porte, sendo que os altos custos operacionais de manutenção podem levar a inutilização de AS e sua transformação em lixão. Portanto, o consorciamento é um meio de reduzir lixões e possibilitar a utilização cada vez maior de AS.

Vale destacar que a formação de um consórcio, para seu efetivo sucesso, deve se dar com o estabelecimento de regras bem fundamentadas e formas de punição necessárias a manutenção dos consórcios, almejando, assim, evitar a figura de *free-riders* que são aqueles componentes oportunistas que não cumprem com suas obrigações, acarretando em problemas econômicos podendo levar à não produção ou à subprodução de um bem público. Isso acontece, por exemplo, quando não há o cumprimento do contrato de rateio por um município (Lima, 2020).

Por fim, Lima (2020) conclui que os consórcios públicos são instrumentos de consecução da eficiência como justiça social, permitindo a execução de serviços e ações de saneamento básico objetivando promover a universalização, garantindo a concretização de direitos fundamentais e sociais para que se amplie as capacidades dos indivíduos e promova oportunidades para que os mesmos desfrutem de uma vida digna e boa. A formação de consórcios públicos pode ser um meio de atingir os objetivos da PNRS, principalmente para os casos em que soluções individuais não são técnica ou economicamente viáveis, ou ainda, pelo fato de que soluções conjuntas apresentam melhor relação custo-benefício (Brasil, 2022).

4 ESTUDOS TÉCNICOS SOBRE O EFEITO DA ECONOMIA DE ESCALA

Neste tópico, será abordado sobre a metodologia adotada para o dimensionamento e a precificação do complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos e os resultados obtidos. Para tanto, considerou-se 4 cenários, lembrando que aterro sanitário é AS, usina de triagem é UT e usina de compostagem é UC:

- Cenário I: AS de 50 t/dia; UT de 10 t/dia; UC de 6,75 t/dia;
- Cenário II: AS de 100 t/dia; UT de 20 t/dia; UC de 13,5 t/dia;
- Cenário III: AS de 150 t/dia; UT de 30 t/dia; UC de 20,25 t/dia;

- Cenário IV: AS de 200 t/dia; UT de 40 t/dia; UC de 27 t/dia.

Com base nesses cenários, foi-se possível verificar se há ou não ganho de escala, ou seja, se o custo unitário do tratamento e disposição final dos resíduos diminui com o aumento da massa de resíduos tratada/disposta. Vale destacar que a proposta metodológica é um pouco diferenciada da literatura, uma vez que foi usado como base para dimensionamento do AS o trazido pela IBRAOP (2019).

4.1 METODOLOGIA - DIMENSIONAMENTO DO COMPLEXO DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Nesta seção, será apresentada a metodologia da construção do complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, considerando um tempo de contrato de 35 anos.

4.1.1. USINA DE TRIAGEM

4.1.1.1. DIMENSIONAMENTO – UT

O dimensionamento da UT inicia-se definindo sua capacidade máxima de absorção que é a quantidade de resíduos sólidos que a UT consegue processar em um dia. Para cada capacidade do aterro sanitário, foi definido uma capacidade para a UT, sendo 10 t/dia, 20 t/dia, 30 t/dia e 40 t/dia para aterros sanitários de 50 t/dia, 100 t/dia, 150 t/dia e 200 t/dia respectivamente, isto em função de que a reciclagem seja de 20 % dos resíduos (Brasil, 2022). Com a definição da capacidade de absorção da UT, definiu-se o tamanho do galpão de triagem além dos equipamentos necessários com base na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Capacidade, área estimada e equipamentos previstos para uma usina de triagem.

Itens	Galpão da Usina de Triagem			
	Pequeno	Médio	Grande	Muito grande
Capacidade (t/dia)	1	2	4	16,7
m² edificados	Até 300	300 – 600	600 – 1.200	Acima de 5.000
Equipamentos	1 prensa 1 balança 1 carrinho	1 prensa 1 balança 1 carrinho 1 empilhadeira	2 prensa 1 balança 2 carrinho 1 empilhadeira	4 prensa 2 balança 4 carrinho 2 empilhadeiras

Fonte: Adaptado de Brasil (2008), Paiva (2018), Silva; Reis (2012).

Adotou-se que o percentual de resíduos recuperados da

triagem é de 58 % - percentual de recuperação de resíduos para coleta comum (Casaril et al., 2009) e a produtividade dos trabalhadores da UT é a que se segue (Brasil, 2008):

- Produtividade dos triadores: 200 kg/dia;
- Produtividade dos enfardadores: 600 kg/dia.

Os resíduos a serem triados são trazidos a seguir, onde outros são materiais recuperados não reconhecidos pelo sistema de classificação de materiais utilizado pela Nomenclatura Comum do MERCOSUL – NCM (ABRELPE, 2022):

- Papel e papelão;
- Plástico;
- Vidro;
- Metal;
- Outros.

Com base na capacidade de absorção de resíduos, no seu percentual de recuperação, na produtividade dos trabalhadores e na definição dos resíduos a serem triados, foi-se possível calcular a mão de obra, os insumos, equipamentos e maquinários necessários para o bom funcionamento de uma UT.

4.1.1.2. CAPEX – UT

O CAPEX – *capital expenditure* – são as despesas de capitais correspondendo aos investimentos. Para calcular o CAPEX da UT, fez-se o levantamento do preço unitário de cada máquina, insumo e equipamento, além de sua vida útil. Alguns desses itens tiveram o preço obtido através de cotação em três sites, enquanto que outros foram precificados a partir do sugerido pelas tabelas SINAPI, que são tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil. Para o presente estudo, fez-se uma média dos preços para as 27 unidades federativas e considerou-se o preço das tabelas de dezembro de 2022. Ademais, também considerou-se custos com a implantação do galpão industrial.

4.1.1.3. OPEX – UT

O OPEX – *operational expenditure* – são as despesas operacionais correspondentes a gastos cotidianos. O cálculo do OPEX foi dividido nos seguintes tópicos:

- Mão de obra;
- Manutenção e insumos;
- Uniformes e EPIs – equipamentos de proteção individual; e

- Energia, água, telefonia e internet.

Para mão de obra, fez-se um levantamento do salário dos trabalhadores necessário à UT, sendo que seus salários são uma média para as 27 unidades federativas. O adicional de insalubridade foi de 40 % sobre o salário mínimo e os encargos foi de 85 % sobre o salário do funcionário.

Para manutenção, insumos, uniformes e EPIs, considerou-se o preço unitário dos insumos, equipamentos e maquinários, preço este obtido através de cotação em 3 sites da internet ou pela tabela SINAPI, e considerou-se também a vida útil dos itens e seu coeficiente de manutenção.

Para o cálculo da energia elétrica consumida, considerou-se todos os equipamentos elétricos, as horas de funcionamento dos equipamentos, número de dias úteis no mês como sendo 25,25, o consumo do equipamento em kWh, kW, HP ou CV com suas devidas conversões para kWh e o preço do kWh que foi obtido através da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica para todas as distribuidoras do país, fazendo-se uma média entre tais valores.

Para o custo com água, considerou-se o preço da água tratada e do esgoto tratado, o consumo de água por pessoa por dia e a geração de esgoto a partir desse consumo – considerando 0,8 como coeficiente de retorno (ABNT, 1986) –, o número total de funcionários e o número de dias úteis em um mês, sendo 25,25.

Já para custo com telefonia, considerou-se os preços mensais das principais telefonias do país e fez-se uma média dos valores. E para o custo com internet, considerou-se o preço pago mensalmente por giga utilizado obtido através de sites das principais fornecedoras de internet do mercado brasileiro. Considerou-se que o consumo mensal seria de 50 gigas.

4.1.2. USINA DE COMPOSTAGEM

4.1.2.1. DIMENSIONAMENTO - UC

Inicialmente, determinou-se a quantidade processada na UC diariamente e para tanto adotou-se que o índice de aproveitamento de resíduos orgânicos é de 13,5 % da quantidade de material disposta no AS (Brasil, 2022). Desse modo, foram-se definidas as capacidades das UC como sendo de 6,75 t/dia, 13,5 t/dia, 20,25 t/dia e 27 t/dia para os AS de 50 t/dia, 100 t/dia, 150 t/dia e 200 t/dia respectivamente.

Para calcular a mão de obra, insumos, equipamentos e maquinários requeridos para uma UC, considerou-se o disposto na Tabela 4.2. Deste modo, a UC com capacidade de

absorção de 6,75 t/dia é capaz de atender a um município com mais de 40.000 habitantes e até 10.000 habitantes, já as UC que tratam 13,5 t/dia, 20,25 t/dia e 27 t/dia são capazes de atender municípios com mais de 100.000 habitantes.

Tabela 4.2 - Capacidade de absorção da usina de compostagem conforme o porte do município.

Capacidade de absorção da UC (t/dia)	Porte do município (hab)	Mão de obra
1	5.000	2
3	15.000	3
9	40.000	9
30	100.000	21

Fonte: Adaptado de Brasil (2010).

A densidade adotada para os resíduos foi de 550 kg/m³, a área de circulação é de 10 % da área da leira com largura de 3 m e altura de 1,5 m (Brasil, 2010). Também considerou-se que o chorume formado pela UC seria direcionado para a estação de tratamento de chorume do AS. Destaca-se que a boa operação da UC inviabiliza a formação de chorume, verificando-se sua presença apenas na estação chuvosa caso a compostagem seja feita a céu aberto.

4.1.2.2. CAPEX - UC

Para calcular o CAPEX da UC, fez-se o levantamento do preço unitário de cada máquina, insumo e equipamento, além de sua vida útil. Aqui também, alguns dos itens tiveram o preço obtido através de cotação em três sites da internet, enquanto que outros foram precificados a partir do valor sugerido pelas tabelas SINAPI. Para o presente estudo, fez-se uma média dos preços para as 27 unidades federativas e considerou-se o preço das tabelas de dezembro de 2022. Ademais, também considerou-se custos com a implantação da UC.

4.1.2.3. OPEX - UC

O cálculo do OPEX foi dividido nos seguintes tópicos:

- Mão de obra;
- Monitoramento e manutenção, consumo de filtros e óleo lubrificantes, seguros e impostos, lavagem;
- Custo com combustível;
- Uniformes e EPIs; e
- Energia, água, telefonia e internet.

Para mão de obra, fez-se um levantamento do salário

dos trabalhadores necessário à UC, sendo que seus salários são uma média para as 27 unidades federativas. O adicional de insalubridade foi de 40 % sobre o salário mínimo e os encargos foi de 71,8 % sobre o salário do funcionário (SINAPI, 2019).

Para manutenção, insumos, uniformes e EPIs, considerou-se o preço unitário dos insumos, equipamentos e maquinários, preço este obtido através de cotação em 3 sites da internet ou pela tabela SINAPI, e considerou-se também a vida útil dos itens e seu coeficiente de manutenção.

Para cálculo da lavagem, considerou-se o preço unitário da lavagem a partir de seu levantamento na rede mundial de computadores e para cálculo de filtros e óleo lubrificante, adotou-se que tal valor é 10 % do valor gasto com combustível (Prefeitura de Niquelândia, [20--?]).

Para o cálculo do custo com combustível dos veículos, foi-se considerado que a quantidade de km rodada por dia pelos veículos é de 8,5 km, o número de dias de trabalho no mês é 25,25 e com base nisso, no consumo de combustível por quilômetro e no seu preço, foi possível calcular o custo mensal com combustível. Já o custo com combustível das máquinas e equipamentos levou em consideração o consumo horário de combustível, o preço do combustível, o número de dias úteis do mês sendo 25,25 e a quantidade de horas trabalhadas por dia, sendo 7,92 h/dia para máquinas e 3,96 h/dia para equipamentos.

Para calcular o custo com seguros e impostos dos veículos, computou-se a vida útil do veículo, o valor do veículo novo e o percentual correspondente de seguros e impostos como sendo 2,5 %. O preço do veículo novo foi obtido através de cotação em 3 sites da internet.

Para o cálculo da energia elétrica consumida, considerou-se todos os equipamentos elétricos, as horas de funcionamento dos equipamentos, número de dias úteis no mês como sendo 25,25, o consumo do equipamento em kWh, kW, HP ou CV com suas devidas conversões para kWh e o preço do kWh que foi obtido através da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica para todas as distribuidoras do país, fazendo-se uma média entre tais valores.

Para o custo com água, considerou-se o preço da água tratada e do esgoto tratado, o consumo de água por pessoa por dia e a geração de esgoto a partir desse consumo – considerando 0,8 como coeficiente de retorno (ABNT, 1986) –, o número total de funcionários e o número de dias úteis em um mês, sendo 25,25.

Já para custo com telefonia, considerou-se os preços mensais das principais telefonias do país e fez-se uma média dos valores. E para o custo com internet, considerou-se o preço pago mensalmente por giga utilizado obtido através de sites das principais fornecedoras de internet do mercado brasileiro. Considerou-se que o consumo mensal seria de 50 gigas.

4.1.3. ATERRO SANITÁRIO

4.1.3.1. DIMENSIONAMENTO - AS

O dimensionamento do aterro sanitário é feito em várias fases começando pela estimativa do volume de resíduos e material de cobertura necessários para calcular a área requerida e determinar as dimensões do AS. Como dito, as quantidades diárias tratadas nos AS ora em análise foram de 50 t/dia, 100 t/dia, 150 t/dia e 200 t/dia. A densidade do rejeito adotada foi de 725 kg/m³ (Schalch et al., 2002) e para calcular o volume de material de cobertura, adotou-se que seu valor seria de 15 % o valor do volume de rejeito.

A altura da banqueta adotada foi de 6 m, a altura da massa de rejeito, 5 m, a largura da crista, 40 m, a largura de fundo foi de 20 m, o fator de acréscimo de área foi 1,4, a vida útil da trincheira foi de 365,25 dias, a proporção do talude foi de 2:1 e a largura das vias de acesso foi de 8 m.

Adotou-se para efeitos de cálculo que os AS terá camadas quadradas e terão, no máximo, 25 m de altura. Essa adoção ocorreu pelo fato de ser a projeção de aterros fictícios para estudo, sendo que na prática, deve-se adequar as dimensões e formato do aterro à disponibilidade do terreno onde o mesmo será construído. Ademais, a altura que um AS pode atingir depende de fatores relativos principalmente à estabilidade dos taludes de rejeitos, sendo que pode ser de poucos metros a mais de uma centena de metros conforme o caso.

Para a instalação do AS, considerou-se a discriminação trazida na Tabela 4.3. onde o código numérico se refere à tabela SINAPI.

Tabela 4.3 - Obras de instalação de um aterro sanitário.

Item	Código	Discriminação
I		SERVIÇOS DE ENGENHARIA
1	Cotação	Serviços ambientais – estudos e licenças
2	Cotação	Projeto executivo
II		SERVIÇOS PRELIMINARES
1	98525	Limpeza do terreno – Preparação
2	93209	Execução do canteiro de obra
III		SISTEMA DE CIRCULAÇÃO INTERNA

1	101134	Escavação, carga e transporte de material – 1ª categoria
2	96385	Compactação de aterro
IV		TERRAPLANAGEM E IMPERMEABILIZAÇÃO DE SOLO
1	101134	Escavação, carga e transporte de material – 1ª categoria
2	44509	Compactação de aterro – Proteção geomembrana
3	96385	Compactação de aterro _ Proteção geomembrana
V		SISTEMA DE DRENAGEM HORIZONTAL
1	101134	Escavação, carga e transporte de material – 1ª categoria
2	102704	Tubo perfurado, PEAD, D = 100 mm
3	4013	Manta geotêxtil – Tipo BIDIM ou similar
4	102717	Enchimento dreno em brita
5	43433	Caixa de ligação em concreto (100x100x50)
VI		SISTEMA DE DRENAGEM VERTICAL
1	37450	Tubo perfurado, concreto, D = 300 mm
2	10931	Tela galvanizada 2" fio 14 BWG
3	102717	Enchimento dreno em brita
VII		SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL
1	101134	Escavação, carga e transporte de material – 1ª categoria
2	102991	Meia cana D = 400 mm
VIII		SISTEMA DE TRATAMENTO DE PERCOLADO
1	101134	Escavação, carga e transporte de material – 1ª categoria
2	44509	Manta PEAD 2 mm
3	96385	Compactação de aterro – Proteção geomembrana
4	97983	Poço de monitoramento
IX		SISTEMA DE SELAGEM
1	101134	Escavação, carga e transporte de material – 1ª categoria
2	96385	Compactação de aterro
3	4013	Manta geotêxtil
4	3322	Plantio de grama
X		CINTURÃO VERDE
1	-	Perímetro
2	-	Distância das mudas
3		Número de mudas
XI		CERCA
1	101191	Mourões de concreto, reto, H = 3,00 m, espaçamento de 2,5 m, cravados 0,5 m
2	101205	Portão com mourões de madeira roliça, D = 11 cm
3	103694	Placas de sinalização, em solo, com H = 2,5 m e seção de 7,5x7,5 cm

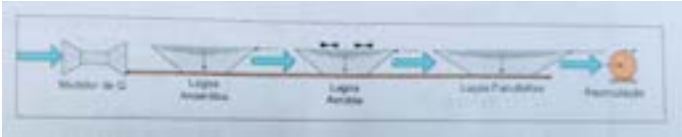
Fonte: IPGC (2023).

A partir disso, determinou-se a quantidade, o preço unitário conforme cotação em 3 sites ou o trazido pela tabela SINAPI para dezembro de 2022 e determinou-se, então, o

preço total.

Para a estação de tratamento de chorume – ETC – sistema de tratamento de percolado –, adotou-se que o AS terá um sistema composto por uma lagoa anaeróbia, seguida de uma lagoa aeróbia e uma lagoa facultativa (Figura 4.1).

Figura 4.1 - Sistema de tratamento de percolado de um



aterro sanitário.

Fonte: Prefeitura de Cascavel (2010).

Na determinação da demanda bioquímica de oxigênio – DBO de um AS conforme seu porte, diversos estudos foram analisados, considerando aqueles cuja DBO variava entre 1 e 10 mg/l para cada tonelada de rejeito tratada por dia. Ao final, obteve-se 16 trabalhos e, então, fez-se uma regressão linear para determinar a equação a ser utilizada. Assim, a partir da massa de rejeitos tratados por dia em um AS, foi possível calcular a DBO produzida pelo mesmo para, em seguida, dimensionar a ETC.

É importante destacar que essa foi a melhor saída encontrada para determinar quanto de DBO um AS produz a fim de dimensionar seu sistema de tratamento de percolado, uma vez que o ideal é fazer um estudo analítico a partir dos rejeitos que comporão um AS, até porque a produção de DBO varia conforme a precipitação de chuva na região, a fase de decomposição dos rejeitos no aterro sanitário e a composição dos mesmos.

