



PROCEDIMENTO DE MANIFESTAÇÃO DE INTERESSE Nº 01/2018 PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETO DE PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA (PPP) E ESTUDOS COMPLEMENTARES DE SERVIÇOS INTEGRADOS DE LIMPEZA URBANA, GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO/RS

CADERNO I – PROJETO CONCEITUAL

MAIO/2019

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO INSTITUCIONAL	1
2. INTRODUÇÃO	2
3. CONCEITUAÇÃO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	5
3.1. Classificação dos resíduos sólidos	7
3.1.1. Segundo a NBR 10.004/2004.....	7
3.1.2. Segundo a origem	9
3.2. Caracterização dos resíduos.....	14
3.3. Composição dos resíduos sólidos urbanos.....	17
4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	20
4.1. População.....	21
4.2. Economia.....	22
4.3. Educação	26
4.4. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica	27
4.5. Índice de Desenvolvimento Humano	28
4.6. Índice de Desenvolvimento Socioeconômico	29
4.7. Infraestrutura e serviços.....	30
4.8. Hidrografia	30
4.9. Clima	32
4.10. Unidades de Conservação.....	34
4.11. Zoneamento e Uso e Ocupação do Solo	37
5. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE NOVO HAMBURGO.....	40
5.1. Serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.....	46
5.1.1. Coleta, transporte e destino final de resíduos domiciliares	46
5.1.2. Coleta seletiva	51
5.1.3. Resíduos de serviços de saúde	56
5.1.4. Varrição manual de vias e logradouros públicos.....	59
5.1.5. Capina e roçada manual e mecanizada	60
5.1.6. Limpeza de vias e logradouros públicos.....	61

5.1.7.	Gestão e manejo de árvores urbanas.....	61
5.1.8.	Pintura de meio-fio.....	62
5.1.9.	Serviços diversos.....	63
5.2.	Ecopontos.....	63
5.3.	Central de Triagem de Resíduos da Roselândia.....	68
5.4.	Cooperativas.....	75
5.5.	Consórcio Pró-Sinos.....	81
5.6.	Passivos ambientais.....	82
6.	AVALIAÇÃO DO MODELO PRATICADO.....	89
7.	PROGNÓSTICO.....	90
7.1.	Projeções de demanda.....	90
7.2.	Tecnologias.....	94
7.2.1.	Coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos.....	95
7.2.2.	Tratamento de resíduos sólidos urbanos.....	97
7.2.2.1.	Tratamento mecânico.....	97
7.2.2.2.	Tratamento biológico.....	104
7.2.3.	Tratamento de resíduos de serviços de saúde.....	106
7.2.4.	Tratamento de Resíduos da Construção Civil.....	116
7.3.	Avaliação preliminar de impactos ambientais.....	125
8.	ASPECTOS ECONÔMICO-FINANCEIROS DO PROJETO.....	130
9.	ASPECTOS JURÍDICOS DO PROJETO.....	130
	REFERÊNCIAS.....	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.	19
Figura 2: Análise gravimétrica dos resíduos sólidos do município de Novo Hamburgo.....	19
Figura 3: Mapa de localização do Município de Novo Hamburgo.....	21
Figura 4: Pirâmide etária do município de Novo Hamburgo em 2010.....	22
Figura 5: Participação no número de empresas por setor em 2016 no município de Novo Hamburgo.....	23
Figura 6: Segmentos com maior participação no número de empresas em 2016 no município de Novo Hamburgo.....	23
Figura 7: Produto Interno Bruto em milhões no período de 1999 a 2016 para o município de Novo Hamburgo.....	24
Figura 8: PIB anual per capita no período de 1999 a 2016 para o município de Novo Hamburgo.	25
Figura 9: Número de estabelecimentos de ensino em 2017 no município de Novo Hamburgo.	26
Figura 10: Matrículas efetuadas entre os anos de 2005 a 2017 no município de Novo Hamburgo.....	27
Figura 11: Índice de Desenvolvimento Socioeconômico no Rio Grande do Sul.....	29
Figura 12: Mapa da localização do município de Novo Hamburgo na Bacia do Rio Sinos.....	31
Figura 13: Clima, precipitação e temperatura no Estado do Rio Grande do Sul.	33
Figura 14: Mapa de Macrozoneamento do Município de Novo Hamburgo.....	39
Figura 15: Composição gravimétrica dos resíduos domiciliares após triagem na Central de Triagem da Roselândia, no município de Novo Hamburgo.....	50
Figura 16: Ecoponto Zona Leste (Canudos) do município de Novo Hamburgo.	64
Figura 17: Descarte inadequado de resíduos da indústria de calçados no Ecoponto Zona Leste (Canudos) no município de Novo Hamburgo.	65
Figura 18: Descarte inadequado de resíduos domiciliares no Ecoponto Zona Leste (Canudos) no município de Novo Hamburgo.	65
Figura 19: Resíduos de poda descartados no Ecoponto Zona Sul (Santo Afonso) no município de Novo Hamburgo.....	66
Figura 20: Resíduos volumosos e de construção civil descartados no Ecoponto Zona Sul (Santo Afonso) no município de Novo Hamburgo.	67
Figura 21: Área para armazenamento dos pneus descartados no Ecoponto Zona Sul (Santo Afonso) no município de Novo Hamburgo.	67
Figura 22: Vista aérea da Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.	69
Figura 23: Balança instalada na entrada da Central de Triagem de resíduos do município de Novo Hamburgo.....	69
Figura 24: Pátio para transferência dos resíduos que chegam à Central de Triagem do município de Novo Hamburgo.....	70
Figura 25: Setor de triagem manual da Central de Triagem de resíduos do município de Novo Hamburgo.	71