Sobre o maquinário necessário ao AS conforme seu porte, considerou-se o disposto no Quadro 4.1 trazido a seguir. Esse quadro é definido pelo Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas – IBRAOP, que é uma sociedade civil de direito privado sem fins econômicos, de âmbito nacional, formado por profissionais das áreas de engenharia, arquitetura e agronomia de nível superior que visa apoiar o estabelecimento das metodologias, padrões e critérios próprios à auditoria de obras públicas (IBRAOP, [20--?]).

Quadro 4.1 - Equipamentos necessários a um aterro sanitário conforme seu porte.

Capacidade (t/dia)	Equipamentos principais	Quantidade	Equipamentos complementares
--------------------	-------------------------	------------	-----------------------------

Até 100	Trator de esteira	1	Caminhão-pipa
	Retroescavadeira / pá carregadeira	1	-
	Caminhão basculante	1	-
100 - 300	Trator de esteira	1-2	Escavadeira hidráulica
	Retroescavadeira / pá carregadeira	1	Trator de pneus com roçadeira
	Caminhão basculante	2	-
	Caminhão-pipa	1	-
Mais de 300	Trator de esteira	2 ou mais	Trator de pneus com roçadeira
	Retroescavadeira / pá carregadeira	Avaliar cada caso	-
	Caminhão basculante		-
	Caminhão-pipa		-
	Escavadeira hidráulica		-

Fonte: IBRAOP (2019).

Com todas essas considerações feitas e a partir de todas essas premissas levantadas, dimensionou-se os AS, mão de obra, insumos, equipamentos, maquinário e veículos necessários.

4.1.3.2. CAPEX – AS

O cálculo do CAPEX dos AS dividiu-se em dois grupos: aquisição de insumos, equipamentos e veículos; e despesas com serviços. No primeiro grupo, fez-se a cotação dos insumos, equipamentos e veículos ou ainda adotou-se o valor trazido pela SINAPI considerando a média para as 27 unidades federativas e os dados de dezembro de 2022, além da vida útil de cada item. Já as despesas com serviços, estas foram calculadas a partir do trazido na Tabela 4.3.

4.1.3.3. OPEX – AS

O cálculo do OPEX foi dividido nos seguintes tópicos:

- Mão de obra;
- Monitoramento e manutenção, consumo de filtros e óleo lubrificantes, seguros e impostos, lavagem;
- Custo com combustível;
- Uniformes e EPIs;
- Serviços; e
- Energia, água, telefonia e internet.

Para mão de obra, fez-se um levantamento do salário dos trabalhadores, sendo que seus salários são uma média para as 27 unidades federativas. O adicional de insalubridade foi de 40 % sobre o salário mínimo e os encargos foi de

71,72 % para engenheiro responsável e encarregado geral e 85 % para os demais cargos.

Para manutenção, insumos, uniformes e EPIs, considerou-se o preço unitário dos insumos, equipamentos e maquinários obtido através de cotação em 3 sites da internet ou pela tabela SINAPI, e considerou-se também a vida útil dos itens e seu coeficiente de manutenção.

Para cálculo da lavagem, considerou-se o preço unitário da lavagem a partir de seu levantamento na internet e para cálculo de filtros e óleo lubrificante, adotou-se que tal valor é 10 % do valor gasto com combustível (Prefeitura de Niquelândia, [20--?]).

Para o cálculo do custo com combustível dos veículos, foi-se considerado que a quantidade de km rodada por dia pelos veículos é de 85 km, o número de dias de trabalho no mês é 25,25 e com base nisso, no consumo de combustível por quilômetro e no seu preço, foi possível calcular o custo mensal com combustível. Já o custo com combustível das máquinas e equipamentos levou em consideração o consumo horário de combustível, o preço do combustível, o número de dias úteis do mês como sendo 25,25 e a quantidade de horas trabalhadas por dia, sendo 7,92 h/dia para máquinas e 3,96 h/dia para equipamentos.

Para calcular o custo com seguros e impostos dos veículos, computou-se a vida útil do veículo, o valor do veículo novo e o percentual corresponde de seguros e impostos como sendo 2,5 %. O preço do veículo novo foi obtido através de cotação em 3 sites da internet.

O custo envolvendo serviços diz respeito a laudos físico-químicos e monitoramentos topográficos, sendo seus valores obtidos a partir de cotação feita na rede mundial de computadores.

Para o cálculo da energia elétrica consumida, considerou-se todos os equipamentos elétricos, as horas de funcionamento dos equipamentos, número de dias úteis no mês como sendo 25,25, o consumo do equipamento em kWh, kW, HP ou CV com suas devidas conversões para kWh e o preço do kWh que foi obtido através da ANEEL para todas as distribuidoras do país, fazendo-se uma média entre tais valores.

Para o custo com água, considerou-se o preço da água tratada e do esgoto tratado, o consumo de água por pessoa por dia e a geração de esgoto a partir desse consumo – considerando 0,8 como coeficiente de retorno (ABNT, 1986) –, o número total de funcionários e o número de dias

úteis em um mês, sendo 25,25.

Já para custo com telefonia, considerou-se os preços mensais das principais telefonias do país e fez-se uma média dos valores. E para o custo com internet, considerou-se o preço pago mensalmente por giga utilizado obtido através de sites das principais fornecedoras de internet do mercado brasileiro. Considerou-se que o consumo mensal seria de 50 gigas.

4.2 RESULTADOS - COMPLEXO DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Considerando AS como aterro sanitário, UT como usina de triagem e UC como usina de compostagem, os cenários analisados foram:

- Cenário I: AS de 50 t/dia; UT de 10 t/dia; UC de 6,75 t/dia;
- Cenário II: AS de 100 t/dia; UT de 20 t/dia; UC de 13,5 t/dia;
- Cenário III: AS de 150 t/dia; UT de 30 t/dia; UC de 20,25 t/dia;
- Cenário IV: AS de 200 t/dia; UT de 40 t/dia; UC de 27 t/dia.

A seguir, é trazido sobre a mão de obra, insumos, equipamentos, maquinários, utensílios e veículos necessários para a construção do complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos – CTDF-RSU além do CAPEX e OPEX para os quatro cenários, finalizando com a análise do ganho de escala.

4.2.1 ASPECTOS TÉCNICOS

Neste tópico será explicitado as dimensões feitas, bem como a mão de obra, insumos, equipamentos, compreendendo também os utensílios, e veículos e máquinas necessários para o funcionamento ideal do CTDF-RSU dos 4 cenários propostos.

4.2.1.1 CENÁRIO I

No cenário I, considerou um AS de 50 t/dia, uma UT de 10 t/dia e uma UC de 6,75 t/dia. A UT terá um galpão com 3.000 m², a UC terá um pátio de compostagem com área adotada de 4.150 m² e, como dito na metodologia, o AS terá 5 camadas de 5 m de altura, cujas camadas serão quadradas para efeito de cálculo. No Quadro 4.2 trazido a seguir, são apresentados os itens necessários para a UT, a

UC e o AS. Os itens aqui descritos são os necessários para os 35 anos de contrato, devendo ser repostos conforme a necessidade.

Quadro 4.2 - Itens necessários às unidades de tratamento e ao aterro sanitário do cenário I.

Unidade	Mão de obra	Insumos e equipamentos	Máquinas e veículos
Usina de triagem	- 50 triadores internos; - 10 deslocadores de tambores/bombonas; - 10 retriadores de plástico; - 4 retriadores de metal; - 10 enfardadores (coleta comum); - 1 jardineiro; - 1 encarregado de serviços gerais; - 5 administradores. TOTAL: 91 funcionários.	- 1 balança (500 kg); - 2 carrinhos plataforma; - 1 cavadeira articulada; - 1 enxada; - 1 rastelo; - 1 podão; - 1 tesoura de poda; - 2 vassouras; - 2 pás quadradas; - 5 vasos sanitários; - 5 lavatórios; - 10 chuveiros; - 91 vestiários; - 192 pares de luvas de malha nitrílica; - 30 pares de luvas de raspa; - 255 aventais de raspa; - 255 pares de botas de borracha de cano longo; - 255 óculos de segurança; - 150 respiradores descartáveis PFFI com válvula; - 30 protetores auriculares tipo plug; - 30 capacetes; - 255 uniformes refletivos. TOTAL: 1.575 itens.	- 2 prensas; - 1 empilhadeira. TOTAL: 3 itens.
Usina de compostagem	- 2 montadores de leira; - 5 reviradores de leira; - 1 motorista; - 1 técnico de saneamento. TOTAL: 9 funcionários.	- 2 termômetros de solo; - 3 peneiras manuais; - 3 carrinhos de mão; - 3 garfos forcados; - 3 pás quadradas; - 3 enxadas; - 3 mangueiras (50 m, ¾"); - 5 tambores; - 2 vassouras; - 1 regador de plástico; - 1 vassoura metálica; - 2 baldes (20 l); - 1 balança (500 kg); - 2 óculos de proteção; - 9 pares de luvas de proteção emborrachadas; - 2 capacetes; - 9 máscaras de proteção respiratória; - 9 calçados; - 9 aventais; - 9 conjuntos de uniforme (calça e blusa); - 2 protetores auriculares. TOTAL: 83 itens.	- 1 motosserra; - 1 triturador de galhos; - 1 separador magnético; - 1 peneira rotativa; - 1 pá carregadeira; - 1 caminhão basculante ou porta-contêineres. TOTAL: 7 itens.
Aterro sanitário	- 1 engenheiro responsável; - 1 auxiliar técnico de engenharia; - 1 encarregado geral; - 2 operadores de máquina; - 3 motoristas; - 2 auxiliares de serviços gerais; - 2 vigias diurnos; - 2 vigias noturnos. TOTAL: 14 funcionários.	- 1 balança rodoviária; - 1 vaso sanitário; - 1 lavatório; - 1 chuveiro; - 14 vestiários; - 14 óculos de segurança; - 14 pares de luvas de proteção; - 14 capas de chuva; - 14 pares de sapatos de segurança; - 14 conjuntos de uniforme (calça e blusa); - 14 coletes reflexivos; - 14 capacetes de segurança. TOTAL: 115 itens.	- 1 roçadeira; - 1 soprador; - 1 veículo leve; - 1 trator de esteiras; - 1 pá carregadeira; - 1 caminhão basculante; - 1 retroescavadeira; - 1 caminhão-pipa. TOTAL: 8 itens.

Fonte: IPGC (2023).

Para implantar o CTDF-RSU considerando o cenário I, são necessários 114 funcionários, 1.773 insumos e equipamentos e 18 máquinas e veículos.

4.2.1.2 CENÁRIO II

No cenário II, considerou um AS de 100 t/dia, uma UT de 20 t/dia e uma UC de 13,5 t/dia. A UT terá um galpão com 6.000 m², a UC terá um pátio de compostagem com

área adotada de 8.300 m² e o AS terá 5 camadas de 5 m de altura, cujas camadas serão quadradas para efeito de cálculo. No Quadro 4.3 trazido a seguir, são apresentados os itens necessários para a UT, a UC e o AS deste cenário. Os itens aqui descritos são os necessários para o início das atividades, devendo ser repostos conforme a necessidade.

Quadro 4.3 - Itens necessários às unidades de tratamento e ao aterro sanitário do cenário II.

Unidade	Mão de obra	Insumos e equipamentos	Máquinas e veículos
Usina de triagem	- 100 triadores internos; - 20 deslocadores de tambores/bombonas; - 20 retriadores de plástico; - 7 retriadores de metal; - 20 enfardadores (coleta comum); - 1 jardineiro; - 1 encarregado de serviços gerais; - 9 administradores. TOTAL: 178 funcionários.	- 2 balanças (500 kg); - 4 carrinhos plataforma; - 1 cavadeira articulada; - 1 enxada; - 1 rastelo; - 1 podão; - 1 tesoura de poda; - 2 vassouras; - 2 pás quadradas; - 9 vasos sanitários; - 9 lavatórios; - 18 chuveiros; - 178 vestiários; - 381 pares de luvas de malha nitrílica; - 60 pares de luvas de raspa; - 504 aventais de raspa; - 504 pares de botas de borracha de cano longo; - 504 óculos de segurança; - 300 respiradores descartáveis PFFI com válvula; - 60 protetores auriculares tipo plug; - 60 capacetes; - 504 uniformes refletivos. TOTAL: 3.106 itens.	- 4 prensas; - 2 empilhadeiras. TOTAL: 6 itens.
Usina de compostagem	- 2 montadores de leira; - 15 reviradores de leira; - 1 motorista; - 1 técnico de saneamento; - 1 encarregado; - 1 auxiliar administrativo - 1 auxiliar de pátio. TOTAL: 22 funcionários.	- 8 termômetros de solo; - 12 peneiras manuais; - 12 carrinhos de mão; - 12 garfos forcados; - 12 pás quadradas; - 12 enxadas; - 12 mangueiras (50 m, ¾"); - 20 tambores; - 2 vassouras; - 6 regadores de plástico; - 3 vassouras metálicas; - 6 baldes (20 l); - 1 balança (500 kg); - 2 óculos de proteção; - 22 pares de luvas de proteção emborrachadas; - 2 capacetes; - 22 máscaras de proteção respiratória; - 22 calçados; - 22 aventais; - 22 conjuntos de uniforme (calça e blusa); - 2 protetores auriculares. TOTAL: 234 itens.	- 1 motosserra; - 1 triturador de galhos; - 1 separador magnético; - 1 peneira rotativa; - 1 pá carregadeira; - 1 caminhão basculante ou porta-contêineres. TOTAL: 7 itens.
Aterro sanitário-sanitário	- 1 engenheiro responsável; - 1 auxiliar técnico de engenharia; - 1 encarregado geral; - 2 operadores de máquina; - 3 motoristas; - 2 auxiliares de serviços gerais; - 2 vigias diurnos; - 2 vigias noturnos. TOTAL: 14 funcionários.	- 1 balança rodoviária; - 1 vaso sanitário; - 1 lavatório; - 1 chuveiro; - 14 vestiários; - 14 óculos de segurança; - 14 pares de luvas de proteção; - 14 capas de chuva; - 14 pares de sapatos de segurança; - 14 conjuntos de uniforme (calça e blusa); - 14 coletes reflexivos; - 14 capacetes de segurança. TOTAL: 115 itens.	- 1 roçadeira; - 1 soprador; - 1 veículo leve; - 1 trator de esteiras; - 1 pá carregadeira; - 1 caminhão basculante; - 1 retroescavadeira; - 1 caminhão-pipa. TOTAL: 8 itens.

Fonte: IPGC (2023).

Para implantar o CTDF-RSU considerando o cenário II, são necessários 214 funcionários, 3.455 insumos e equipamentos e 21 máquinas e veículos.

4.2.1.3 CENÁRIO III

No cenário III, considerou um AS de 150 t/dia, uma UT de 30 t/dia e uma UC de 20,25 t/dia. A UT terá um galpão com 9.000 m², a UC terá um pátio de compostagem com área adotada de 12.400 m² e o AS terá 5 camadas de 5 m de altura, cujas camadas serão quadradas para efeito de cálculo. No Quadro 4.4 trazido a seguir, são apresentados os itens necessários para a UT, a UC e o AS deste cenário. Os itens aqui descritos são os necessários para o início das atividades, devendo ser repostos conforme a necessidade.

Quadro 4.4 - Itens necessários às unidades de tratamento e ao aterro sanitário do cenário III.

Unidade	Mão de obra	Insumos e equipamentos	Máquinas e veículos
Usina de triagem	- 150 triadores internos; - 30 deslocadores de tambores/bombonas; - 30 retriadores de plástico; - 10 retriadores de metal; - 29 enfardadores (coleta comum); - 1 encarregado de serviços gerais; - 13 administradores. TOTAL: 264 funcionários.	- 2 balanças (500 kg); - 4 carrinhos plataforma; - 1 cavadeira articulada; - 1 enxada; - 1 rastelo; - 1 podão; - 1 tesoura de poda; - 2 vassouras; - 2 pás quadradas; - 14 vasos sanitários; - 14 lavatórios; - 27 chuveiros; - 264 vestiários; - 570 pares de luvas de malha nitrílica; - 87 pares de luvas de raspa; - 750 aventais de raspa; - 750 pares de botas de borracha de cano longo; - 750 óculos de segurança; - 450 respiradores descartáveis PFFI com válvula; - 87 protetores auriculares tipo plug; - 87 capacetes; - 750 uniformes refletivos. TOTAL: 4.615 itens.	- 4 prensas; - 2 empilhadeiras. TOTAL: 6 itens.
Usina de compostagem	- 2 montadores de leira; - 15 reviradores de leira; - 1 motorista; - 1 técnico de saneamento; - 1 encarregado; - 1 auxiliar administrativo - 1 auxiliar de pátio. TOTAL: 22 funcionários.	- 8 termômetros de solo; - 12 peneiras manuais; - 12 carrinhos de mão; - 12 garfos forcados; - 12 pás quadradas; - 12 enxadas; - 12 mangueiras (50 m, ¾"); - 20 tambores; - 2 vassouras; - 6 regadores de plástico; - 3 vassouras metálicas; - 6 baldes (20 l); - 1 balança (500 kg); - 2 óculos de proteção; - 22 pares de luvas de proteção emborrachadas; - 2 capacetes; - 22 máscaras de proteção respiratória; - 22 calçados; - 22 aventais; - 22 conjuntos de uniforme (calça e blusa); - 2 protetores auriculares. TOTAL: 234 itens.	- 1 motosserra; - 1 triturador de galhos; - 1 separador magnético; - 1 peneira rotativa; - 1 pá carregadeira; - 1 caminhão basculante ou porta-contêineres. TOTAL: 7 itens.
Aterro sanitário	- 1 engenheiro responsável; - 1 auxiliar técnico de engenharia; - 1 lavatório; - 1 chuveiro; - 14 vestiários; - 18 óculos de segurança; - 18 pares de luvas de proteção; - 18 capas de chuva; - 18 pares de sapatos de segurança; - 18 conjuntos de uniforme (calça e blusa); - 18 coletes reflexivos; - 18 capacetes de segurança. TOTAL: 148 itens.	- 1 balança rodoviária; - 1 vaso sanitário; - 1 lavatório; - 1 chuveiro; - 18 vestiários; - 18 óculos de segurança; - 18 pares de luvas de proteção; - 18 capas de chuva; - 18 pares de sapatos de segurança; - 18 conjuntos de uniforme (calça e blusa); - 18 coletes reflexivos; - 18 capacetes de segurança. TOTAL: 148 itens.	- 1 roçadeira; - 1 soprador; - 1 veículo leve; - 2 tratores de esteiras; - 1 pá carregadeira; - 2 caminhões basculantes; - 1 retroescavadeira; - 1 caminhão-pipa; - 1 escavadeira hidráulica; - 1 trator de pneus com roçadeira. TOTAL: 12 itens.

Fonte: IPGC (2023).

Para implantar o CTDF-RSU considerando o cenário III,

são necessários 304 funcionários, 4.997 insumos e equipamentos e 25 máquinas e veículos.

4.2.1.4 CENÁRIO IV

No cenário III, considerou um AS de 200 t/dia, uma UT de 40 t/dia e uma UC de 27 t/dia. A UT terá um galpão com 12.000 m², a UC terá um pátio de compostagem com área adotada de 17.000 m² e o AS terá 5 camadas de 5 m de altura, cujas camadas serão quadradas para efeito de cálculo. No Quadro 4.5 trazido a seguir, são apresentados os itens necessários para a UT, a UC e o AS deste cenário. Os itens aqui descritos são os necessários para o início das atividades, devendo ser repostos conforme a necessidade.

Quadro 4.5 - Itens necessários às unidades de tratamento e ao aterro sanitário do cenário IV.

Unidade	Mão de obra	Insumos e equipamentos	Máquinas e veículos
Usina de triagem	- 200 triadores internos; - 40 deslocadores de tambores/bombonas; - 40 retriadores de plástico; - 14 retriadores de metal; - 39 enfardadores (coleta comum); - 1 jardineiro; - 1 encarregado de serviços gerais; - 17 administradores. TOTAL: 352 funcionários.	- 2 balanças (500 kg); - 4 carrinhos plataforma; - 1 cavadeira articulada; - 1 enxada; - 1 rastelo; - 1 podão; - 1 tesoura de poda; - 2 vassouras; - 2 pás quadradas; - 18 vasos sanitários; - 18 lavatórios; - 36 chuveiros; - 352 vestitários; - 762 pares de luvas de malha nitrilica; - 1.002 pares de luvas de raspão; - 1.002 aventais de raspão; - 1.002 pares de botas de borracha de cano longo; - 1.002 óculos de segurança; - 600 respiradores descartáveis PFF1 com válvula; - 117 protetores auriculares tipo plug; - 117 capacetes; - 1.002 uniformes refletivos. TOTAL: 6.160 itens.	- 4 prensas; - 2 empilhadeiras. TOTAL: 6 itens.
Usina de compostagem	- 2 montadores de leira; - 15 reviradores de leira; - 1 motorista; - 1 técnico de saneamento; - 1 encarregado; - 1 auxiliar administrativo - 1 auxiliar de pátio. TOTAL: 22 funcionários.	- 8 termômetros de solo; - 12 peneiras manuais; - 12 carrinhos de mão; - 12 garfos forçados; - 12 pás quadradas; - 12 enxadas; - 12 mangueiras (50 m, ¾"); - 20 tambores; - 2 vassouras; - 6 regadores de plástico; - 3 vassouras metálicas; - 6 baldes (20 l); - 1 balança (500 kg); - 2 óculos de proteção; - 22 pares de luvas de proteção emborrachadas; - 2 capacetes; - 22 máscaras de proteção respiratória; - 22 calçados; - 22 aventais; - 22 conjuntos de uniforme (calça e blusa); - 2 protetores auriculares. TOTAL: 234 itens.	- 1 motosserra; - 1 triturador de galhos; - 1 separador magnético; - 1 peneira rotativa; - 1 pá carregadeira; - 1 caminhão basculante ou porta-contêineres. TOTAL: 7 itens.

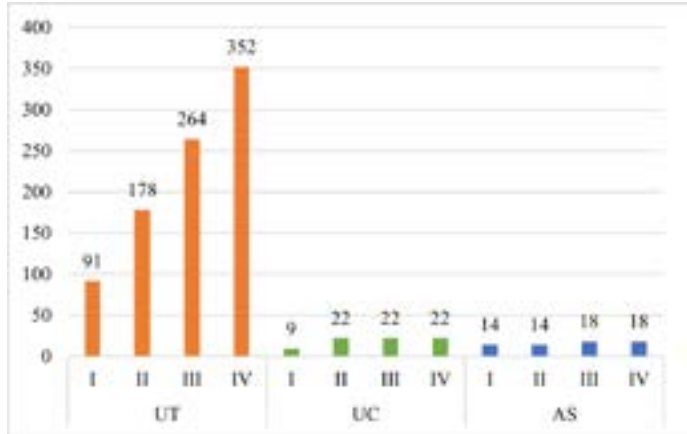
Aterro sanitário	- 1 engenheiro responsável; - 1 auxiliar técnico de engenharia; - 1 encarregado geral; - 5 operadores de máquina; - 4 motoristas; - 2 auxiliares de serviços gerais; - 2 vigias diurnos; - 2 vigias noturnos. TOTAL: 18 funcionários.	- 1 balança rodoviária; - 1 vaso sanitário; - 1 lavatório; - 1 chuveiro; - 18 vestitários; - 18 óculos de segurança; - 18 pares de luvas de proteção; - 18 capas de chuva; - 18 pares de sapatos de segurança; - 18 conjuntos de uniforme (calça e blusa); - 18 coletes reflexivos; - 18 capacetes de segurança. TOTAL: 148 itens.	- 1 roçadeira; - 1 soprador; - 1 veículo leve; - 2 tratores de esteiras; - 1 pá carregadeira; - 2 caminhões basculantes; - 1 retroescavadeira; - 1 caminhão-pipa; - 1 escavadeira hidráulica; - 1 trator de pneus com roçadeira. TOTAL: 12 itens.
------------------	---	--	---

Fonte: IPGC (2023).

Para implantar o CTDF-RSU considerando o cenário III, são necessários 392 funcionários, 6.542 insumos e equipamentos e 25 máquinas e veículos.

4.2.1.5 DISCUSSÃO

Os gráficos das Figura 4.2, Figura 4.3 e Figura 4.4 condensam os dados trazidos nos quadros 4.2 a 4.5. Em relação a mão de obra (Figura 4.2), o que nota-se é que seu valor, para a UT, é proporcional a capacidade tratada diariamente, mas o mesmo não se verifica para a UC e o AS. Para a UC, seu valor se repetiu para os 3 últimos cenários, uma vez que, conforme Tabela 4.2, a mão de obra permanece a mesma para certas faixas de capacidade, o que evidencia



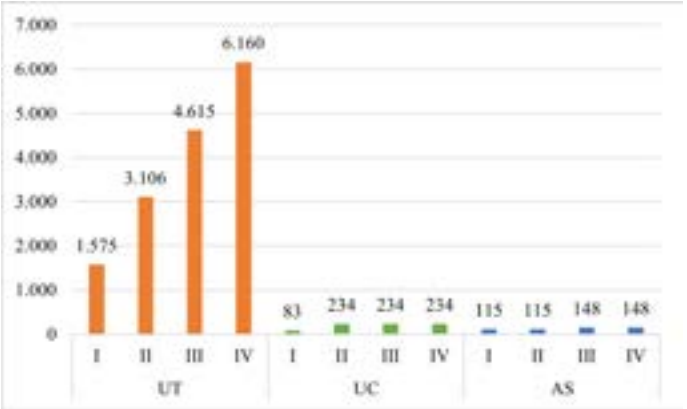
um nítido ganho de escala, uma vez que, para otimizar o serviço, considerando que a mão de obra será a mesma para o cenário II, III e IV em relação a UC, o ideal é aumentar a capacidade diária da mesma – cenário IV – a fim de baratear o custo por tonelada tratada. Evento similar à UC observa-se em relação ao AS, o que condiz com o Quadro 4.1.

Figura 4.2 - Mão de obra nos quatro cenários criados para a usina de triagem - UT, usina de compostagem - UC e aterro sanitário - AS

Fonte: IPGC (2023).

Já em relação a insumos e equipamentos (Figura 4.3),

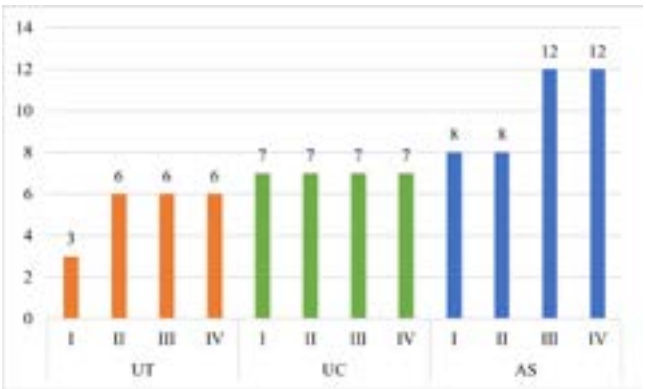
verifica-se o mesmo comportamento da mão de obra, au-



mentando proporcionalmente para a UT, porém, para a UC, os cenários II, III e IV necessitam dos mesmos insumos e equipamentos. Já no caso do AS, os cenários I e II precisam dos mesmos insumos e equipamentos, repetindo tal comportamento para o cenário III e IV. Ou seja, novamente, é nítido a percepção de um ganho de escala para a UT e o AS.

Figura 4.3 – Insumos e equipamentos nos quatro cenários criados para a usina de triagem - UT, usina de compostagem - UC e aterro sanitário - AS.

Fonte: IPGC (2023).



Por fim, tratando-se de máquinas e veículos (Figura 4.4), o comportamento nítido de ganho de escala passa a ser verificado também na UT, sendo que nos cenários II, III e IV necessitam das mesmas máquinas e veículos. Em todos os cenários, a UC precisa das mesmas máquinas e veículos, e o AS tem tal comportamento verificado nos cenários I e II e nos cenários III e IV.

Figura 4.4 – Máquinas e veículos nos quatro cenários criados para a usina de triagem - UT, usina de composta-

gem - UC e aterro sanitário - AS.

Fonte: IPGC (2023).

O que pode-se concluir a partir das figuras apresentadas acima é que um cenário de ganho de escala e otimização do serviço já pode ser observado. Isso será melhor explorado no tópico 4.2.4 – Análise de ganho de escala.

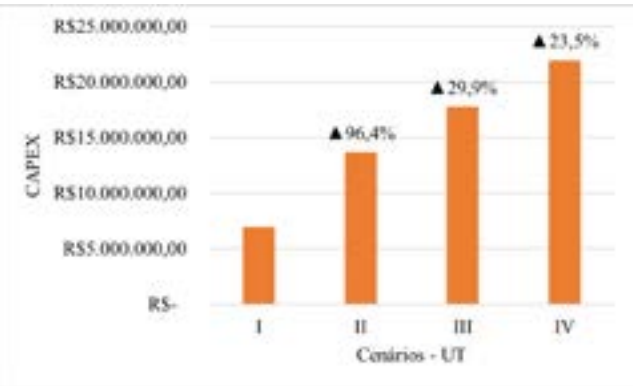
2. CAPEX estimado

A Tabela 4.4 traz o CAPEX calculado para a UT a UC e o AS nos quatro cenários propostos.

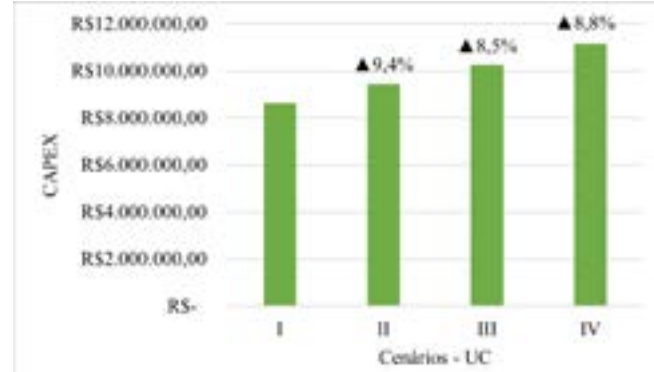
Tabela 4.4 - CAPEX da usina de triagem - UT, usina de compostagem - UC e aterro sanitário - AS para os cenários propostos.

Cenário	Porte da UT (t/dia)	CAPEX-UT	Porte da UC (t/dia)	CAPEX-UC	Porte do AS (t/dia)	CAPEX-AS
I	10	6.969.343,05	6,75	8.638.851,25	50	34.750.514,80
II	20	13.689.727,79	13,5	9.448.640,75	100	43.224.564,22
III	30	17.782.764,43	20,25	10.248.673,75	150	69.956.475,09
IV	40	21.963.957,79	27	11.146.271,75	200	82.149.838,69

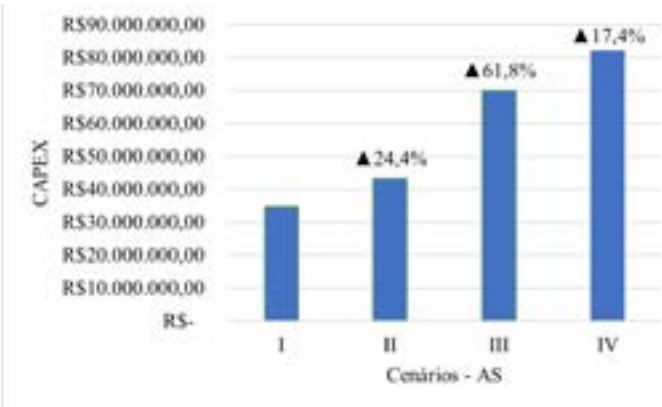
Fonte: IPGC (2023).



Os gráficos trazidos nas figuras a seguir mostram a variação do CAPEX nos distintos cenários e o aumento per-



centual de um cenário em relação ao anterior. O CAPEX da usina de compostagem é o que tem menor variação, dada



a possibilidade de alocar os mesmos recursos nos cenários II, III e IV como exposto anteriormente no tópico 4.2.1 – Aspectos técnicos.

Figura 4.5 - Gráfico da variação do CAPEX nos diferentes cenários projetados para a usina de triagem - UT.

Fonte: IPGC (2023).

Figura 4.6 - Gráfico da variação do CAPEX nos diferentes cenários projetados para a usina de compostagem - UC.

Fonte: IPGC (2023).

Figura 4.7 - Gráfico da variação do CAPEX nos diferentes cenários projetados para o aterro sanitário - AS.

Fonte: IPGC (2023).

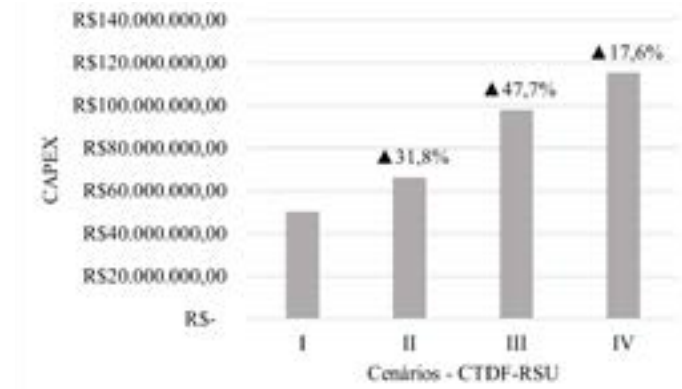
Já para o CTDF-RSU, tem-se a Tabela 4.5, com o valor do CAPEX para os quatro cenários e a Figura 4.8 com a variação percentual entre um cenário e o cenário anterior. No cenário I, o CAPEX é de pouco mais 50,3 milhões de reais, chegando à cifra de quase 115,3 milhões de reais no cenário IV.

Tabela 4.5 - CAPEX do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos para os diferentes cenários.

Cenário	Porte do CTDF-RSU (t/dia)	CAPEX
I	66,75	R\$ 50.358.709,10
II	133,5	R\$ 66.362.932,76
III	200,25	R\$ 97.987.913,27
IV	267	R\$ 115.260.068,23

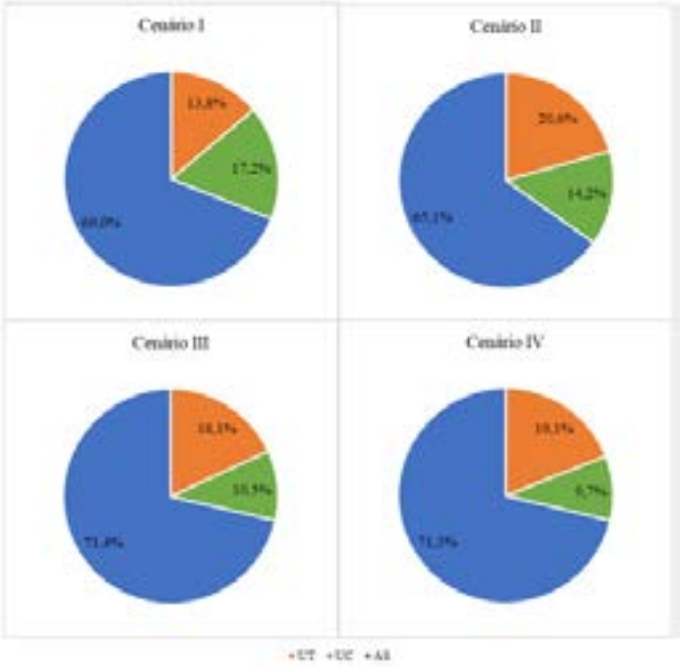
Fonte: IPGC (2023).

Pela Figura 4.8, percebe-se que há pouca variação do cenário III para o cenário IV, 17,6 %, mas varia quase 50 %



do cenário II para o cenário III. Deste modo, nota-se que a variação não é linear, sendo o investimento compensado com o aumento da quantidade de resíduos tratada no CTDF-RSU.

Figura 4.8 - Variação do CAPEX entre os cenários propostos para o complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU.



Fonte: IPGC (2023).

Por fim, a Figura 4.9 mostra o peso de cada unidade no CAPEX, ou seja, o percentual de cada unidade no total do CAPEX. Como pode ser visto, o AS é o que mais requer investimento no complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, com um percentual médio ponderado de 69,8 %, isto se deve ao maquinário pesado para a operação do aterro sanitário, como caminhões e alguns tipos de tratores.

Figura 4.9 - Distribuição percentual do custo das unidades no total do CAPEX para os quatro cenários analisados.

Fonte: IPGC (2023).

Conclui-se então que o investimento no CTDF-RSU é bem alto, o que pode onerar parcela considerável dos municípios brasileiros, desse modo, propõe-se o consórcio dos municípios, para permitir um ganho de escala e, com isso, garantir o cumprimento da legislação.

3 OPEX estimado

Nas tabelas que se seguem, é exposto o OPEX estimado para os quatro cenários propostos para a UT, a UC e o AS. O AS passa a ter custo operacional mensal de mais de 1 milhão de reais a partir do cenário III, uma vez que, conforme Quadro 4.1, mais maquinário é necessário no processamento de mais de 100 t/dia de rejeitos.