Figura 26: Área para prensagem, enfardamento e armazenamento dos materiais recicláveis na Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.....	71
Figura 27: Baía para armazenamento de vidros na Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.....	72
Figura 28: Estação de Transbordo da Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.....	73
Figura 29: Galpão de compostagem instalado na Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.....	74
Figura 30: Pilha de resíduos dos serviços de limpeza de ruas e logradouros públicos descartados na Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.....	75
Figura 31: Galpão da Cooperativa Coolabore - Unidade Centro.....	76
Figura 32: Setor de triagem de materiais da Cooperativa Coolabore - Unidade Centro.....	77
Figura 33: Galpão da Cooperativa de Trabalho e Renda Univale.....	78
Figura 34: Espaço para leitura da Cooperativa de Trabalho e Renda Univale.....	78
Figura 35: Área interna do galpão da Cooperativa de Trabalho e Renda Univale.....	79
Figura 36: Mapa de localização dos passivos ambientais de resíduos sólidos no município de Novo Hamburgo.....	84
Figura 37: Vista aérea da Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo em 1999... 85	85
Figura 38: Sistema de tratamento do lixiviado - lagoas de estabilização.....	87
Figura 39: Sistema de tratamento do lixiviado.....	87
Figura 40: Fases do ciclo de compactação em um veículo tipo carga traseira.....	96
Figura 41: Processo de produção de combustível derivado de resíduo (CDR).....	101
Figura 42: Forma de disposição no solo de resíduos de serviços de saúde no Brasil.....	114
Figura 43: Preço de venda dos agregados reciclados, por Estado brasileiro.....	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tempo de sobrevivência (em dias) de micro-organismos patogênicos nos resíduos sólidos... 16	16
Quadro 2: Contratação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Novo Hamburgo.....	42
Quadro 3: Roteiro da coleta de resíduos domiciliares no município de Novo Hamburgo.....	47
Quadro 4: Roteiro da coleta seletiva realizada pela Cooperativa Coolabore (Unidade Centro) no município de Novo Hamburgo.....	51
Quadro 5: Roteiro da coleta seletiva realizada pela Cooperativa Univale no município de Novo Hamburgo.....	52
Quadro 6: Comparação entre as principais técnicas de tratamento de RSS.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores mensais de resíduos sólidos domiciliares coletados em 2018.	49
Tabela 2: Valores mensais de materiais recicláveis triados pela Cooperativa Coolabore (Unidade Centro) em 2017 e 2018.	53
Tabela 3: Valores mensais de materiais recicláveis triados pela Cooperativa Univale em 2017 e 2018...54	
Tabela 4: Valores mensais de materiais recicláveis triados pela Cooperativa Coolabore (Unidade Roselândia) em 2017 e 2018.	55
Tabela 5: Pontos de coleta de resíduos de serviços de saúde no âmbito da Prefeitura de Novo Hamburgo.	56
Tabela 6: Pontos de coleta de resíduos de serviços de saúde no âmbito da Fundação de Saúde Pública. .57	
Tabela 7: Quantitativo de resíduos de serviços de saúde coletado em 2018 no município de Novo Hamburgo.	58
Tabela 8: projeção populacional para o Município de Novo Hamburgo durante o horizonte de planejamento.	91
Tabela 9: Estimativa da geração de resíduos sólidos para o Município de Novo Hamburgo durante o horizonte de planejamento.	93
Tabela 10: Comparação entre poder calorífico e emissões de CO ² entre diferentes combustíveis.	102
Tabela 11: Distribuição da capacidade instalada (t/ano) de tratamento de RSS no Brasil.	112
Tabela 12: Tipo de processamento dos resíduos de serviços de saúde no Brasil.	114
Tabela 13: Total de RCC coletados na região sul do Brasil (tx1000/ano).	119
Tabela 14: Quantidade de resíduos recebidos pelas unidades de processamento, segundo tipo de unidade no Brasil em 2015.	120



1. APRESENTAÇÃO INSTITUCIONAL

Fundada em 1996, a Ziguia Engenharia possui mais de vinte anos de atuação na prestação de serviços de engenharia, principalmente na área ambiental e nos sistemas de manutenção da infraestrutura urbana, com projetos desenvolvidos em municípios, abrangendo 13 Estados brasileiros.

Um de seus principais focos é a melhoria dos sistemas de saneamento básico e de infraestrutura urbana, áreas ainda carentes no Brasil e com grande potencial de desenvolvimento. Atuamos na área de planejamento por meio da elaboração de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Planos Diretores de Saneamento Ambiental e Plano de Saneamento Básico Setorial para Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos. A Ziguia também assessora os órgãos públicos nos processos licitatórios para terceirização ou delegação dos serviços de limpeza urbana.

No processo de contratação de Parceria Público-Privada, no qual possui *expertise*, realiza a elaboração dos estudos técnico-operacionais e econômico-financeiros, bem como assessora a administração pública na elaboração dos documentos jurídico-institucionais necessários para deflagrar o processo de licitação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do município.

Nesses processos de delegação a empresa analisa as melhores práticas do setor, de forma a proporcionar a máxima modernidade, integralidade, regularidade, segurança e qualidade dos serviços, atendendo aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através de uma gestão integrada e transparente, com foco no acesso universal dos cidadãos aos serviços de saneamento básico, à saúde e à qualidade de vida e do meio ambiente.

A empresa também assessora os órgãos públicos na elaboração de planos diretores viários; diagnóstico econômico-operacional de sistemas de água e esgotos; cadastramento urbano e viário; programas de conservação e manutenção; estudos de viabilidade econômica e ambiental; auditorias ambientais; e planos de reassentamento e urbanização.

Além disso, realiza a elaboração de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas e de estudos necessários para o licenciamento ambiental de empreendimentos para a

destinação final de resíduos sólidos, como Aterros Sanitários e Unidade de Tratamento Mecânico Biológico de Resíduos Orgânicos.