Tabela 4.6 - OPEX da usina de triagem - UT para os diferentes cenários propostos e considerando um tempo de contrato de 35 anos.

Cenário	Porte do UT (t/dia)	OPEX – UT (R\$)		
		mensal	anual	35 anos
I	10	341.548,36	4.098.580,32	143.450.311,20
II	20	661.783,74	7.941.404,93	277.949.172,55
III	30	973.277,40	11.679.328,78	408.776.507,30
IV	40	1.291.770,34	15.501.244,04	542.543.541,40

Fonte: IPGC (2023).

Tabela 4.7 - OPEX da usina de compostagem - UC para os diferentes cenários propostos e considerando um tempo de contrato de 35 anos.

Cenário	Porte do UC (t/dia)	OPEX – UC (R\$)		
		mensal	anual	35 anos
I	6,75	115.139,24	1.381.670,83	48.358.479,05
II	13,5	173.927,59	2.087.131,08	73.049.587,80
III	20,25	173.927,59	2.087.131,08	73.049.587,80
IV	27	173.927,59	2.087.131,08	73.049.587,80

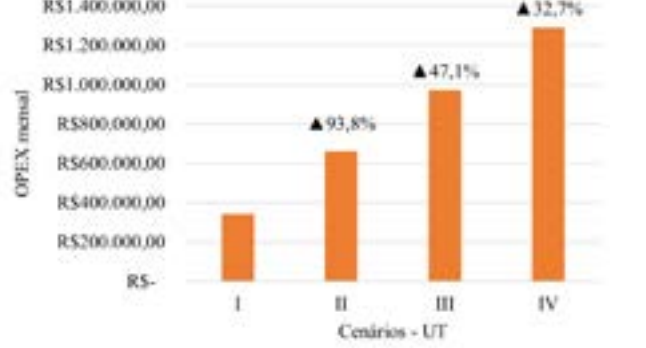
Fonte: IPGC (2023).

Tabela 4.8 - OPEX do aterro sanitário - AS para os diferentes cenários propostos e considerando um tempo de contrato de 35 anos.

Cenário	Porte do AS (t/dia)	OPEX – AS (R\$)		
		mensal	anual	35 anos
I	50	223.559,96	2.682.719,56	93.895.184,77
II	100	233.306,26	2.799.675,14	97.988.629,98
III	150	1.355.247,83	16.262.973,94	569.204.087,79
IV	200	1.366.033,45	16.392.401,40	573.734.049,04

Fonte: IPGC (2023).

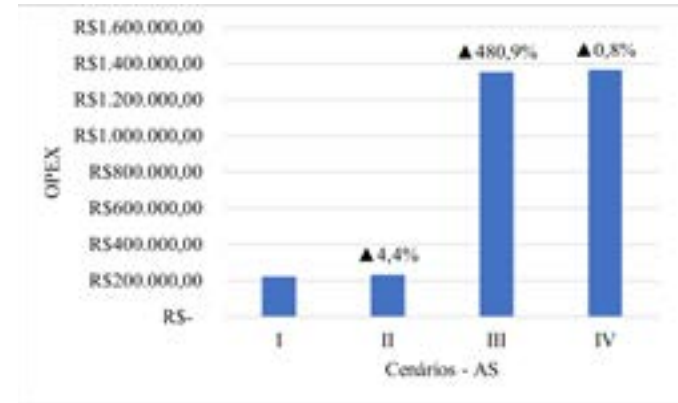
Nos gráficos trazidos nas figuras seguintes, tem-se a variação do OPEX mensal entre os cenários, mostrando a diferença percentual de um cenário com o anterior. O que se observa é que a variação percentual diminui ao longo dos cenários para a UT e a UC, o que está relacionado com o ganho de escala, ou seja, o aumento da quantidade de



resíduos tratada diminui o custo mensal por tonelada. Em relação a UC, seu valor não altera-se no cenário III e cenário IV, ficando em 0,0 %, devido ao fato de que, para tratar 13,5, 20,25 e 27 t/dia de resíduos orgânicos, necessitar-se-á



da mesma mão de obra, insumos, equipamentos, maquinários e veículos. Já para o AS, há um aumento galopante do OPEX mensal entre os cenários II e III e isso é devido



ao aumento de maquinário para a disposição de mais de 100 t/dia, contudo, já do cenário III para o cenário IV, há um ligeiro aumento, o que significa uma otimização do serviço.

Figura 4.10 - OPEX mensal da usina de triagem - UT para os quatro cenários propostos com a variação percentual entre eles.

Fonte: IPGC (2023).

Figura 4.11 - OPEX mensal da usina de compostagem - UC para os quatro cenários propostos com a variação percentual entre eles.

Fonte: IPGC (2023).

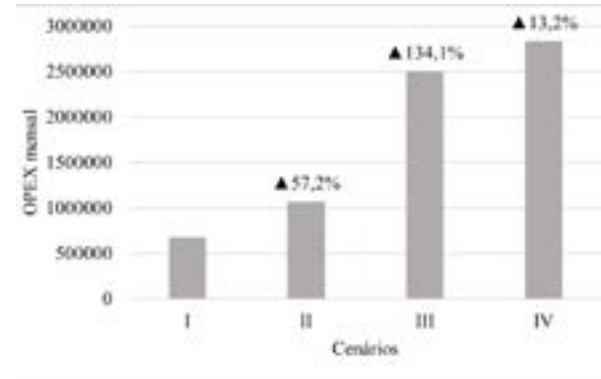
Figura 4.12 - OPEX mensal do aterro sanitário - AS para os quatro cenários propostos com a variação percentual entre eles.

Fonte: IPGC (2023).

A Tabela 4.10 mostra o OPEX mensal, anual e para 35 anos do complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos. Observa-se que o para 35 anos, o OPEX é maior que 1 bilhão de reais para os cenários III e IV.

Tabela 4.9 - OPEX do complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos - CTDF-RSU para os diferentes cenários propostos e considerando um tempo de contrato de 35 anos.

Cenário	Porte do CTDF (t/dia)	OPEX – CTDF-RSU (R\$)		
		mensal	anual	35 anos
I	66,75	680.247,56	8.162.970,71	285.703.975,02
II	133,5	1.069.017,59	12.828.211,5	448.987.390,33
III	200,25	2.502.452,82	30.029.433,80	1.051.030.182,89
IV	267	2.831.731,38	33.980.776,52	1.189.327.178,24

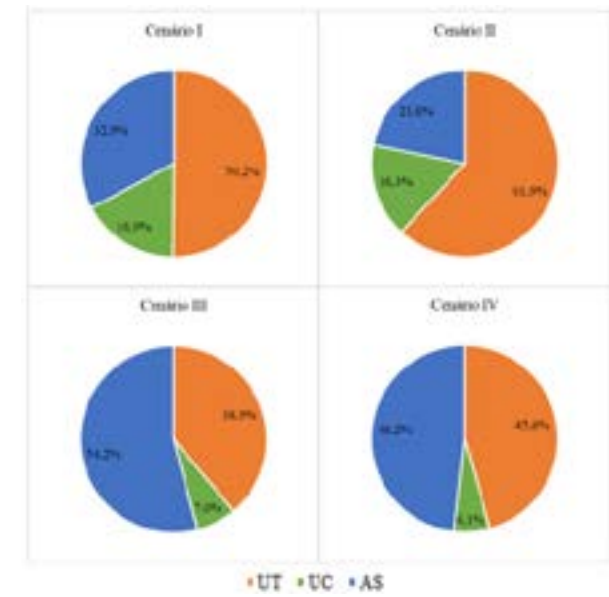


Fonte: IPGC (2023).

Já a Figura 4.13 mostra a variação percentual do OPEX mensal entre os cenários. Novamente observa-se um aumento do cenário II para o cenário III por causa do aterro sanitário, mas há uma grande redução deste cenário para o IV, mostrando que é possível ter uma diminuição no preço da tonelada tratada com o aumento da quantidade a se tratar.

Figura 4.13 - OPEX mensal para o complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos nos diferentes cenários com o crescimento percentual de um cenário em relação ao cenário anterior.

Fonte: IPGC (2023).



A seguir na Figura 4.14, é apresentada a representação

percentual de cada unidade no OPEX mensal dos quatro cenários. Nos cenário I e II, a UT é a que detém a maior parte do OPEX mensal do CTDF-RSU, já nos cenários III e IV, o que se percebe é uma grande participação do aterro sanitário, uma vez que sua operação requer maquinários de alto custo. O percentual médio ponderado do AS é de 47,7 %. Já a UC tem seu valor percentual no OPEX mensal diminuído a cada cenário, e isso se deve, como dito, ao fato de que, a partir do cenário II, necessita-se da mesma mão de obra, insumos, equipamentos, utensílios, maquinários e veículos para sua manutenção, e sua média ponderada de participação é de 11,1 %. A da UT é 47,4 %.

Figura 4.14 - Distribuição percentual do custo das unidades no total do OPEX mensal para os quatro cenários analisados.

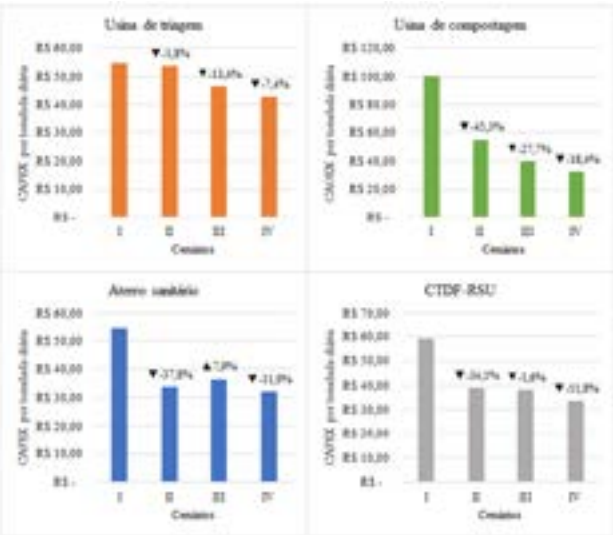
Fonte: IPGC (2023).

Deste modo, também conclui-se que o CTDF-RSU tem alto valor de operação, sendo, portanto, pouco viável ou até mesmo inviável para a maioria dos municípios brasileiros. Novamente, o consórcio intermunicipal se mostra como uma forma de contornar esse problema, uma vez que juntos os municípios poderão arcar com a operação do CTDF-RSU e cumprir com a legislação brasileira.

4. Análise de ganho de escala

Na análise de ganho de escala, o CAPEX e o OPEX de cada unidade e em cada cenário foram divididos pela massa de resíduos e rejeitos. Assim, obteve-se o custo por tonelada em cada caso como será apresentado a seguir.

4.1 Ganho de escala no CAPEX



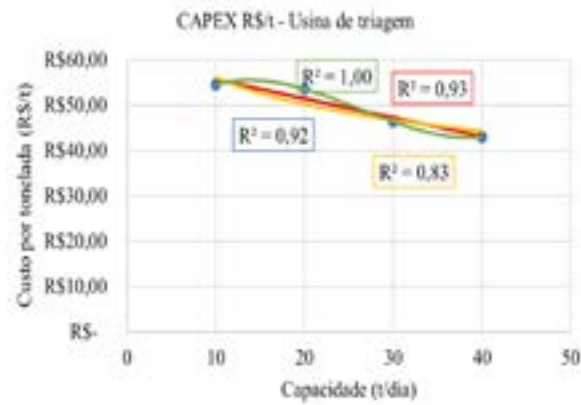
O custo por tonelada relativo ao CAPEX da UT, UC, AS e CTDF-RSU são exibidos na Figura 4.15 abaixo. Como pode-se ver, praticamente em todos os casos, há a diminuição do custo de investimento por tonelada de resíduos tratada ou disposta. Só no AS há um aumento do cenário II para o cenário III, o que pode ser explicado pelo fato de que há um aumento no maquinário no cenário III, encarecendo o processo, mas, logo em seguida, volta a cair 11,9 % o preço por tonelada. A queda é verificada também no CTDF-RSU para todos os cenários, ou seja, montar um complexo para triar os resíduos separando os recicláveis, compostando os resíduos orgânicos e aterrando apenas os rejeitos possui ganho de escala.

Figura 4.15 - CAPEX por tonelada tratada/disposta de resíduos/rejeitos na usina de compostagem, usina de triagem, aterro sanitário e complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU.

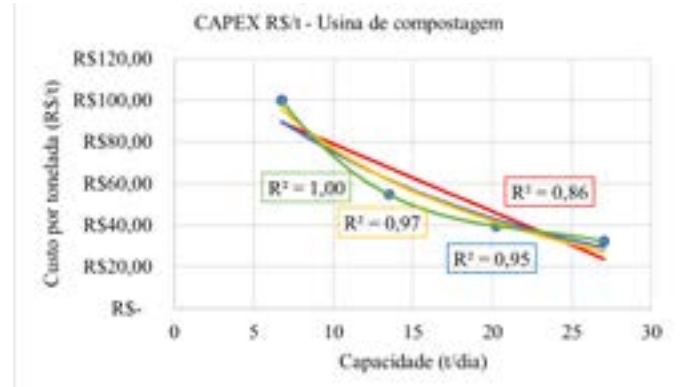
Fonte: IPGC (2023).

O valor do CAPEX por tonelada de resíduos/rejeitos para cada cenário e unidade pode ser visto na Tabela 4.10. Em relação a UT, o custo sai de R\$ 54,52/t para R\$ 42,95/t no cenário IV, representando uma diferença de 21,2 %. Já a UC tem uma diferença de 67,7 % do cenário I (R\$ 100,11/t) para o cenário IV (R\$ 32,29/t). Já em relação ao AS, a redução é de 40,9 % entre o primeiro (R\$ 54,37/t) e o último cenário (R\$ 32,13/t), e para o CTDF-RSU, essa diferença é de 42,8 % (de R\$ 59,02/t para R\$ 33,77/t).

Tabela 4.10 - CAPEX por tonelada de resíduo/rejeito tratada/dispostas na usina de triagem - UT, usina de compostagem - UC, aterro sanitário - AS e complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU.



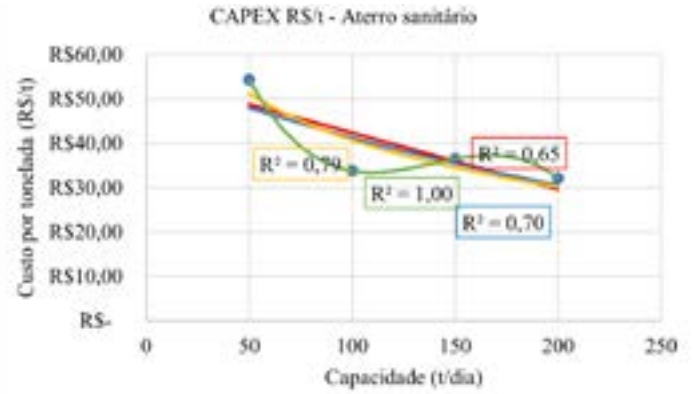
Cenário	CAPEX por tonelada de resíduos/rejeitos (R\$/t)			
	UT	UC	AS	CTDF-RSU
I	54,52	100,11	54,37	59,02
II	53,54	54,75	33,81	38,89



III	46,37	39,59	36,48	38,28
IV	42,95	32,29	32,13	33,77

Fonte: IPGC (2023).

Nas figuras adiante, tem-se gráficos de dispersão com linhas de tendência da regressão linear (em vermelho), re-

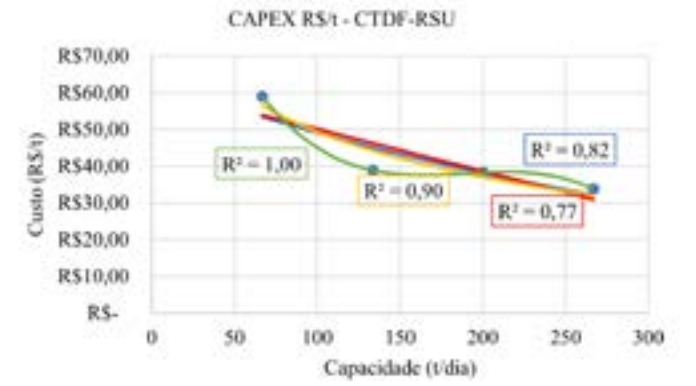


gressão exponencial (em azul), regressão logarítmica (em amarelo) e regressão cúbica (em verde) com seus respectivos R^2 , sendo que quanto mais próximo de 1 o seu valor, mais adequada a linha de tendência é para representar os dados.

Figura 4.16 - CAPEX por tonelada de resíduos tratada na usina de triagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R^2 .

Fonte: IPGC (2023).

Figura 4.17 - CAPEX por tonelada compostada na usina de compostagem em R\$/t com regressão linear (verme-



lho), regressão exponencial (azul) e regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R^2

Fonte : IPGC (2023)

Figura 4.18 - CAPEX por tonelada dispostas no aterro sanitário em R\$/t com regressão linear (vermelho), regres-são exponencial (azul) e regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R^2 .

Fonte: IPGC (2023).

Figura 4.19 - CAPEX por tonelada tratada no complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos – CTDF-RSU em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul) e regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R^2 .

Cenário	Equações e R² das análises de regressão			
	Linear	Exponencial	Logarítmica	Cúbica
UT	$y = -0,421x + 29,81$ $R^2 = 0,86$	$y = 66,817e^{-0,007x}$ $R^2 = 0,90$	$y = 8,217 \ln(x) + 75,69$ $R^2 = 0,81$	$y = 0,00046x^3 - 0,00025x^2 + 2,69071x + 29,32767$ $R^2 = 0,88$
UC	$y = -0,247x + 111,34$ $R^2 = 0,86$	$y = 136,367e^{-0,007x}$ $R^2 = 0,90$	$y = 89,757 \ln(x) + 191,22$ $R^2 = 0,81$	$y = -0,0000007x^3 + 0,0000007x^2 + 0,0000007x + 19,655537x + 19,655537$ $R^2 = 0,88$
AS	$y = -0,137x + 31,21$ $R^2 = 0,65$	$y = 93,727e^{-0,007x}$ $R^2 = 0,74$	$y = 11,237 \ln(x) + 110,89$ $R^2 = 0,74$	$y = -0,0000007x^3 + 0,0000007x^2 + 0,0000007x + 10,655537x + 10,655537$ $R^2 = 0,88$
CTDF-RSU	$y = -0,117x + 61,27$ $R^2 = 0,77$	$y = 63,337e^{-0,007x}$ $R^2 = 0,90$	$y = 17,717 \ln(x) + 120,89$ $R^2 = 0,81$	$y = -0,0000007x^3 + 0,0000007x^2 + 0,0000007x + 10,655537x + 10,655537$ $R^2 = 0,88$

Fonte: IPGC (2023).