Ao longo de sua trajetória, a Ziquia desenvolveu projetos em municípios de pequeno, médio e grande porte, distribuídos em todas as regiões do país, cujo portfólio de estudos relacionados à implantação de Parceria Público-Privada é demonstrado em sequência.

 De 100.000 a 300.000 habitantes	  De 300.000 a 700.000 habitantes	   A partir de 1.000.000 de habitantes
PPP Linhares/ES PPP Angra dos Reis/RJ PPP Jacareí/SP PPP Itapevi/SP PPP Cotia/SP PPP Embu das Artes/SP PMI Novo Hamburgo/RS PPP São Simão/GO	PPP Limeira/SP PPP Paulista/PE PPP Caruaru/PE PPP Cariacica/ES PPP Piracicaba/SP PPP Jundiaí/SP PPP Maringá/PR PPP Serra/ES PMI Contagem/MG PPP Bauru/SP PPP COMARES/CE	PPP Salvador/BA PPP Manaus/AM PPP São Luís/MA

2. INTRODUÇÃO

A fase preparatória de licitações no âmbito, entre outras, das concessões de serviços públicos e parcerias público-privadas conta com um importante mecanismo por meio do qual a Administração Pública pode se valer dos estudos, investigações, levantamentos e projetos fornecidos pela iniciativa privada para subsidiar a estruturação desses empreendimentos. Trata-se do Procedimento de Manifestação de Interesse (PMI), cuja fundamentação legal está no artigo 21 da Lei Federal nº 8.987/1995¹ e que atualmente é regulamentado, em âmbito federal, pelo Decreto nº 8.428, de 02 de abril de 2015.

¹ Art. 21. “Os estudos, investigações, levantamentos, projetos, obras e despesas ou investimentos já efetuados, vinculados à concessão, de utilidade para a licitação, realizados pelo poder concedente ou com a sua autorização, estarão à disposição dos interessados, devendo o vencedor da licitação ressarcir os dispêndios correspondentes, especificados no edital.”

Por meio desse Procedimento, pessoas físicas ou jurídicas de direito privado que tenham sido previamente habilitadas pelo poder público (geralmente denominadas de manifestantes nos Procedimentos) fornecem às suas custas os documentos técnicos, jurídicos e econômicos fundamentais para que o setor público possa implementar, desde a licitação, as contratações de concessões de serviços públicos, parcerias público-privadas, arrendamento de bens públicos e concessões de direito real de uso. Tais procedimentos podem se iniciar de ofício pelo poder público ou por provocação da própria iniciativa privada.

O manifestante que tiver seus projetos, levantamentos, investigações e estudos selecionados e utilizados no certame será ressarcido dos respectivos custos, conforme parâmetros previstos no edital daquele PMI, sendo que tal ressarcimento deverá ser realizado pelo vencedor da licitação que foi modelada com base nos estudos selecionados.

Mas além do ressarcimento pelos estudos realizados, outro importante incentivo a que a iniciativa privada participe dos PMIs é a possibilidade de os autores dos estudos selecionados também participarem das licitações que vierem a ocorrer com base em seus estudos², diferentemente do que ocorre nos casos de licitações para obras, serviços ou fornecimento de bens regidos pela Lei 8.666/1993 (artigo 9º da Lei nº 8.666/1993).

O que justifica esse tratamento distinto é a própria essência das concessões de serviços públicos, que constituem contratos executados por conta e risco dos concessionários, o que, por sua vez, se coaduna com a assunção dos projetos básicos ou executivos do empreendimento pelo próprio particular vencedor da licitação. Neste sentido, o que geralmente instrui os editais e termos de referência dessas licitações são os anteprojetos, que nortearão os licitantes nos futuros projetos para a consecução do objeto dos contratos³.

Assim, cria-se um salutar ambiente simbiótico entre poder público e iniciativa privada em que, de um lado, suprem-se as deficiências de recursos (humanos,

² Nos termos do artigo 18 do Decreto 8.428/2015, “os autores ou responsáveis economicamente pelos projetos, levantamentos, investigações e estudos apresentados nos termos deste Decreto poderão participar direta ou indiretamente da licitação ou da execução de obras ou serviços, exceto se houver disposição em contrário no edital de abertura do chamamento público do PMI.”

³ De fato, o que antes era uma prática sem a previsão expressa em lei tornou-se disposição legal expressa a partir de 2012, quando a Lei 12.766/2012 incluiu o §4º do artigo 10 na Lei 11.079/2004, estabelecendo que os estudos de engenharia a instruírem os editais deverão ter nível de detalhamento de anteprojeto.

financeiros e mesmo técnicos) necessários a viabilizar os complexos estudos desses empreendimentos e, de outro lado, é dada a oportunidade a quem, voluntariamente, pretende contribuir para a sua modelagem, o que invariavelmente resulta em profícuas ideias e materiais.

De acordo com Dinorá Adelaide Musetti Grotti e Mário Saadi, por meio dos PMIs:

“parte-se, de um lado, do reconhecimento das dificuldades enfrentadas pelo Poder Público, seja para custear diretamente os diversos estudos e investigações necessários ou úteis à modelagem de projetos, seja motivado por prazos, conhecimentos técnicos ou outros fatores. Cria-se, doutro lado, mecanismo a estimular, em regime competitivo, o mercado de consultoria e de projetos, que é, ademais, extremamente importante para o desenvolvimento de qualquer país, em especial no atual cenário brasileiro em que há, reconhecidamente, déficit de infraestrutura (GROTTI; SAADI, 2015).”

Portanto, é louvável a iniciativa do Município de Novo Hamburgo em instituir o presente Procedimento de Manifestação de Interesse, do qual as empresas signatárias dos presentes estudos têm o prazer de participar e ao qual envidarão seus maiores esforços em contribuir.

Nessas condições, o presente Caderno traz uma apresentação inicial dos estudos de modelagem operacional, econômico-financeira e jurídica para o projeto de Parceria Público-Privada para gestão integrada do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos do município de Novo Hamburgo.

Inicialmente, são apresentados os principais conceitos que fundamentam qualquer iniciativa que envolva a gestão dos resíduos sólidos no Brasil, com base no arcabouço legal e normativo vigente. Em seguida, o presente Caderno traz um diagnóstico da situação atual do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos do município de Novo Hamburgo, apontando os avanços e as possíveis melhorias necessárias para o aprimoramento do sistema. Adicionalmente, são apresentadas as projeções populacional e de geração de resíduos sólidos que subsidiarão o estudo da demanda pelos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de Novo Hamburgo.

Partindo das características econômica, ambiental e social da região identificadas, são analisadas as rotas tecnológicas passíveis de serem adotadas no município e os possíveis impactos que sua implantação causará no entorno.

Por fim, são apresentadas as principais contribuições dos demais Cadernos elaborados no âmbito deste estudo, fornecendo um panorama geral do conteúdo desenvolvido.

3. CONCEITUAÇÃO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

As atividades pertencentes ao sistema de saneamento básico estão diretamente associadas ao bem-estar da população, à saúde pública e à proteção do meio ambiente, lembrando ainda que, de acordo com a Constituição Brasileira de 1988, em seu art. 23º, inciso IX, esses serviços no Brasil são de responsabilidade dos Municípios.

Atualmente, o Brasil conta com legislações que estabelecem diretrizes para a prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos através da Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) e para a gestão dos resíduos sólidos, por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).

Esse aparato legal deverá contribuir para melhorias no planejamento e na gestão dos serviços públicos de saneamento básico, caso seja empregado de forma adequada, passo fundamental para a promoção de um ambiente mais saudável e com menos riscos à população (BRASIL, 2012a).

Segundo a Lei nº 11.445/2007 e a Medida Provisória nº 868/2018, a definição de Saneamento Básico é:

“I - saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável, constituído pelas atividades, pela disponibilização, pela manutenção, pela infraestrutura e pelas instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e os seus instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário, constituído pelas atividades, pela disponibilização e pela manutenção de infraestrutura e das instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até a sua destinação final para a produção de água de reuso ou o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbanas; e

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes; (BRASIL, 2007; BRASIL, 2018)”

Segundo o Art. 12 do Decreto Federal nº 7.217/2010, que regulamenta as diretrizes nacionais para o saneamento básico, são considerados serviços públicos de manejo de resíduos sólidos as atividades de coleta e transbordo, transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento, inclusive por compostagem, e disposição final dos:

“I-resíduos domésticos;

II-resíduos originários de atividades comerciais, industriais e de serviços, em quantidade e qualidade similares às dos resíduos domésticos, que, por decisão do titular, sejam considerados resíduos sólidos urbanos, desde que tais resíduos não sejam de responsabilidade de seu gerador nos termos da norma legal ou administrativa, de decisão judicial ou de termo de ajustamento de conduta; e

III-resíduos originários dos serviços públicos de limpeza pública urbana, tais como:

a) serviços de varrição, capina, roçada, poda e atividades correlatas em vias e logradouros públicos;

b) asseio de túneis, escadarias, monumentos, abrigos e sanitários públicos;

c) raspagem e remoção de terra, areia e quaisquer materiais depositados pelas águas pluviais em logradouros públicos;

d) desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e correlatos; e

e) limpeza de logradouros públicos onde se realizem feiras públicas e outros eventos de acesso aberto ao público (BRASIL, 2010a)”

Para que os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos possam ser dimensionados de forma adequada é de suma importância compreender as

características e classificação correta dos resíduos, para que isso reflita em um modelo de gerenciamento mais aperfeiçoado para cada uma das etapas de geração, coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e campanhas educativas. Desta forma, nos tópicos a seguir são apresentadas as formas de classificação e caracterização dos resíduos sólidos e o arcabouço legal relacionado ao tema.

3.1. Classificação dos resíduos sólidos

O resíduo pode ser classificado quanto à sua natureza e estado físico da seguinte forma: sólido, líquido, gasoso e pastoso. Outra possibilidade é a classificação adotando o critério de origem e produção, resultando nos seguintes tipos: residencial, comercial, industrial, hospitalar, especial, entre outros. A seguir, são detalhadas cada uma das formas mais usuais de classificação.

3.1.1. Segundo a NBR 10.004/2004

Segundo a NBR 10.004/04, a classificação é feita a partir da avaliação do grau de periculosidade dos resíduos sólidos, ou seja, os riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, resultando nas seguintes classes:

a) Resíduos Classe I - Perigosos

Os Resíduos Classe I – Perigosos são aqueles que apresentam periculosidade e características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Um resíduo é considerado inflamável quando este for um líquido com ponto de fulgor inferior a 60°C, quando não for líquido, mas for capaz de produzir fogo por fricção, absorção de umidade ou por alterações químicas nas condições de temperatura e pressão de 25°C e 1atm, ou quando for um oxidante, assim entendido como substância que pode liberar oxigênio ou ser um gás comprimido inflamável.

Um resíduo é caracterizado como corrosivo se este for aquoso e apresentar pH inferior ou igual a 2 ou superior ou igual a 12,5, ou sua mistura com água, na proporção de 1:1 em peso, produzir uma solução que apresente pH inferior a 2 ou superior ou igual a 12,5, for líquida ou quando misturada em peso equivalente de água, produzir um líquido e corroer o aço a uma razão maior que 6,35mm ao ano, a uma temperatura de 55°C.