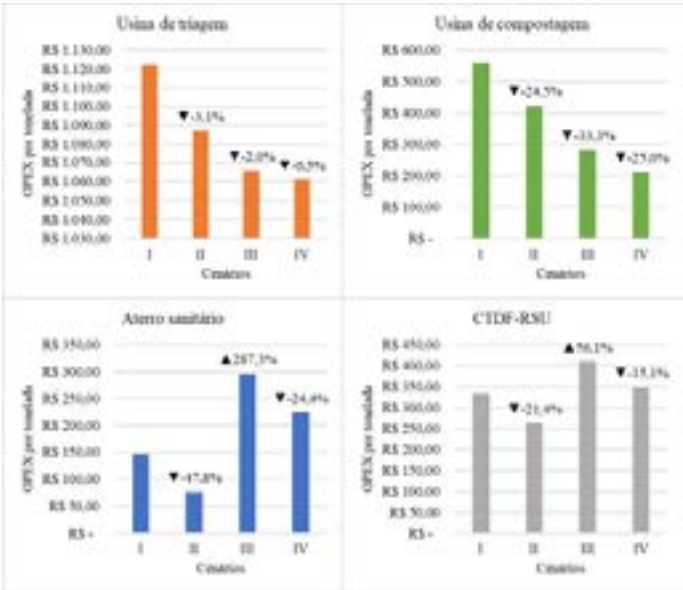
Para todos os casos apresentados nos gráficos das figuras acima, a regressão polinomial de terceira ordem, modelo cúbico, é a que possui o melhor ajuste, sendo o R^2 igual a 1,00. Isso se deve ao fato deste tipo de regressão poder se adequar melhor aos dados propostos devido a sua maior flexibilidade a situações com visível efeito curvilíneo dos dados, o que se verifica principalmente no aterro sanitário e no complexo de tratamento e disposição final de resíduos

sólidos urbanos. Contudo, para que haja boa previsão, o modelo cúbico necessita de mais casas decimais. Assim, no Quadro 4.6, as equações dos modelos e os respectivos R^2 são apresentadas.

Quadro 4.6 - Equações das análises de regressão do CAPEX por tonelada das unidades e do complexo com seus respectivos R^2 , onde y é o valor do CAPEX em R\$/t e x é a capacidade em t/dia.

Fonte: IPGC (2023).

O que se nota para o CAPEX por tonelada de resíduos é que há um nítido ganho de escala, ou seja, à medida que aumenta-se a quantidade de resíduos tratados, mais barato é para tratá-los. Como a grande maioria dos municípios tem até 50.000 habitantes, não haverá tanta produção de resíduos, logo, se fosse adotada solução individual, seria tratada pouca quantidade de resíduos, o que faria com que o serviço ficasse caro. Deste modo, mais uma vez, defende-se a implementação de consórcios intermunicipais como forma de obter-se o ganho de escala. Assim, além de contornar o problema de falta de recursos para um único município tratar e dispor seus resíduos, favorece no barateamento do serviço, o que significa que o cidadão ficará menos onerado na hora de pagar pelo mesmo.



4.2 Ganho de escala no OPEX

A Figura 4.20 mostra a diferença percentual entre os cenários para a UT, a UC, o AS e o CTDF-RSU. Para a UT e a UC há diminuição do custo operacional com aumento da quantidade de resíduos tratadas, ou seja, existe níti-

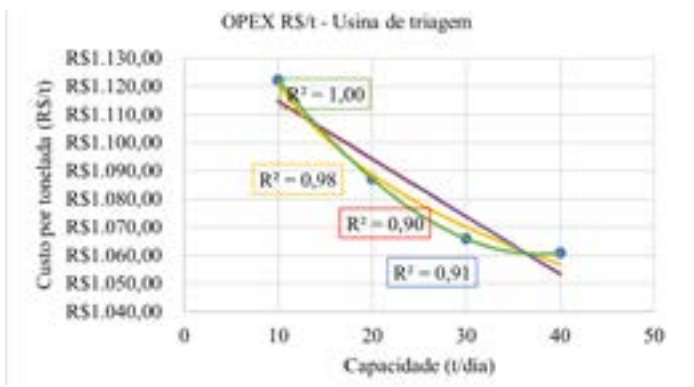
do ganho de escala nesses casos. No caso do AS, o preço do OPEX aumenta do cenário II para o cenário III, pois há maior necessidade de maquinário como pôde ser visto no Quadro 4.2, mas esse aumento volta a cair no cenário IV, e de todo modo, o que se vê é que o OPEX do AS cai dentro das faixas destacadas pelo Quadro 4.2. Vale destacar que o CTDF-RSU tem o comportamento parecido com o AS, sendo influenciado por este. É importante notar que para o CTDF-RSU a diferença entre o cenário I e o cenário IV é de 4,1 %, ou seja, o aumento do custo operacional foi bem baixo apesar do grande aumento de massa (de 66,75 t/dia para 267 t/dia, aumento de 300 %).

Figura 4.20 - OPEX por tonelada tratada/disposta de resíduos/rejeitos na usina de compostagem, usina de triagem, aterro sanitário e complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU.

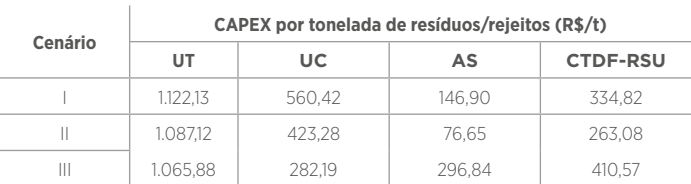
Fonte: IPGC (2023).

O valor do OPEX por tonelada de resíduos/rejeitos para cada cenário e unidade pode ser visto na Tabela 4.11. Em relação a UT, o custo sai de R\$ 1.122,13/t no cenário I para R\$ 1.061,00/t no cenário IV, representando uma diferença de -5,4 %. Já a UC tem uma diferença de -62,2 % do cenário I (R\$ 560,42/t) para o cenário IV (R\$ 211,64/t). Já em relação ao AS, há um aumento de 52,8 % entre o primeiro (R\$ 146,90/t) e o último cenário (R\$ 224,40/t), e para o CTDF-RSU, essa diferença é de 14,8 % para mais (de R\$ 334,82/t para R\$ 348,44/t).

Tabela 4.11 – OPEX por tonelada de resíduo/rejeito tratada/disposta na usina de triagem - UT, usina de compos-



tagem - UC, aterro sanitário - AS e complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU.



As figuras trazidas a seguir mostram gráficos de dispersão com linhas de tendência da regressão linear (em vermelho), regressão exponencial (em azul), regressão logarítmica (em amarelo) e regressão cúbica (em verde) com



Figura 4.21 - OPEX por tonelada de resíduos tratada na usina de triagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo) e regressão cúbica (verde) e seus respectivos R^2 .

Figura 4.22 - OPEX por tonelada compostada na usina de compostagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R^2 .

Fonte: IPGC (2023).

Figura 4.23 - OPEX por tonelada dispostas no aterro sanitário em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R^2 .

Figura 4.24 - OPEX por tonelada tratada no complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo), regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².

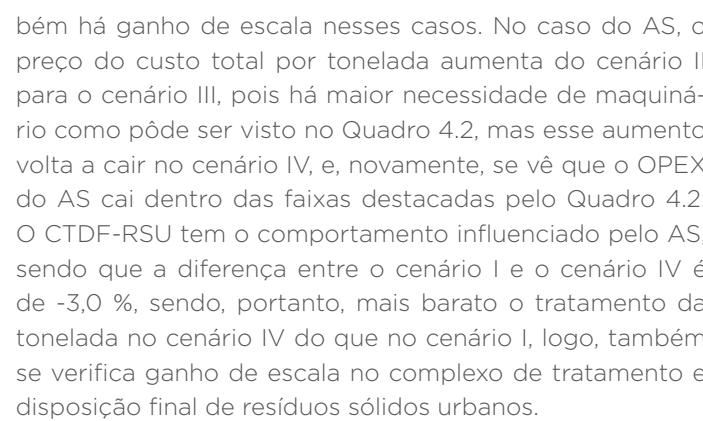
Novamente, observando os gráficos das figuras acima, o que se observa é que a regressão cúbica é a que melhor se adequa aos dados observados, uma vez que esse tipo de regressão é capaz de se acomodar ao comportamento curvilíneo dos dados, portanto, em todos os casos, o R^2 foi 1,00. Porém, para uma boa previsão, esse modelo necessita de um número maior de casas decimais, como pode ser visto no Quadro 4.7, que contém as equações e os respectivos R^2 dos modelos testados.

Quadro 4.7 - Equações das análises de regressão do OPEX por tonelada das unidades e do complexo com seus respectivos R^2 , onde z é o valor do OPEX em R\$/t e x é a capacidade em t/dia.

Para a UT e a UC há ganho de escala à medida que



A Figura 4.25 mostra a diferença percentual entre os cenários para a UT, a UC, o AS e o CTDF-RSU. Tanto para a UT, quanto para a UC há diminuição do custo total com o aumento da quantidade de resíduos tratados, ou seja, tam-



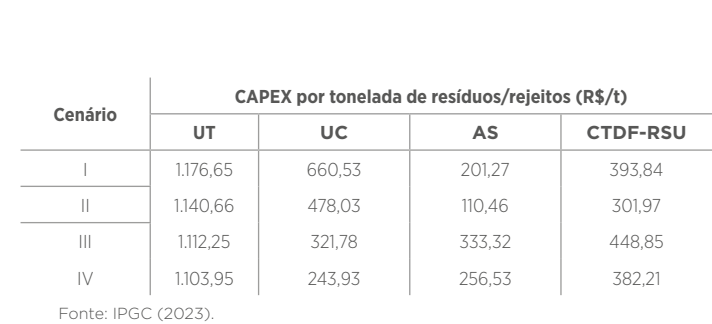
O valor do custo total por tonelada de resíduos/rejeitos para cada cenário e unidade pode ser visto na Tabela 4.12. Em relação a UT, o custo sai de R\$ 1.176,65/t no cenário I para R\$ 1.103,95/t no cenário IV, representando uma diferença de -6,2%. Já a UC tem uma diferença de -63,1% do cenário I (R\$ 660,53/t) para o cenário IV (R\$ 243,93/t). Já

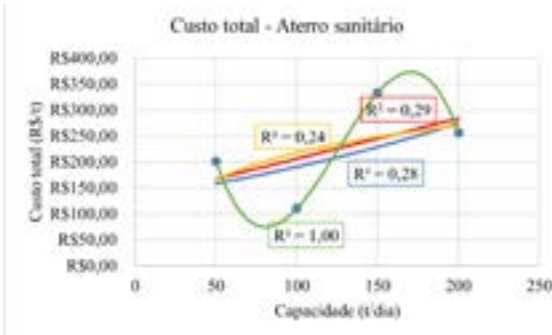
em relação ao AS, há um aumento de 27,5 % entre o primeiro (R\$ 201,27/t) e o último cenário (R\$ 256,53/t), e para o CTDF-RSU, essa diferença é de -3,0 % (de R\$ 393,84/t para R\$ 382,21/t).

Figura 4.25 – Custo total por tonelada tratada/disposta de resíduos/rejeitos na usina de compostagem, usina de triagem, aterro sanitário e complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos - CTDF-RSU.

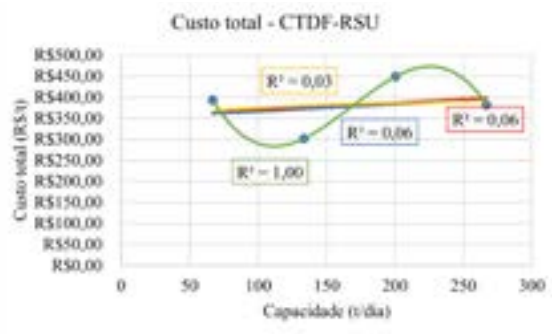


Tabela 4.12 – Custo total por tonelada de resíduo/rejeito tratada/disposta na usina de triagem - UT, usina de compostagem - UC, aterro sanitário - AS e complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos





As figuras trazidas a seguir mostram gráficos de dispersão com linhas de tendência da regressão linear (em vermelho), regressão exponencial (em azul), regressão logarítmica (em amarelo) e regressão cúbica (em verde) com seus respectivos R², lembrando que quanto mais próximo



de 1 o seu valor, mais adequada a linha de tendência é para representar os dados.

Figura 4.26 - Custo total por tonelada de resíduos tratada na usina de triagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo) e regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².

Fonte: IPGC (2023).

Figura 4.27 - Custo total por tonelada de resíduos tratada na usina de compostagem em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo) e regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².

Fonte: IPGC (2023).

Figura 4.28 - Custo total por tonelada de resíduos tratada no aterro sanitário em R\$/t com regressão linear (ver-

Variáveis	Equações e R² das análises de regressão			
	Linear	Exponencial	Logarítmica	Cúbica
UT	$w = 2.00017x + 3.100.000$ $R^2 = 0,99$	$w = 3.000.000e^{0,000001x}$ $R^2 = 0,99$	$w = 3.000.000 \ln(x) + 3.100.000$ $R^2 = 0,99$	$w = 3.000.000x^3 + 3.100.000$ $R^2 = 0,99$
UC	$w = 30.000.000x + 100.000$ $R^2 = 0,97$	$w = 30.000.000e^{0,000001x}$ $R^2 = 0,99$	$w = 30.000.000 \ln(x) + 100.000$ $R^2 = 0,99$	$w = 30.000.000x^3 + 100.000$ $R^2 = 0,99$
AS	$w = 0,777728x + 138.209$ $R^2 = 0,29$	$w = 138.209e^{0,000001x}$ $R^2 = 0,29$	$w = 138.209 \ln(x) + 138.209$ $R^2 = 0,29$	$w = 138.209x^3 + 138.209$ $R^2 = 0,29$
CTDF-RSU	$w = 0,0077728x + 138.209$ $R^2 = 0,03$	$w = 138.209e^{0,000001x}$ $R^2 = 1,00$	$w = 138.209 \ln(x) + 138.209$ $R^2 = 0,06$	$w = 138.209x^3 + 138.209$ $R^2 = 0,06$

melho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica

(amarelo) e regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².

Fonte: IPGC (2023).

Figura 4.29 - Custo total por tonelada de resíduos tratada no complexo em R\$/t com regressão linear (vermelho), regressão exponencial (azul), regressão logarítmica (amarelo) e regressão cúbica (verde) e seus respectivos R².

Fonte: IPGC (2023).

Mais uma vez, observa-se, pelos gráficos das figuras acima, que a regressão cúbica é a que melhor se adequa aos dados observados, devido ao fato de esse tipo de regressão ser capaz de se acomodar ao comportamento curvilíneo dos dados, portanto, em todos os casos, o R² foi 1,00. Mas também, no caso da usina de compostagem, a regressão exponencial também teve R² igual a 1,00, contudo, conforme testado, considerando até 10 casas decimais significativas para todas as equações de regressão, a regressão cúbica foi a que apresentou o menor erro. O Quadro 4.8 contém as equações e os respectivos R² dos modelos testados.

Quadro 4.8 - Equações das análises de regressão do custo total por tonelada das unidades e do complexo com seus respectivos R², onde w é o valor do custo total em R\$/t e x é a capacidade em t/dia.

Fonte: IPGC (2023).

Por fim, o que se conclui é que há ganho de escala para quase todos os cenários considerando as unidades de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos. Mesmo o CTDF-RSU passa a ter o custo por tonelada mais barato no último cenário se comparado com o primeiro. A seguir, é trazido um exemplo de aplicação prática das equações para dois portes regionais. Note que para saber o valor total para 35 anos de contrato, basta multiplicar o resultado de cada equação pela massa de resíduos e corrigir o tempo, assim sendo, se a massa é em t/dia, deve-se multiplicá-la por 365,25 dias em um ano e 35 anos totais.

Exemplo prático:

Seja o item A compreendendo um município com 1.056 habitantes e o item B sendo um consórcio de municípios com 78.523 habitantes. Considerando a produção *per capita* de RSU por dia de 1,043 kg/hab.dia (ABRELPE, 2022), e considerando que 20 % do RSU seria recuperado pela usina de triagem e 13,5 % dos RSU seriam compostados, expresse o valor por tonelada e o valor total para 35 anos de contrato para cada unidade de tratamento (usina de compostagem e usina de triagem) e o aterro sanitário além do complexo

de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos. Observe que 100 % dos RSU serão aterrados no caso da implantação exclusiva de aterro sanitário.

Resultados:

Como pode ser visto no Exemplo - Quadro A, a produção diária de RSU entre os itens A e B varia em 7.336 %, ou seja, o item B produz 74 vezes mais resíduos do que o item A.

Exemplo - Quadro A - Dados iniciais dos itens A e B.

Item	Nº habitantes	Produção per capita de RSU (kg/hab.dia)	Produção diária de RSU (t/dia)
A	1.056	1,043	1,1
B	78.523	1,043	81,9

Fonte: IPGC (2023).

No Exemplo - Quadro B, como dito, foi considerado que apenas 1/5 dos resíduos foram recuperados da triagem. Em todos os casos, o custo total por tonelada diminui entre o item A e B, como mostrado neste documento que há ganho de escala para a usina de triagem apesar de, logicamente, o custo total para 35 anos ser maior no item B.

Exemplo - Quadro B - Custo total por tonelada e custo total para 35 anos da usina de triagem.

Item	Custo total da usina de triagem (R\$/t)			
	Linear	Exponencial	Logarítmica	Cúbica
A	1.194,46	1.195,48	1.384,06	1.207,15
B	1.154,63	1.154,37	1.149,75	1.153,47

Item	Custo total da usina de triagem (R\$/35 anos)			
	Linear	Exponencial	Logarítmica	Cúbica
A	16.818.173,47	16.832.554,51	19.487.771,35	16.996.801,92
B	1.208.874.279,72	1.208.607.494,44	1.203.766.137,79	1.207.663.363,97

Fonte: IPGC (2023).

Já o Exemplo - Quadro C traz os resultados para a usina de compostagem, onde, novamente, observa-se ganho de escala do item A para o item B considerando todas as equações de regressão utilizadas.

Exemplo - Quadro C - Custo total por tonelada e custo total para 35 anos da usina de compostagem.