Um resíduo é considerado como reativo se ele for normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata, sem detonar, reagir violentamente com a água, formar misturas potencialmente explosivas com a água, gerar gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar danos à saúde pública ou ao meio ambiente, quando misturados com a água, possuírem em sua constituição os íons CN^- ou S^{2-} em concentrações que ultrapassem os limites de 250 mg de HCN liberável por quilograma de resíduo ou 500 mg de H_2S liberável por quilograma de resíduo, quando for capaz de produzir reação explosiva ou detonante sob a ação de forte estímulo, ação catalítica ou temperatura em ambientes confinados, for capaz de produzir, prontamente, reação ou decomposição detonante ou explosiva a 25°C e 1atm, for explosivo, assim definido como uma substância fabricada para produzir um resultado prático, através de explosão ou efeito pirotécnico, esteja ou não esta substância contida em dispositivo preparado para este fim.

Um resíduo é caracterizado como patogênico se uma amostra representativa dele contiver ou houver suspeita de conter, microrganismos patogênicos, proteínas virais, ácidos desoxirribonucléicos (ADN) ou ácido ribonucléico (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídeos, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais.

b) Resíduos Classe II – Não Perigosos

- **Resíduos Classe II A – Não Inertes:** são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I ou de resíduos Classe II B. Os resíduos Classe II A podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

- **Resíduos Classe II B – Inertes:** quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme Anexo G da referida norma.

3.1.2. Segundo a origem

O resíduo também poderá ser classificado, de acordo com a sua origem, isto é: resíduos sólidos urbanos (que englobam os domiciliares e os de limpeza urbana); gerados por estabelecimento comerciais e prestadores de serviço; gerados pelos serviços de saneamento básico; industriais; de serviços de saúde; da construção civil; originados das atividades agrossilvopastoris; dos serviços de transporte e os originados das atividades de mineração (BRASIL, 2010b).

a) Resíduos Sólidos Urbanos - RSU

Os resíduos sólidos urbanos englobam os resíduos domiciliares, originários de atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010b).

Ressalta-se que o serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, que faz parte do conjunto de serviços do saneamento básico, obedece às diretrizes nacionais para o saneamento básico e a política federal de saneamento básico contidas na Lei nº 11.445/07 e no Decreto nº 7.217/10.

O resíduo domiciliar é constituído por restos de alimentos (tais como, cascas de frutas, verduras etc.), produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em

geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Contêm, ainda, alguns resíduos que podem ser potencialmente tóxicos.

Qualquer material descartado que possa pôr em risco a saúde do homem ou o meio ambiente, devido à sua natureza química ou biológica, é considerado perigoso. No RSU são grandes as variedades de produtos com substâncias que conferem características de inflamabilidade, corrosividade, óxido-redução ou toxicidade.

Pilhas, lâmpadas fluorescentes e frascos de aerossóis estão presentes no resíduo domiciliar em quantidades significativamente maiores em relação a outros resíduos potencialmente perigosos, principalmente, em cidades de médio e grande porte. As pilhas e as lâmpadas fluorescentes são classificadas como resíduos perigosos por terem metais pesados que podem migrar e vir a integrar a cadeia alimentar do homem.

O fato dos frascos de aerossóis serem classificados como resíduos perigosos não se dá em face das suas embalagens, mas sim em face dos restos de substâncias químicas que essas contêm quando descartadas. Com o rompimento do frasco, essas substâncias podem contaminar o meio ambiente, migrando para as águas superficiais e/ou subterrâneas.

b) Resíduo de estabelecimento comercial e prestador de serviços

É aquele originado dos diversos estabelecimentos comerciais e dos prestadores de serviços, tais como, supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares, restaurantes, etc., e podem variar de acordo com a sua atividade. No caso de restaurantes, bares e hotéis predominam os resíduos orgânicos, já os escritórios, bancos e lojas os resíduos predominantes são o papel, plástico, vidro entre outros.

c) Resíduo de serviço de saúde – RSS

Constituem os resíduos resultantes de atividades exercidas nos serviços definidos no art. 1º da Resolução Conama Nº 358/2005⁴ que, por suas características, necessitam de

⁴ Atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias

processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final (BRASIL, 2005).

d) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico

De acordo com a Lei nº 11.445/07, integram os serviços públicos de saneamento básico, além do serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Os resíduos sólidos dos serviços de abastecimento de água geralmente são provenientes do lodo retido nos decantadores e da lavagem dos filtros das Estações de Tratamento de Água que normalmente são desidratados em sistemas de secagem antes de seguirem para destinação final (BRASIL, 2011).

No serviço de esgotamento sanitário os resíduos sólidos são originados no tratamento preliminar das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), na forma de sólidos grosseiros (madeiras, panos, plásticos, etc.) e sólidos predominantemente inorgânicos (areia ou terra), e nas demais unidades de tratamento da ETE na forma de lodo orgânico decantado, lodo orgânico de origem biológica e lodo gerado pela precipitação química. Normalmente antes de serem encaminhados para a destinação final os lodos são desidratados em sistemas de secagem (BRASIL, 2011).

No serviço de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas os resíduos sólidos são oriundos de atividades de desassoreamento e dragagem das unidades que compõem o sistema de manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2011).

e) Resíduo industrial

De acordo com a Resolução Conama nº 313/2002 o resíduo sólido industrial é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso (quando contido), e líquido (cujas particularidades tornem inviável

e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares.

o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível). Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição.

O resíduo industrial é bastante variado, podendo ser representado por cinzas, lodo, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros, cerâmicas etc. Nesta categoria, inclui-se a grande maioria dos resíduos considerados tóxicos.

Conhecer o resíduo gerado na indústria contribui para o planejamento de estratégias de gerenciamento, que intervenham nos processos de geração, transporte, tratamento e disposição final, buscando garantir a curto, médio e longo prazo, a preservação da qualidade do meio ambiente, bem como a recuperação da qualidade das áreas degradadas (BRASIL, 2011). Nesse sentido, o conjunto de normas NBR 10.004 (Classificação), NBR 10.005 (Obtenção de Lixiviado), NBR 10.006 (Obtenção de Solubilizado) e NBR 10.007 (Amostragem) se constitui numa ferramenta significativa para classificar os resíduos industriais visando o gerenciamento dos mesmos (ABNT, 2004 *apud* BRASIL, 2011).

Com relação ao gerenciamento dos resíduos, de acordo a Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o responsável pelo plano de gerenciamento dos resíduos sólidos deve disponibilizar ao órgão municipal competente, ao órgão licenciador do Sisnama e a outras autoridades, informações atualizadas sobre a implementação e a operacionalização do plano sob sua responsabilidade, devendo ser implementado o sistema declaratório com periodicidade, no mínimo, anual, na forma do regulamento (BRASIL, 2010b).

f) Resíduos da construção civil

São os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras da construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010b), tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em

geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros e argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações e fiação elétrica, comumente chamados de entulhos de obras.

Segundo a Resolução CONAMA n° 307/2002, alterada pelas Resoluções CONAMA n° 348/2004, 431/11 e 448/12, os geradores são responsáveis pelos resíduos da construção civil proveniente das atividades de *“construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos”*.

g) Resíduos agrossilvopastoris

São aqueles gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades (BRASIL, 2010b), como por exemplo, embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração etc. Em várias regiões do mundo, estes resíduos já constituem uma preocupação crescente, destacando-se as enormes quantidades de esterco animal geradas nas fazendas de pecuária intensiva. Também as embalagens de agroquímicos diversos, em geral altamente tóxicos, têm sido alvo de legislação específica, que define os cuidados com a sua disposição final e, por vezes, co-responsabilizando a própria indústria fabricante destes produtos.

h) Resíduos de serviços de transportes

São aqueles originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira (BRASIL, 2010b).

Os resíduos originários de terminais rodoviários e ferroviários constituem-se em resíduos sépticos que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, trazidos aos portos, terminais e aeroportos. Basicamente, originam-se de material de higiene, asseio e restos de alimentação que podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados ou países (BRASIL, 2012).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) publicou em 2008, a Resolução RDC 56/08 para o controle sanitário de resíduos sólidos gerados nos pontos

de entrada do país, passagens de fronteiras e recintos alfandegados, além de portos e aeroportos.

As normas mínimas para acondicionamento, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários são estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 005/1993 (alterada pela Resolução CONAMA nº 358/2005) que dispõe sobre o gerenciamento desses resíduos.

i) Resíduos de mineração

Aqueles gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios (BRASIL, 2010b). Na atividade de mineração grandes volumes e massas de materiais são extraídos e movimentados, na qual são gerados os estéreis e os rejeitos (BRASIL, 2012).

Os estéreis são os materiais escavados e são originados pelas atividades de extração ou lavra no decapeamento da mina, não possui valor econômico e geralmente ficam empilhados. Os rejeitos são resultantes dos processos de beneficiamento a que são submetidas as substâncias minerais. Esses processos têm como objetivo padronizar o tamanho dos fragmentos, remover minerais associados sem valor econômico e aumentar a qualidade, pureza ou teor do produto final. Existem ainda outros resíduos, compostos por materiais diversificados, tais como efluentes de tratamento de esgoto, carcaças de baterias e pneus, provenientes da operação das plantas de extração e beneficiamento das substâncias minerais (BRASIL, 2012).

A complexidade e diversidade das operações e tecnologias utilizadas nos processos de extração e beneficiamento torna difícil a quantificação do volume de resíduos sólidos gerados pela atividade de mineração (BRASIL, 2012).

3.2. Caracterização dos resíduos

Os resíduos podem ser caracterizados de acordo com suas propriedades físicas, químicas e/ou biológicas. A seguir são apresentados os principais indicadores adotados para realizar esta tarefa, com base no Manual de Saneamento da Fundação Nacional de

Saúde e na Cartilha de Limpeza Urbana do Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM (BRASIL, 2015; IBAM, S/D).

a) Características físicas:

- **Composição gravimétrica:** É o percentual de cada componente em relação ao peso total do resíduo.
- **Peso específico:** É a relação entre o peso do resíduo e o volume ocupado, expresso em Kg/m^3 . Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações. O peso específico poderá variar de acordo com a compactação.
- **Teor de umidade:** Compreende a quantidade de água existente na massa do resíduo. É uma característica decisiva, principalmente nos processos de tratamento e disposição final, bem como para a avaliação do poder calorífico. Varia muito em função das estações do ano e incidência de chuvas.
- **Compressividade:** Indica a redução de volume que a massa de resíduo pode sofrer, quando submetida à determinada pressão. A compressividade situa-se entre 1:3 e 1:4 para uma pressão equivalente a 4 Kg/cm^2 . Estes dados são utilizados para o dimensionamento dos equipamentos compactadores.
- **Geração per capita:** Relaciona a quantidade de resíduos gerados diariamente e o número de habitantes de determinada região. No Brasil, segundo a ABRELPE, no estudo “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2017”, o indicador médio de geração per capita de resíduos sólidos urbanos é de 1,035 kg/habitante/dia (ABRELPE, 2018).

b) Características químicas:

- **Potencial hidrogeniônico (pH):** Indica o teor de acidez ou alcalinidade dos resíduos. Em geral, situa-se na faixa de 5 a 7.

- **Composição química:** Determinação do teor de sólidos voláteis, matéria orgânica, carbono, nitrogênio, potássio, entre outros.
- **Relação carbono/nitrogênio:** indica o grau de degradação da matéria orgânica, variando de 35/1 a 18/1. É um dos parâmetros básicos para a compostagem.
- **Poder calorífico:** Indica a capacidade potencial de um material desprender calor quando submetido à queima. (Valor típico: 5.000 kcal/kg).

c) Características biológicas

Para este tipo de caracterização são identificados a população microbiana e os agentes patogênicos presentes no resíduo urbano. O Quadro 1 apresenta os micro-organismos patogênicos presentes nos resíduos sólidos bem como o tempo de sobrevivência (em dias) de cada um.