Item	Custo total da usina de compostagem (R\$/t)			
	Linear	Exponencial	Logarítmica	Cúbica
A	774,48	917,80	1.833,66	814,33
B	547,27	531,18	517,99	543,80

Item	Custo total da usina de triagem (R\$/35 anos)			
	Linear	Exponencial	Logarítmica	Cúbica
A	10.904.813,28	12.922.792,19	25.818.173,06	11.465.864,06
B	572.982.631,38	556.133.204,95	542.324.074,61	569.348.770,68

Fonte: IPGC (2023).

No Exemplo - Quadro D, os resultados entre os itens A e B têm comportamento diferenciado. Utilizando a equação de regressão logarítmica, o primeiro item possui valor negativo de custo total por tonelada, ademais, tanto para esta regressão, quanto para a linear e a exponencial, seus coeficientes de determinação R² têm valores muito próximos de 0, portanto, não são valores representativos. Já a regressão cúbica, que possui R² igual a 1,00, mostra que o custo total da tonelada de rejeitos disposta em aterro sanitário reduz em 93,7 %, ou seja, implementar solução individual, no caso, aterro sanitário, para dispor os rejeitos de um município de pequeno porte não é financeiramente viável, pois o custo por tonelada fica muito alto.

Exemplo - Quadro D - Custo total por tonelada e custo total para 35 anos do aterro sanitário.

Item	Custo total do aterro sanitário (R\$/t)			
	Linear	Exponencial	Logarítmica	Cúbica
A	129,09	132,61	-123,53	1.182,31
B	191,89	178,30	202,61	R\$ 74,96

Item	Custo total da usina de triagem (R\$/35 anos)			
	Linear	Exponencial	Logarítmica	Cúbica
A	1.817.618,80	1.867.118,30	-1.739.312,74	16.647.057,62
B	200.909.504,65	186.677.643,22	212.128.251,76	78.478.205,63

Fonte: IPGC (2023).

Por fim, em relação ao Exemplo - Quadro E, é importante salientar que o R² das equações de regressão linear, exponencial e logarítmica é muito próximo de zero também, sendo, os valores obtidos, praticamente não confiáveis. Já a regressão cúbica possui R² igual a 1,00, e analisando os resultados dos itens A e B pela regressão cúbica, observa-se que há ganho de escala na implantação do CTDF-RSU, logo, tratar mais resíduos é economicamente mais favorável do que implantar soluções individuais.

Exemplo - Quadro E - Custo total por tonelada e custo total para 35 anos do CTDF-RSU.

Item	Custo total da usina de triagem (R\$/t)			
	Linear	Exponencial	Logarítmica	Cúbica
A	353,90	350,24	295,15	1.155,78
B	367,46	363,48	371,29	328,60

Item	Custo total da usina de triagem (R\$/35 anos)			
	Linear	Exponencial	Logaritimica	Cúbica
A	4.983.023,50	4.931.474,48	4.155.768,96	16.273.506,38
B	384.724.966,56	380.556.397,73	388.736.568,95	344.035.018,61

Fonte: IPGC (2023).

5. Arrecadação com venda de recicláveis e composto orgânico

Simulou-se a arrecadação com venda de recicláveis e composto orgânico, e para tanto, alguns valores foram adotados da literatura. No caso dos recicláveis, sua gravimetria foi obtida a partir de Abrelpe (2022). Já o valor do quilo de cada material reciclável foi obtido através do Instituto Pragma (2022), sendo tal valor, a média nacional dos valores regionais. Já o percentual de aproveitamento, obtido através de Casaril et al. (2009), é baseado na premissa de que a coleta dos resíduos se dá de forma convencional. Os valores adotados podem ser vistos na Tabela 4.13.

Tabela 4.13 - Dados adotados para simulação de receita arrecada com venda de materiais recicláveis triados na usina de triagem.

Resíduo	Gravimetria	Valor (R\$/kg)	Aproveita-mento
Papel/papelão	40,1%	0,81	58%
Plástico	23,2%	1,73	
Vidro	11,2%	0,21	
Metal	23,9%	3,18	

Fonte: Adaptado de Instituto Pragma (2022); ABRELPE(2022); Casaril et al. (2009).

Já para o composto orgânico, considerou-se uma adaptação do balanço de massa feito por Garré et al. (2016), que resultou em um percentual de aproveitamento – percentual de transformação do resíduo orgânico em composto para venda – de 28,24 %, sendo que o preço da tonelada a granel, corrigido para novembro de 2023, foi de 368,97 reais por tonelada conforme Borsato (2015).

Adotou-se 22 dias úteis por mês e que os valores dos materiais recicláveis e do composto orgânico não se alterarão ao longo do tempo de 35 anos. Portanto, o intuito aqui é fazer uma simulação de quanto poderia ser arrecadado com a venda de tais produtos a fim de abater o custo total da usina de triagem e da usina de compostagem. A Tabela 4.14 mostra a arrecadação para a usina de triagem frente ao custo total (CAPEX + OPEX).

Tabela 4.14 - Custo total da usina de triagem e arrecadação com venda de recicláveis em 35 anos.

Cenário	Custo total - UT	Arrecadação
I	R\$ 150.419.654,25	R\$ 80.844.335,88
II	R\$ 291.638.900,34	R\$ 161.688.671,76
III	R\$ 426.559.271,73	R\$ 242.533.007,64
IV	R\$ 564.507.499,19	R\$ 323.377.343,52

Fonte: IPGC (2023).

A Figura 4.30 traz um gráfico que mostra o percentual que pode ser abatido do custo total da usina de compos-tagem com a venda de materiais recicláveis. O que se nota é que, com o aumento da quantidade triada, maior será o percentual abatido do custo total e em todos os casos, mais da metade do custo da usina de triagem pode ser abatido com a venda de recicláveis.

Figura 4.30 - Percentual que pode ser abatido da usina de triagem com a venda de materiais recicláveis.



Fonte: IPGC (2023).

Já a Tabela 4.15 mostra a arrecadação da usina de com-postagem em relação ao custo total (CAPEX + OPEX) da mesma para 35 anos.

Tabela 4.15 - Custo total da usina de triagem e arrecadação com venda de recicláveis em 35 anos.

Cenário	Custo total	Arrecadação
I	R\$ 56.997.330,30	R\$ 6.498.984,08
II	R\$ 82.498.228,55	R\$ 12.997.968,16
III	R\$ 83.298.261,55	R\$ 19.496.952,24
IV	R\$ 84.195.859,55	R\$ 25.995.936,32

Fonte: IPGC (2023).

A Figura 4.31 mostra o percentual que pode ser abatido do custo total da usina de compostagem a partir da venda de composto orgânico. Mais uma vez, há um aumento nes-

se percentual com o aumento da quantidade de resíduos compostado em cada cenário. Tal abatimento pode ser de mais quase 1/3 do custo da usina de compostagem no cenário IV.

Figura 4.31 - Percentual que pode ser abatido da usina de triagem com a venda de materiais recicláveis.



Fonte: IPGC (2023).

Por fim, reforça-se que foi-se feita uma simulação de arrecadação com a venda de materiais recicláveis e com-posto orgânico a granel, podendo, os valores de venda, al-terarem com os anos. Portanto, o intuito foi fazer uma mera ilustração de que é possível abater o custo de implantação e operação das usina de triagem e usina de compostagem com a venda de seus produtos.

5 MECANISMOS DE COBRANÇA

O princípio central da cobrança pela gestão dos resí-duos sólidos urbanos é o do poluidor-pagador, que prevê que os responsáveis pela geração de resíduos devem pagar pela mitigação de seus impactos socioambientais (E&Y; SELURB, 2020). A cobrança pela prestação do serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos é embasada pela legis-lação brasileira. Na Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988, lê-se no artigo 145:

Art. 145. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos:

[...]

II – taxas, em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços específicos e divisí-veis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição (Bra-sil, 1988).

Já a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, prevê em seu artigo 54, *caput*:

Art. 54. A disposição final ambientalmente adequada dos re-jeitos deverá ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto

para os municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-fi-nanceira, nos termos do art. 29 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 [...] (Brasil, 2010).

Os artigos 29 e 35 da lei 11.445/2007, alterado pela Lei 14.026 de 2020, por sua vez ditam que:

Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:

[...]

II – de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, conforme o re-gime de prestação do serviço ou das suas atividades [...].

Art. 35. As taxas ou as tarifas decorrentes da prestação de serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos consi-derarão a destinação adequada dos resíduos coletados e o nível de renda da população da área atendida, de forma isolada ou combinada, e poderão, ainda, considerar:

I – (revogado);

II – as características dos lotes e as áreas que podem ser neles edificadas;

III – o peso ou o volume médio coletado por habitante ou por domicílio;

IV – o consumo de água; e

V – a frequência de coleta (Brasil, 2007).

Por fim, há que se falar também da Súmula Vinculante nº 29 do Supremo Tribunal Federal que diz que “é consti-tucional a adoção, no cálculo do valor de taxa, de um ou mais elementos da base de cálculo própria de determinado imposto, desde que não haja integral identidade entre uma base e outra” (STF, 2010). Nesse sentido, pode ser usado o m² também para calcular a taxa de lixo mesmo que ele seja usado para o cálculo do Imposto Predial Territorial Ur-bano – IPTU, uma vez que, no caso da taxa, é entendido que seja razoável supor que um imóvel maior produza mais resíduos.

De acordo com Laureano (2023), tal súmula vinculan-te “não autorizou ao gestor utilizar elementos de outros impostos para a constituição da base de cálculo da taxa, mas apenas na determinação sobre qual alíquota aplicar” (Laureano, 2023, p. 35).

Como mostra E&Y e SELURB (2020), a cobrança pelo serviço de gestão de resíduos sólidos é mais do que ne-cessária, visto que de 80 a 85 % do orçamento de um mu-nicípio fica comprometido com despesas previstas em lei, como a Constituição Federal que determina que 25 % da

receita resultante de impostos deve ser aplicada na educação, a Lei Complementar nº 141/2012 que impõe que os municípios devem investir anualmente pelo menos 15 % da arrecadação dos impostos em saúde, e a Lei de Responsabilidade Fiscal, Lei Complementar nº 101/2000, que estabelece o limite de gastos com pessoal e encargos da Receita Corrente Líquida em 54 %.

Assim, há que se falar na diferença entre taxa e tarifa, sendo que a taxa é um tributo compulsório instituído por lei podendo ser cobrada mesmo que não exista efetiva utilização do serviço, bastando apenas a sua oferta ao público. Já a tarifa é uma cobrança facultativa em decorrência da utilização do serviço público, feita indiretamente pelo estado, por meio de empresas que prestam o serviço em seu nome (Dutra et al., 2018). Deste modo, a taxa se verifica como a melhor forma de cobrança dado seu caráter compulsório, além de que, para instituir a tarifa, deve-se mensurar a massa de resíduos produzida, o que não é simples (Franco; Castilhos Júnior; Souza, 2013).

Deste modo, a cobrança pela coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos urbanos deve ser feita pelo ente público por meio de taxas ou tarifas de forma a garantir a sustentabilidade da prestação de tal serviço, pois, conforme o IBGE e o Banco Mundial, a gestão de resíduos sólidos pode comprometer até 20 % do orçamento municipal, podendo corresponder ao principal gasto dos municípios com até 50 mil habitantes (Dutra et al., 2018; Laureano, 2023). A Figura 5.1 mostra no mapa do Brasil o percentual de municípios que possuem alguma forma de cobrança pela gestão dos resíduos sólidos por estado. Nota-se que as regiões Norte e Nordeste, no geral, são as que menos cobram pelo serviço, enquanto que Centro-Oeste, Sudeste e Sul são as que mais possuem cidades com tal tipo de cobrança.

Os instrumentos econômicos têm como funções financiar os serviços de gestão, orientar o comportamento dos agentes para cumprimento das metas municipais, estaduais e federais e internalizar os impactos gerados pelo volume de resíduos produzidos (Dutra et al., 2018).

A forma mais justa de se cobrar pela gestão dos resíduos sólidos é através da aferição da quantidade de resíduos produzida por cada residência, técnica de difícil adoção conhecida como PAYT – *pay as you throw*. Exemplos mundiais sobre essa forma de cobrança encontram-se em Kyoto, no Japão, onde os residentes pagam pelo número de sacolas usadas. Já em Barcelona, na Espanha, contêineres eletrônicos calculam o valor a ser cobrado conforme o vo-

lume de lixo inserido. Esse modelo permite a conscientização das pessoas para a redução na produção de resíduos (Dutra et al., 2018; Laureano, 2023).

Figura 5.1 - Percentual de municípios que cobram pelo serviço de manejo de RSU por estado.



Contudo, como não é fácil de ser implementado, vários fatores podem ser utilizados a fim de se criar uma relação entre as características do imóvel e a produção de resíduos, como os citados por Dutra et al. (2018): unidades de área, faixas de área, zona de localização do imóvel, frequência do serviço prestado, uso do imóvel, área construída, testada do imóvel, padrão da construção, consumo de água, consumo de energia, valores fixos, coeficiente de produção de lixo, unidade fiscal do município e outros.

Franco, Castilhos Júnior e Souza (2013) argumentam que a geração de resíduos domésticos é influenciada por aspectos culturais, climáticos e socioeconômicos, além da renda familiar, o tamanho da família, o status social, a educação, a ocupação da residência e a época do ano. Assim, esses autores mostram que:

- Em relação a renda da população, quanto maior o poder aquisitivo, maior a geração de resíduos, havendo maior incidência de resíduos recicláveis e menor presença de matéria orgânica;
- Já sobre as condições climáticas, no verão, há aumento na quantidade de resíduos como embalagens de bebidas;

- Sobre as características culturais e hábitos, relaciona-se o desperdício de alimentos, a forma de descarte dos resíduos e a maior geração de determinadas frações de rejeitos.

Vale destacar, conforme Laureano (2023), que a partir de julho de 2021, poderá configurar em ato de improbidade administrativa a omissão do gestor municipal em adotar medidas para implementação da cobrança pelo serviço de gestão dos resíduos sólidos (artigo 10, inciso X da Lei nº 8.429, de 2 de junho de 1992, alterada pela Lei nº 14.230, de 25 de outubro de 2021).

Esse mesmo autor ainda assevera que o novo marco do saneamento básico, a Lei 14.026/2020, “perdeu a oportunidade de estabelecer como critério obrigatório a consideração do peso ou o volume médio coletado por habitante ou por domicílio” divergindo de preceitos doutrinários (Laureano, 2023, p. 45).

Assim, para uma efetiva cobrança pelo serviço de gestão de resíduos sólidos, é importante a aplicação do princípio de equidade vertical, que preconiza que cidadãos de maior poder aquisitivo paguem mais, enquanto que cidadãos de renda mais baixa paguem menos, a fim de não prejudicar o desenvolvimento de nenhuma parcela da população e garantir a sustentabilidade financeira da prestação do serviço (E&Y; SELURB, 2020).

5.1. Modelos básicos

Conforme E&Y e SELURB (2020), existem três modelos básicos de cobrança pela gestão dos resíduos sólidos que são listados a seguir:

- **Cobrança fixa:** nesse modelo, os usuários pagam um valor pelos resíduos que são proporcionais a alguma medida adotada como a área do imóvel ou a sua testada, consumo de água ou de energia elétrica (*proxy*);
- **Cobrança por utilização:** são os modelos conhecidos como PAYT – *pay as you throw*, que se baseiam na quantidade de resíduos produzida pelo cidadão. Tais sistemas incentivam a separação dos RSU na fonte e a diminuição da sua produção. No Quadro 5.1 a seguir, são trazidos exemplos do sistema PAYT.

Quadro 5.1 - Sistemas de cobrança tipo PAYT.

Sistema de cobrança	Descrição	Vantagens	Desvantagens	Regiões que adotam o modelo
Saco de lixo oficial	Compra de sacolas plásticas especiais, com o selo oficial da cidade ou outro gráfico distintivo. O preço inclui o custo dos serviços de resíduos.	- Incentivam maior redução de resíduos, pois o tamanho da sacola é configurado de modo que os residentes que geram menos resíduos paguem menos; - Como os moradores pagam pela coleta de lixo através da compra das sacolas, não há faturamento, o que significa que esse tipo de sistema é relativamente barato de implementar e manter.	- Maior incerteza de receita do que com os sistemas de latas ou contêineres. Um indivíduo pode, por exemplo, comprar várias sacolas de uma só vez e, depois, nenhuma por várias semanas; - Os veículos de coleta semiautomática existentes podem não ser capazes de se adaptar a coleta de sacolas; - As bolsas podem rasgar ou ser rasgadas pelos animais, resultando em lixo espalhado.	Em Kyoto (Japão), o peso do lixo doméstico gerado caiu 16,5 % nove meses depois da implantação.
Etiqueta ou adesivos oficiais	Compra de etiquetas especiais. O preço inclui o custo dos serviços de resíduos. Etiquetas podem designar volumes específicos de resíduos e serem usados para itens volumosos.	- Cria incentivo para reduzir o desperdício, estabelecendo uma ligação direta entre comportamento e custo; - Relativamente barato de implementar; - Nenhum sistema de faturamento para administrar.	- Não funciona bem com sistemas baseados em coleta automatizada devido à dificuldade de identificar etiquetas; - Maior potencial de fraude, pois etiquetas são mais suscetíveis a roubo, falsificação e não conformidade.	Os subúrbios de Chicago (EUA) são geralmente organizados com serviços integridados. A maioria deles utiliza as etiquetas junto com uma taxa fixa de cobrança.
Contêineres	Os geradores pagam um preço fixo com base no tamanho ou no número de contêineres que eles selecionam para o serviço de resíduos.	- As receitas são razoavelmente estáveis e fáceis de prever; - Os contêineres geralmente funcionam bem com equipamentos de coleta semiautomatizados; - Se os moradores já possuem contêineres de lixo de volume aproximadamente uniforme, não serão necessários novos equipamentos; - Contêineres impedem os animais de espalhar o lixo.	- Implica custos iniciais para fornecimento e entrega de carrinhos variáveis, bem como custos contínuos de manutenção; - Mais complexo devido aos requisitos do sistema de faturamento; - Flexibilidade limitada na troca entre tamanhos de lixeira.	Em Barcelona (Espanha), a taxa é cobrada a partir do lixo inserido em contêineres eletrônicos pela cidade.
Sistema por peso	O município pesa na calçada os resíduos estabelecidos para coleta por quilo.	- Maior incentivo à redução de resíduos, uma vez que cada quilo de resíduos que os residentes evitam, reciclam ou compostam resulta em economia direta; - Fácil entendimento dos residentes nesse tipo de sistema; - Medição mais precisa da geração de resíduos do que os sistemas baseados em volume.	- Tendem a ser mais caros de implementar e operar, pois são necessários equipamentos especiais e mão de obra para lidar com o sistema operacional e financeiro mais complexos; - Alguns dos equipamentos usados para pesar os resíduos, gravar os dados e faturar para o cliente ainda são experimentais.	Em Dublin (Irlanda), o lixo doméstico é pesado na calçada e os moradores são cobrados por qualquer coisa que não esteja sendo reciclada.