Quadro 1: Tempo de sobrevivência (em dias) de micro-organismos patogênicos nos resíduos sólidos.

Micro-organismos	Doenças	Tempo de sobrevivência (dias)
Bactérias		
Salmonellatyphi	Febre tifoide	29-70
SalmonellaParatyphi	F. paratifoide	29-70
Salmonellasp	Salmoneloses	29-70
Shigella	Disenteria bacilar	02-07
Coliformes fecais	Gastroenterites	35
Leptospira	Leptospirose	15-43
Mycobacteriumtuberculosis	Tuberculose	150-180
Vibriocholerae	Cólera	1-13
Vírus		
Enterovirus	Poliomielite (Poliovirus)	20 – 70
Helmintos		

Micro-organismos	Doenças	Tempo de sobrevivência (dias)
Ascaris	lumbricoides Ascaridíase	2.000-2.500
Trichuristrichiura	Trichiuríase	1800
Larvas de ancilóstomos	Ancilostomose	35
Outras larvas de vermes		25-40
Protozoários		
Entamoebahistolytica	Amebíase	08-12

Fonte: BRASIL, 2015.

3.3. Composição dos resíduos sólidos urbanos

Independente da esfera analisada (local, regional, nacional) a composição gravimétrica é o principal indicador adotado, por ser um processo que pretende identificar a quantidade de objetos e materiais resultantes da transformação e utilização de bens de consumo. É um instrumento que permite obter informações relevantes para a gestão eficiente dos serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos gerados no município.

Para que se conheça efetivamente a composição dos resíduos, isto é, para que os resultados dos estudos de gravimetria sejam aplicáveis à gestão dos serviços, os métodos normalmente utilizados dependem de séries históricas e de amostragens bastante abrangentes. As normas NBR 10.004, NBR 10.005 e NBR 10.007 visam padronizar estes métodos a fim de reduzir as incertezas nas análises e na formulação das composições do resíduo.

Os procedimentos básicos normalmente adotados para a caracterização da composição gravimétrica dos resíduos sólidos são:

- a) Descarregamento dos veículos coletores em pátio coberto;
- b) Separação de uma amostra inicial com aproximadamente 300 kg, formada de resíduos retirados de diversos pontos, considerando o material descarregado;
- c) Rompimento dos sacos plásticos e revolvimento dos resíduos (homogeneização);

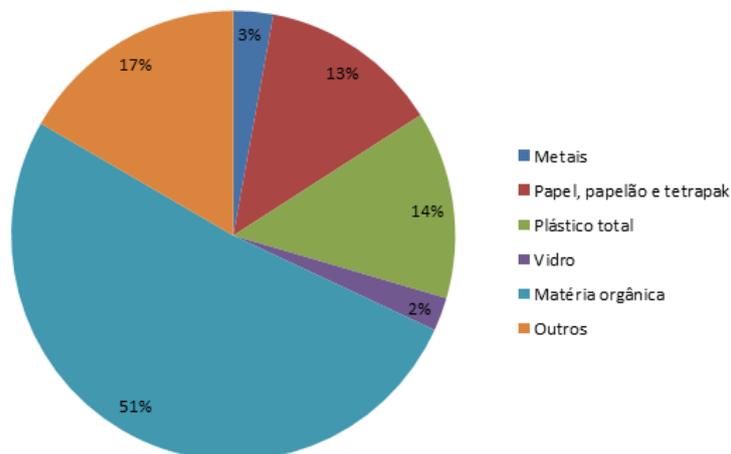
- d) Execução do quarteamento, que consiste em repartir a amostra de resíduo em quatro montes de forma homogênea, escolhendo-se dois montes de maior representatividade;
- e) Mistura e revolvimento dos montes escolhidos e execução de novo quarteamento, escolhendo-se dois montes significativos para que seja efetuada a triagem. A triagem será realizada separando-se os seguintes componentes: papel, papelão, madeira, trapos, couro, borracha, plástico duro, plástico mole, metais ferrosos, metais não ferrosos, vidro, entulho e alumínio;
- f) Os materiais orgânicos serão deixados sobre o solo e pesados ao término da operação e;
- g) Pesagem dos componentes com uma balança de sensibilidade de 100 gramas.

Após o término dessas atividades de campo, os dados de pesagem obtidos serão tabulados. Vale reforçar que a composição gravimétrica varia de acordo com a esfera analisada. Esta variabilidade se dá em função de fatores como, por exemplo, a atividade dominante em determinado local (industrial, comercial, turística etc.), os hábitos e costumes da população (principalmente quanto à alimentação), o clima e a renda. Estas variações também podem se modificar no decorrer do ano ou de ano para ano, sendo necessária a realização de levantamentos periódicos para atualização de dados.

A composição gravimétrica média dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil no ano de 2011, conforme determinado no Plano Nacional de Resíduos Sólidos, está detalhada na figura 1.

Essa análise gravimétrica indicou que os principais componentes dos resíduos sólidos urbanos são a matéria orgânica (51,4%) e os materiais recicláveis ou materiais passíveis de reciclagem (31,9%).