Fonte: E&Y; SELURB (2020).

• **Cobrança combinada:** combinação entre a cobrança fixa e a cobrança por utilização, empregada, geralmente, no caso de ter que se cobrar de residências e de estabelecimentos comerciais. As residências podem pagar um valor fixo, enquanto que os estabelecimentos comerciais pagam pelo que de fato produzem, devendo-se assegurar a equidade vertical no rateio para evitar que uma parte subsidie a outra.

O Quadro 5.2 traz uma síntese dos modelos básicos de cobrança descritos acima.

Quadro 5.2 - Quadro síntese - Modelos básico de cobrança.

Modelo	Descrição	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Fixa	Apurados a demanda e o custo global dos serviços, os gastos são rateados mediante estimativa de geração de resíduos (proxy), dos diferentes tipos de imóvel/estabelecimento usuário, baseada em parâmetros comuns de correlação (m², consumo de energia/água, etc.).	Equidade vertical: O valor cobrado pela metragem do imóvel ou em função do consumo de energia/água reflete em parte a renda do proprietário. Propriedades maiores ou que consomem mais energia/água pagam mais que propriedades menores ou que consomem menos energia/água, possibilitando que famílias de baixa renda paguem menos. Viabilidade técnica e administrativa: Pelo fato de os cálculos serem baseados em estimativas (proxys), sua implementação e gestão são mais fáceis e menos onerosas.	Poluidor-pagador: Por não se basear no volume efetivamente gerado, esse princípio central é atendido com menor precisão. Utilização pouco eficiente dos recursos naturais, com baixo incentivo à reciclagem: Por via de consequência, a redução da geração de resíduos pela população é menos incentivada. Oferta eficiente de serviços: Por basear-se em estimativa, a otimização possível da relação custo/benefício é proporcional ao grau de precisão da proxy. Quebra da equidade horizontal: O critério da metragem/consumo se sobrepõe à finalidade do imóvel, fazendo com que moradores e comerciantes, embora demandantes de níveis diferentes de serviço, paguem o mesmo valor proporcional.
Por utilização	Apurados a demanda e o custo global dos serviços, o preço da unidade de lixo coletada (peso/volume) é determinado, cabendo ao imóvel/estabelecimento usuário estabelecer quanto vai demandar do serviço.	Poluidor-pagador: Esse princípio central é atendido com maior precisão, consoante o nível de engajamento do usuário. Equidade horizontal e proporcionalidade: Pode ser projetado para ser horizontalmente equitativo e proporcional (ex.: peso/volume, faixa de utilização/geração, tipo de resíduo). Oferta e utilização eficiente de serviços: A otimização da relação custo/benefício é proporcional ao grau de utilização do serviço, incentivando a redução e reciclagem.	Recuperação dos custos: Passível de instabilidade financeira caso os custos da prestação não sejam integralmente recuperados dos consumidores ou se estes mudarem o grau de demanda pelos serviços. Equidade vertical: A proporcionalidade e equidade horizontal se sobrepõem a compensações em razão de renda.

Combinada	Apurados a demanda e o custo global dos serviços, é adotada quando a geração de resíduos de determinados tipos de imóvel/estabelecimento escapa à proxy da cobrança fixa, exigindo que a respectiva demanda seja cobrada por utilização.	Poluidor-pagador: O princípio é atendido em razão da cobrança por utilização constituir a parte maior do modelo. Oferta e utilização eficiente de serviços: Relação direta entre geração de resíduos e custo para o usuário. Incentivos para a redução e reciclagem de resíduos. Proporcionalidade e equidade horizontal e vertical: Combina renda do usuário com o pagamento proporcional pela geração e demanda dos serviços.	Viabilidade técnica e administrativa: maior complexidade na composição e gestão da cobrança, aumentando seus custos administrativos. Desafios à fiscalização em função da simultaneidade de modelos. Recuperação dos custos: Passível de maior instabilidade orçamentário-financeira caso os custos da prestação não sejam integralmente recuperados dos consumidores ou se estes mudarem o grau de demanda pelo serviço.
-----------	--	---	---

Fonte: E&Y; SELURB (2020).

Como o PAYT é a forma mais indicada para cobrar pelo serviço de gestão de resíduos sólidos, vale destacar mais de suas vantagens, como (E&Y; SELURB, 2020):

- Redução expressiva na geração de lixo: nos EUA, verificou-se que as comunidades que são cobradas através do PAYT dispõem 49 % menos rejeitos para coleta;
- Aumenta significativamente a reciclagem: pesquisas mostram que há um aumento de 20 % a 40 % na tonelada de material reciclado;
- Justo e equitativo: a população é responsável pelo seu próprio comportamento assumindo o controle dos custos;
- Economicidade: com a diminuição da geração de resíduos, os custos com o serviço também são diminuídos e a vida útil dos aterros sanitários é estendida, permitindo um fluxo de caixa sustentável quando as tarifas/taxas são bem estimadas;

- Customizável: o PAYT é normalmente implementado conforme as demandas ambientais da comunidade, sendo definido em comum com o operador dos serviços os métodos e a frequência da coleta, as formas de tratamento e de destinação final.

Um exemplo de sucesso da aplicação da PAYT é Taiwan, que instituiu essa forma de cobrança em 2000 e, de 1995 a 2011, houve uma redução de 71 % na produção de rejeitos, não só pela redução na produção de resíduos em si como no aumento singular da taxa de reciclagem de mais de 50 % (E&Y; SELURB, 2020).

Um modelo que também vale a pena destacar é o da moeda virtual “ecolones” da Costa Rica. Nesse modelo, ao entregar seus recicláveis em pontos de coleta determina-

dos, os cidadãos ganham uma moeda virtual que pode ser trocada por alimentos e bebidas, serviços de veículos, tratamento dentário e acomodações de hotel (E&Y; SELURB, 2020).

5.2 Cobrança pela conta de água

Estudos mostram que há a relação entre o consumo de água e a produção de resíduos sólidos, contudo, o ideal é que cada municipalidade desenvolva uma pesquisa a fim de determinar a correta relação entre a quantidade de água consumida e a massa de resíduos produzida (Franco; Castilhos Junior; Souza, 2013).

Franco, Castilhos Junior e Souza (2013) desenvolveram uma expressão matemática para correlacionar o consumo de água com a produção de resíduos para o município de Florianópolis – SC obtendo um R² de 0,86 para um nível de confiança de 95 %, ou seja, é possível replicar tal estudo em outras localidades.

Outro ponto importante, conforme Bortoly (2009), é o caso de o usuário do serviço de gestão de resíduos sólidos não consumir a água proveniente do abastecimento por ter uma fonte alternativa, como poço artesiano. Assim, o autor sugere que seja cobrada a tarifa de recolha dos resíduos sólidos a partir de um valor estimado de produção de rejeitos, fixado por deliberação dos órgãos municipais competentes.

5.3 Cobrança pela conta de energia elétrica

Na literatura, também é verificado que há uma relação entre a quantidade de energia elétrica consumida por um imóvel e a massa de resíduos produzida, sendo, novamente, necessário que cada município verifique essa relação a fim de ter uma expressão correta (Franco; Castilhos Junior; Souza, 2013).

Novamente, Franco, Castilhos Junior e Souza (2013) também desenvolveram uma expressão matemática que correlaciona a geração de resíduos com o consumo de energia elétrica, obtendo um R² de 0,92 para um nível de confiança de 95 % em Florianópolis – SC. Assim, também demonstrase ser possível realizar tal estudo em outros municípios.

5.4 Cobrança em boleto específico

Nesse tipo de cobrança, um boleto único é gerado para o rateio do serviço de gestão de resíduos sólidos. Essa forma de cobrança é menos comum, pois gera gastos públicos com impressão de novos carnês, com custos com correio e tarifas bancárias, além de que há a “possibilidade

de não aceitação da população por ser mais uma cobrança dentre tantas outras” (Dutra et al., 2018, p. 10).

5.5 Cobrança pelo IPTU

A cobrança pela gestão dos resíduos sólidos através o IPTU, segundo Dutra et al. (2018), sem estar vinculado ao volume de resíduos produzidos não incentiva a mudança de comportamento quanto à redução na fonte, além de dificultar os municípios a implementar metas e técnicas de tratamento financeiramente viáveis e impede a adoção do princípio do poluidor-pagador. Outra dificuldade enfrentada pela cobrança através do IPTU é a grande inadimplência de seu pagamento. Além disso, como não há boletos distintos para a cobrança do IPTU e da taxa pelo serviço de gestão de resíduos, há dificuldade na segregação das receitas (Laureano, 2023).

De todo modo, a métrica geralmente usada é a área do imóvel ou ainda a testada do imóvel, podendo considerar, inclusive, suas características específicas, como a região localizada e o uso dado ao mesmo e a frequência de coleta (E&Y; SELURB, 2020). Porém, ainda assim, a cobrança pelo IPTU pode ser injusta, uma vez que, casas com a mesma metragem podem produzir quantidades diferentes de resíduos a depender do poder aquisitivo da família e do número de moradores (Bortoly, 2009).

Vale destacar também que é vedada a cobrança pelo IPTU a partir de uma porcentagem incidente sobre o valor do mesmo, pois esse método é inconstitucional, já que o cidadão será onerado duas vezes pelo mesmo tributo, ou seja, as bases de cálculo das duas contribuições são integralmente iguais violando o disposto no artigo 145, § 2º da Constituição Federal conforme interpretação estabelecida pela Súmula Vinculante 29 do STF (Laureano, 2023).

6 CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS PARA TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

6.1 Metodologia para elaboração e confecção dos consórcios

Para a elaboração dos consórcios intermunicipais para tratamento e disposição de resíduos sólidos urbanos, vários fatores foram considerados:

- Massa mínima de resíduos produzida diariamente pelo consórcio;
- Massa máxima que o consórcio pode ter para não cau-

sar prejuízo financeiro a nenhum município constituinte;

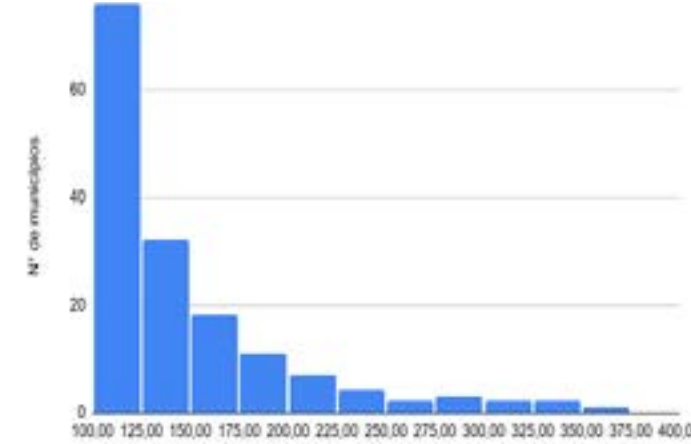
- Distância em linha reta entre os centros dos municípios;
- Hierarquia dos municípios;
- Municípios que já possuem aterro sanitário ou destinam seus resíduos para aterro sanitário.

A massa mínima de resíduos sólidos urbanos que os consórcios precisariam ter neste estudo para serem economicamente vantajosos foi estabelecida como sendo 66,75 toneladas diárias. Esse valor foi determinado conforme Figura 4.29, sendo também o valor do cenário I considerando o aterro sanitário, a usina de compostagem e a usina de triagem.

A massa máxima que o consórcio poderia ter é aquela que não causaria prejuízo financeiro para nenhum de seus municípios constituintes. A partir da equação de regressão cúbica trazida no Quadro 4.8, que é a que tem o melhor R², determinou-se a massa máxima que cada município, dentro do consórcio, pode suportar para não extrapolar o custo unitário da tonelada de resíduo tratada de modo que trouxesse prejuízo ao município.

A distância em linha reta determinada de centro a centro dos municípios adotada foi de 100 km conforme Vital, Ingouville e Pinto (2014), que esclarecem que essa é uma distância limítrofe razoável a se considerar para a atividade de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos urbanos sem a necessidade de estação de transbordo.

Já sobre a hierarquia dos municípios, tem-se em ordem de relevância: metrópole, capital regional, centro sub-regional, centro de zona e centro local. O que buscou-se foi priorizar a hierarquia, de modo que o município com maior hierarquia fosse a sede do consórcio.



Por fim, aqueles municípios que já possuem aterro sa-

nitário ou já destinam seus resíduos para aterro sanitário, conforme levantamento feito pelo IPGC em 2023, foram excluídos dos consórcios, uma vez que já destinam de forma ambientalmente correta seus resíduos sólidos urbanos.

6.2 Resultados

Cada estado foi analisado minuciosamente, e considerações foram feitas em cada consórcio que foi necessário, já que, apesar de todos fatores ora listados anteriormente terem sido considerados, o que buscou-se foi atendê-los ao máximo, uma vez que, dada as peculiaridades dos estados, isso nem sempre foi possível.

Assim, alguns consórcios tiveram produção diária de resíduos sólidos menor do que 66,75 toneladas. Isso se deveu ao fato de que ou os municípios eram pouco populosos, levando a uma baixa produção diária de resíduos, ou os municípios estavam ilhados, estando envoltos por outros municípios que já dispunham seus resíduos em aterros sanitário, não necessitando de consórcio portanto. Neste último caso, os consórcios foram constituídos de poucos municípios, até pela distância que os mesmos se encontravam de outros que necessitariam de consórcio.

Outra observação que também pode ser feita é que nem todos os municípios tiveram seus centros a menos de 100 km, em linha reta, dos centros dos municípios sede. Dos 3.493 municípios que foram analisados para formar consórcios, 3,49 % podem precisar de estações de transbordo por estar a uma distância maior da adotada neste estudo, considerando, ainda, um limite superior de 10 %, ou seja, 110 km.

Figura 6.1 - Histograma com a distribuição dos municípios conforme distância de seu centro ao centro do município sede do consórcio.

Fonte: IPGC (2024).

No histograma é possível ver que a maior parte dos municípios que excedem os 100 km estão a menos de 125 km do centro do município sede, sendo que Boca do Acre no Amazonas é o município mais distante da sede do consórcio, ficando a 359,4 km.

Já sobre a hierarquia dos municípios, por mais que buscou-se colocar como sede do consórcio o município de maior hierarquia, nem sempre isso foi possível, já que tal feito faria com que a distância a ser percorrida pelos demais municípios fosse muito longa, excedendo o preconizado no presente trabalho. Portanto, alguns consórcios tem como sede municípios de hierarquia inferior.

Também foi-se feito um levantamento sobre uma estimativa de geração de emprego a partir do investimento necessário para a construção do complexo de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos por meio da Calculadora de Empregos ONTL – Observatório Nacional de Transporte e Logística. Com um investimento total de R\$ 31.283.752.581,22 (trinta e um bilhões, duzentos e oitenta e três milhões, setecentos e cinquenta e dois mil, quinhentos e oitenta e um reais e vinte e dois centavos) podem ser criados 150.621 empregos diretos, 72.009 empregos indiretos e 232.171 empregos via efeito de renda, totalizando mais de 450 mil empregos gerados.

Já sobre o custo operacional para todos os consórcios pensados neste trabalho, o OPEX mensal estimado é de R\$ 438.812.090,16 (quatrocentos e trinta e oito milhões, oitocentos e doze mil e noventa reais e dezesseis centavos), estimando-se, portanto, um OPEX anual de cerca de 5,2 bilhões e um custo operacional total para 35 anos estimado em 184,3 bilhões.

Os consórcios têm um potencial de atender 40,76 % da população brasileira, destacando-se o Tocantins, no qual, pode atender cerca de 1.037.466 habitantes, ou 68,64 % de sua população. Ademais, do ponto de vista ambiental, a Tabela 6.1 mostra quantos materiais recicláveis podem ser manipulados no complexo anualmente e ao final dos 35 anos, destacando que mais de 110,9 milhões de toneladas de plásticos podem ser poupadas do meio ambiente ao cabo de 35 anos com a construção do CTDF-RSU.

Tabela 6.1 - Resíduos que podem ser poupados do meio ambiente anualmente e ao cabo de 35 anos.

Material	Massa em t/ano	Massa em t/35 anos
Plástico	3.167.729,47	110.870.531,30
Metal	433.677,25	15.178.703,69
Vidro	509.099,38	17.818.478,24
Papel e Papelão	1.960.975,38	68.634.138,42
Matéria Organica	8.541.556,24	298.954.468,32

Fonte: IPGC (2024).

Portanto, a construção de complexos de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos traz benefícios do ponto de vista ambiental, social e econômico. Poupan-do o meio ambiente de poluição, gerando emprego e renda e buscando a sustentabilidade das atividades humanas, busca promover um futuro mais próspero e saudável para as futuras gerações.

Por fim, destaca-se que as equações foram revisadas

por toda a equipe técnica do IPGC e testada em projetos já estruturados pelo IPGC. Ademais, também procedeu-se com a análise do p-valor das regressões pelo software RStudio, versão 4.3.2, para um nível de confiança de 95%, atestando a significância estatística da análise de regressão, alinhando os resultados com aqueles já encontrados na literatura técnico-científica.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.649:1986. Projeto de redes coletoras de esgoto sanitär

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8.419:1992. Apresentação de projetos de aterro de resíduos sólidos urbanos.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.591:1996. Compostagem.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.230:2008. Embalagens e acondicionamentos de plásticos recicláveis – Identificação e simbologia.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2020. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 13 jul. 2023.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2022. 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/>. Acesso em: 12 jul. 2023.

ARANTES, Marcus Vinícius Carvalho; PEREIRA, Raquel da Silva. Análise crítica dos 10 anos de criação e implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil. Revista Linceu On-Line, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 48-66, 2021. Disponível em: https://liceu.emnuvens.com.br/LICEU_ON-LINE/article/download/1862/1148. Acesso em: 11 set. 2023.

AVILA, Fernando Carvenali. Valoração do lixo: ganhos sociais com a reciclagem de resíduos sólidos. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/iberoamericana/management/settings/N%C3%83%C6%92O%20https://www.scimagojr.com/index.php/graduacao/article/view/6064/4365>. Acesso em: 14 set. 2023.

BARBOSA, Rildo Pereira; IBRAHIN, Francini Imene Dias. Resíduos sólidos: impactos, manejo e gestão ambiental. São Paulo: Erica, 1a ed, 2014.

BARRAK, Érika. Análise técnica e econômica da recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos através da incineração e do gás de aterro sanitário. Dissertação (Mestre em Ciências em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1496/dissertacao_2018097.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 set. 2023.

BORTOLY, Pablo Luiz. Análise da produção de resíduos sólidos domiciliares e consumo de água e energia elétrica em três famílias de diferentes poderes aquisitivos, e proposta de cobrança pela coleta de resíduos domiciliares. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação (Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. Disponível em: <https://selur.org.br/publicacoes/estudo-comparado/>. Acesso em: 09 nov. 2023.

BRANDT, Cristina Thedim. A criação de municípios após a Constituição de 1988: O impacto sobre a repartição do FPM e a Emenda Constitucional nº 15, de 1996. Revista de Informação Legislativa, Brasília, a. 47, n. 187, 2010. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/rl/edicoes/47/187/rl_v47_n187_p59.pdf. Acesso em: 22 set. 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2023]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Regulamenta a lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 17 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D6017.htm. Acesso em: 28 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm#:~:text=lo%20Esta%20Lei%20institui,poder%20p%C3%BAblico%20e%20aos%20instrumentos. Acesso em: 12 jul. 2023.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar os prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 15 jul. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em: 12 jul. 2023.

BRASIL. Lei nº 14.260, de 8 de dezembro de 2021. Estabelece incentivos à indústria da reciclagem; e cria o Fundo de Apoio para Ações Voltadas à Reciclagem (Favorecicle) e Fundos de Investimentos para Projetos de Reciclagem (ProRecicle). Diário Oficial da União: Brasília, DF, 8 de dezembro de 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14260.htm. Acesso em: 15 set. 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades, Ministério do Meio Ambiente. Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto de galpões de triagem. 2008. Disponível em: <https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/manualcoletaseletiva.pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente.Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. Brasília: - Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, 2010. 69 p. Disponível em: http://www.residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/312_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 03 de out. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. 2022. Disponível em: <https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>. Acesso em: 03 out. 2023.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Disponível em: https://www.unigranrio.com.br/_docs/comissao-residuos/resolucao_275_de_01_.pdf. Acesso em: 23 jan. 2023.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 404, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 11 nov. 2008. http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_resolucoes/leg_fed_res_conama/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CONAMA-404-08-Aterros-Sanit%C3%A1rios.pdf. Acesso em: 12 jul. 2023.

BRASIL. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo. Instrução Normativa nº 15, de 23 de dezembro de 2004. Aprova as definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 24 dez. 2004. Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/63969-aprova-as-definiues-e-normas-sobre-as-especificaues-e-as-garantias-as-tolerancias-o-registro-a-embalagem-e-a-rotulagem-dos-fertilizantes-organicos-simples-mistos-compostos-organominerais-e-bio.html>. Acesso em: 18 set. 2023.

BREMAEKER, François E. J. de. Os novos municípios: surgimento, problemas e soluções. Revista de Administração Municipal, v. 40, n. 206, p. 88-99, 1993. Disponível em: http://www.oim.tmunicipal.org.br/abre_documento.cfm?arquivo=_repositorio/_oim/_documentos/C2E2202D-B55A-5493-9695F-0DF427A6F0618032015103318.pdf&i=2722. Acesso em: 26 set. 2023.

BRITO, Alessandro Souza. Consórcio intermunicipais e produção de políticas públicas: o Consórcio Intermunicipal de Produção e Abastecimento de São Luís - MA (CINPRA - MA) e proposta para análise de implementação de consórcios públicos. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://tede.ufrjr.br/jspui/bitstream/jspui/2076/2/2017%20-%20Alessandro%20Sousa%20Brito.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

CAPISTRANO DE FILHO, Gilberto Werneck de. O Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Sólidos como um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Auroca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/24419/gilberto_capistrano_filho_ensp_mest_2013.pdf?sequence=1&i-sAllowed=y. Acesso em: 12 set. 2023.

CASARIL, Camila Elis; BICA, Jonas B.; MAZZARINO, Jane; KONRAD, Odorico. Caracterização dos resíduos sólidos domésticos: relatos exploratórios de um estudo comparativo. Revista Destaques Acadêmicos, Ano 1, n. 4, p. 67-75, 2009. Disponível em: <http://www.uvates.br/revistas/index.php/destaques/article/download/44/42>. Acesso em: 02 out. 2023.

COLTRO, Leda; GASPARINO, Bruno F.; QUEIROZ, Guilherme de C. Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 18, n. 2, p. 119-125, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/239272266_Reciclagem_de_materiais_plasticos_a_importancia_da_identificacao_correta/fulltext/563c4cd908ae40511a79f29/

Reciclagem-de-materiais-plasticos-a-importancia-da-identificacao-correta.pdf. Acesso em: 13 set. 2023.

CONDURÚ, Marise Teles; PEREIRA, José Almir Rodrigues; NYLANDER, João Diego Alvarez; NATIVIDADE, Rafaela Carvalho da. Cap. 11 - Sistema de Informação de Saneamento Básico no Brasil: do SNIS ao SINISA. In: SANTANA, Daniel (Organizador). Evolução do conhecimento científico na engenharia. Ponta Grossa: Atena, 2020. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/sistema-de-informacao-de-saneamento-basico-no-brasil-do-snis-ao-sinisa>. Acesso em: 12 set. 2023.

CONGRESSO NACIONAL. Termo: Despesa Corrente. [20--?]. Disponível em: https://www.congressonacional.leg.br/legislacao-e-publicacoes/glossario-orcamentario/-/orcamentario/termo/despesa_corrente#:~:text=Gastos%20de%20manuten%C3%A7%C3%A3o%20e%20funcionamento,de%20um%20bem%20de%20capital.. Acesso em: 26 set. 2023.

CTRRV - CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS VOLA VELHA Ltda. Central de tratamento de resíduos de Cachoeiro de Itapemirim. 2007. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQA/EIA/2007/Central%20res-%C3%ADduos%20Cachoeiro/EA-09-07-0-0%20Volume%20II.pdf>. Acesso em: 21 set. 2023.

DINIZ, Marcelo B.; ARRAES, Ronaldo A. Avaliação econômica da geração e dos métodos de tratamento dos resíduos sólidos domésticos. Revista Econômica do Nordeste. Fortaleza, v. 29, n. especial, p. 1065-1086, 1998. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/2266/1/1998_art_mbdiniz.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

DUTRA, Renato Meira de Souza; COIMBRA, Thatiana Carvalho; NASCIMENTO, Rafaela Mendes; CATTO, Jucelma Avanzi; SIMAN, Renato Ribeiro. Avaliação de metodologias de cobrança para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos para municípios brasileiros. In: XIV Simpósio Italo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2018, Foz do Iguaçu. Disponível em: <https://lagesa.ufes.br/sites/lagesa.ufes.br/files/field/anexo/III-097.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2023.

EPI - ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDEX. Recycling. Universidade de Yale, Results, 25 fev. 2023. Disponível em: <https://epi.yale.edu/epi-results/2022/component/rec>. Acesso em: 14 set. 2023.

ERNEST & YOUNG BRASIL - EY Brasil; SINDICATO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA URBANA DO ESTADO DE SÃO PAULO - SELURB. A sustentabilidade financeira dos serviços de manejo de resíduos sólidos: Modelos de cobrança ao redor do mundo. São Paulo: EYGM Limited, 2020. 84 p. Disponível em: <https://selur.org.br/publicacoes/estudo-comparado/>. Acesso em: 06 nov. 2023.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Orientações técnicas para a operação de usina de triagem e compostagem do lixo. Belo Horizonte: FEAM, 2005. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Usina2.pdf>. Acesso em: 14 set. 2023.

FERREIRA, George Porto. Sistema Nacional de Informações Sobre o Meio Ambiente - SINIMA. Do arcabouço legal à criação do Centro Nacional de Monitoramento Ambiental e Geoprocessamento. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública) - Escola Nacional de Administração Pública, 2016. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/2475/1/George.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

FRANCO, Davide; CASTILHOS JUNIOR, Armando Borges de; SOUZA, Karina da Silva de. Estudo da relação entre a geração de resíduos sólidos domiciliares e o consumo de água e energia elétrica: alternativas de tarifação da coleta de resíduos sólidos. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, Taubaté, v. 10, n. 4, p. 201-224, 2014. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/1538/416>. Acesso em: 06 nov. 2023.

GOMES, Gustavo Maia; MAC DOWELL, Maria Cristina. Descentralização política, federalismo fiscal e criação de municípios: o que é mau para o econômico nem sempre é bom para o social. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Brasília, 2020. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2339/1/TD_706.pdf. Acesso em: 26 set. 2023.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos (Cnorp). 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/cadastro-nacional-de-operadores-de-residuos-perigosos>. Acesso em: 12 set. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, [20--?]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/cultura-recreacao-e-esporte/9662-censo-demografico-2010.html>. Acesso em: 12 jul. 2023.

IBRAOP - INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRS PÚBLICAS. PROC-IBR-RSU 021/2019 - Análise dos veículos e equipamentos do serviço de operação de aterro sanitário. 2019. Disponível em: http://www.ibraop.org.br/wp-content/uploads/proc_rsu/PROC-IBR-RSU-021-2019.pdf. Acesso em: 03 out. 2023.

IBRAOP - INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS. Sobre o Ibraop. [20--?]. Disponível em: <https://www.ibraop.org.br/sobre/>. Acesso em: 03 out. 2023.

INSTITUTO PRAGMA. Anuário da reciclagem 2022. 2022. Disponível em: https://uploads-ssl.webflow.com/609063d326f8d4cb6e852de0/63ac4964a8bd71442db83ded_Anu%C3%A1rio%20da%20Reciclagem%202022.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

em: 14 set. 2023.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/>. Acesso em: 08 jul. 2024.

IPGC - INSTITUTO DE PLANJEMANETO E GESTÃO DE CIDADES. Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades. [20--?]. Disponível em: <https://ipgc.com.br/conheca-o-ipgc#/>. Acesso em: 22 set. 2023.

JOHANNESSEN, Lars Mikkel. Guidance Note on Recuperation of Landfill Gas from Municipal Solid Waste Landfills. Washington: Copyright, 1999. 34 p. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/892171468766767158/pdf/multi-page.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2023.

LAUREANO, Fernanda Greco. Como os municípios cobram pelo lixo? Um diagnóstico sobre a taxa para manejo de resíduos sólidos urbanos dos municípios do Rio de Janeiro. Revista Brasileira Planejamento e Desenvolvimento, Curitiba, v. 12, n. 01, p. 25-54, 2023. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbpd/article/view/14627>. Acesso em: 03 nov. 2023.

LIMA, Alexandre Augusto Batista de. Os consórcios públicos como instrumentos de execução dos objetivos da Política Nacional de Saneamento Básico e de concretização do princípio constitucional da eficiência. Tese (Doutorado em Direito) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/15077/1/61600174.pdf>. Acesso em: 29 set. 2023.

LINHARES, Paulo de Tarso Frazão Soares; MESSENBURG, Roberto Pires; FERREIRA, Ana Paula Lima. Transformações na federação brasileira: o consórcio intermunicipal no Brasil do início do século XXI. Boletim de Análise Político-Institucional, n. 12, 2017. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8102/1/BAPL_n12_Transforma%C3%A7%C3%B5es_federa%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 27 set. 2023.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito ambiental brasileiro. Editora Malheiros Editores, 2010.

MDR - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Manual da calculadora de emissões de GEE para resíduos - Ferramenta de cálculo de emissão de gases de efeito estufa (GEE) no manejo de RSU para o Brasil - Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). 2021.

MEDEIROS, Katiúscia Ferreira da Silva. Viabilidade econômica da reciclagem de resíduos sólidos. Monografia (Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A2CJAW/1/tcc_...kati_scia_ferreira_da_silva_medeiros.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

MELO, Viviane Silveira. Requisitos para implantação de uma usina de triagem e compostagem no município de Telêmaco Borba - PR. Monografia (Especialização em Gestão Pública) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/21463/2/CT_GPM_l_2011_78.PDF. Acesso em: 18 set. 2023.

MIDR - MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. SINISA - O que é. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/sinisa>. Acesso em: 12 set. 2023.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. Brasília: - Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, 2010. 69 p. Disponível em: http://www.residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/312_ext_arquivo.pdf. Acesso em: 18 set. 2023.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima). [20--?]. Disponível em: [https://antigo.mma.gov.br/dados-abertos/item/11232-sistema-nacional-de-inform%C3%A7%C3%B5es-sobre-meio-ambiente-sinima.html#:~:text=Sistema%20Nacional%20de%20Informa%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20Meio%20Ambiente%20\(Sinima\),-O%20Sistema%20Nacional&text=O%20SINIMA%2C%20oportanto%2C%20%C3%A9%20o,do%20Meio%20Ambiente%20\(Sinama\).](https://antigo.mma.gov.br/dados-abertos/item/11232-sistema-nacional-de-inform%C3%A7%C3%B5es-sobre-meio-ambiente-sinima.html#:~:text=Sistema%20Nacional%20de%20Informa%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20Meio%20Ambiente%20(Sinima),-O%20Sistema%20Nacional&text=O%20SINIMA%2C%20oportanto%2C%20%C3%A9%20o,do%20Meio%20Ambiente%20(Sinama).) Acesso em: 13 set. 2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs#:~:text=e%20no%20mundo,-Os%20Objetivos%20de%20Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel%20no%20Brasil,de%20paz%20e%20de%20prosperidade..> Acesso em: 05 jul. 2024.

PAIVA, Bárbara Gosziniak. Estudo de viabilidade de sistemas de triagem e compostagem dos resíduos sólidos urbanos do município de Ouro Preto - MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2018. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/354/00000/1254/1/MONOGRAFIA_EstudoViabilidadeSistemas.pdf. Acesso em: 13 set. 2023.

PINACO, Carina Luma Milan. Métodos de reciclagem de vidros laminados por remoção química do PVB. Monografia (Tecnólogo em Materiais) - Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/6346/1/materiais_2021_1_carinalumamilanpinaco_metodosdereciclagemdevidros%20%281%29.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Conheça a usina de triagem de lixo de Bre-

men na Alemanha. Portal Resíduos Sólidos, 22 fev. 2023. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/a-usina-de-triagem-de-bremen/>. Acesso em: 13 set. 2023.

PREFEITURA DE CASCAVEL. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Projeto de implantação do aterro sanitário municipal - Memorial descritivo. 2010.

PREFEITURA DE NIQUELÂNDIA. Estimativa de custos. [20--?]. Disponível em: <http://www.niquelandia.go.gov.br/licitacoes/licitacoes/documentos/estimativa%20de%20custos.pdf>. Acesso em: 11 out. 2022.

RIBEIRO, Maurício André; BRUSCHI, Denise Marília; PEIXOTO, Mônica Campolina Diniz; SANTOS, Rita de Cássia Soares; FRANCO, Roberto Messias. 1998 apud CAPISTRANO DE FILHO, Gilberto Werneck de. O Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Sólidos como um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Auroca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/24419/gilberto_capistrano_filho_ensp_mest_2013.pdf?sequence=1&i-sAllowed=y. Acesso em: 12 set. 2023.

SÁ, Vinícius Valdir de. Mecanismos de coordenação e wicked problems: estudo de um arranjo interorganizacional voltado ao combate ao crime organizado em Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://sistemabuu.uesc.br/pergamumweb/vinculos/000085/0000851a.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

SANTIAGO, Cristine Diniz; MAROTTI, Ana Cristina Bagatini; PUGLIESI, Erica; GONÇALVES, Juliano Costa. Política Nacional de Resíduos Sólidos: perspectivas após um decênio de sua promulgação. Desenvolvimento e Meio Ambiente, São Carlos, v. 62, p. 152-177, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/download/81833/50071>. Acesso em: 11 set. 2023.

SANTOS, Jorge Edmir da Silva dos; ELK, Ana Ghislane Henriques Pereira van. Política Nacional de Resíduos Sólidos: breve análise do legado de uma década. Revista Internacional de Ciências, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 229-242, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/54052/38962>. Acesso em: 11 set. 2023.

SCHALCH, Valdir; LEITE, Wellington Cyro de Almeida; FERNANDES JR., José Leomar; CASTRO, Marcus Cesar Avezum Alves de. Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

SENADO NOTÍCIAS. Criado critérios de classificação do espaço urbano e rural. Senado, 06 out. 2009. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2009/10/06/criados-criterios-de-classificacao-do-espaço-urbano-e-rural>. Acesso em: 22 set. 2023.

SILVA, Cesar A. Gerenciamento de resíduos. Instituto Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SILVA, Paulo Henrique da; REIS, Sérgio Alves dos. Usina de triagem e compostagem como alternativa viável a problemática dos resíduos sólidos do município de Santa Bárbara do Leste - MG. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Insituto Doctum de Educação e Tecnologia, 2012. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/1175/1/Usina%20de%20Triagem%20e%20Compostagem%20como%20alternativa%20vi%C3%A1vel%20a%20problematica%20dos%20Residuos%20Solidos%20do%20Mun.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Encargos Sociais - Memória de cálculo. 2019. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-encargos-sociais-memorias-de-calculo/MEMORIA_DE_CALCULO_ENC_SOCIAIS_A_PARTIR_DE_NO-VEMBRO_2019.pdf. Acesso em: 03 out. 2023.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Ministério do Meio Ambiente. Resíduos sólidos urbanos. [20--?]. Disponível em: <https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-solidos-urbanos/>. Acesso em: 12 jul. 2023.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Ministério do Meio Ambiente. [20--?]. Disponível em: <https://sinir.gov.br/>. Acesso em: 12 set. 2023.

STF - SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL. Aplicação das súmulas no STF - Súmula Vinculante 29. 17 fev. 2010. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/jurisprudencia/sumariosumulas.asp?base=26&sumula=1282>. Acesso em: 03 nov. 2023.

TOMIO, Fabrício Ricardo de Limas. A criação de municípios após a constituição de 1988. Revista Brasileira de Ciências Sociais, v. 17, n. 48, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/r/bcbsoc/a/N7LsY44n4sQLmsw6yJt3dS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 set. 2023.

VITAL, Marcos H. F.; INGOVILLE, Martin; PINTO, Marco Aurélio Cabral. Estimativa de investimentos em aterros sanitários para atendimento de metas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos entre 2015 e 2019. Saneamento Ambiental, BNDES 40, p. 43-92. Disponível em: https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3041/2/Estimativa%20de%20investimentos%20em%20aterros%20sanitarios_P.pdf. Acesso em: 27 jun. 2023.

WWF-BRASIL. Guia de compostagem. Brasília: WWF-Brasil, 2015. Disponível em: <https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/compostagem.pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.