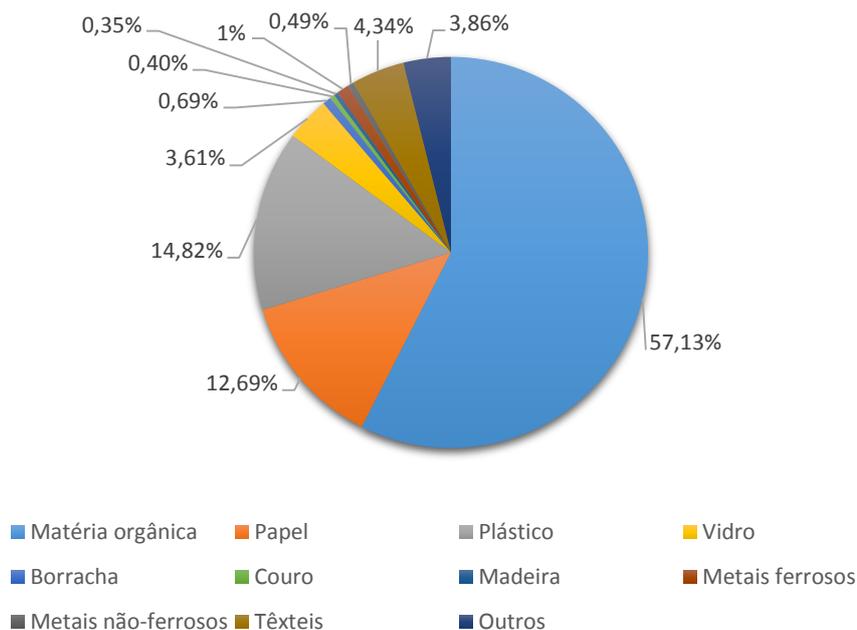
Figura 1: Gráfico da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.



Fonte: BRASIL, 2012.

O município de Novo Hamburgo também possui uma análise gravimétrica dos resíduos, apresentada na sequência. Nela, observa-se que a porcentagem de contribuição da matéria orgânica (57,13%) e de materiais recicláveis (32,61%) são similares à média nacional. Dentre os materiais recicláveis destacam-se o plástico e o papel (NOVO HAMBURGO, 2017a).

Figura 2: Análise gravimétrica dos resíduos sólidos do município de Novo Hamburgo.



Fonte: NOVO HAMBURGO, 2017a.

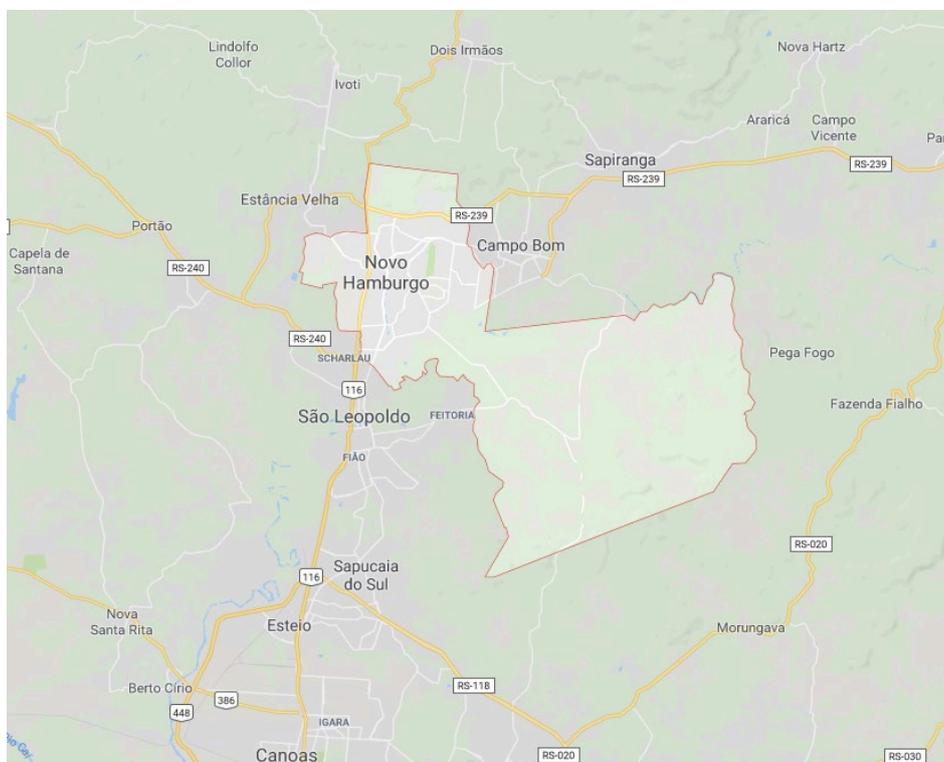
4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O Município de Novo Hamburgo possui uma área de 233,6 Km² (IBGE, 2017), dos quais 67,29 Km² representam a área urbana e 156,31 Km² de área rural (NOVO HAMBURGO, 2017a).

Novo Hamburgo pertence à Microrregião de Porto Alegre, bem como a Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre (PNUD; IPEA; FJP, 2013), representando 2,19% da área, com distância aproximada de 42 km entre os dois municípios (NOVO HAMBURGO, 2014) e está situado na região da encosta inferior do nordeste do Rio Grande do Sul. Faz limite ao leste com o município de Campo Bom, ao oeste com o município de São Leopoldo, ao norte com os municípios de Estância Velha, Dois Irmãos e Ivoti e, ao sul na zona rural do município, faz limite com Sapucaia do Sul, São Leopoldo, Taquara, Sapiranga e Gravataí (NOVO HAMBURGO, 2017a).

De acordo com a figura 3, apresentada a seguir, os principais acessos rodoviários do município são a BR-116, a RS-239, a RS-240 e a Estrada da Integração, que conecta sua área rural de Lomba Grande à área urbana. A BR-116 configura-se um importante eixo rodoviário, passando por dez Estados do país, conectando cidades importantes como São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Porto Alegre e Fortaleza. A rodovia BR-116 inicia-se no Estado do Ceará, no município de Fortaleza seguindo até o Município de Jaguarão no Estado do Rio Grande do Sul, limite com o Uruguai.

Figura 3: Mapa de localização do Município de Novo Hamburgo.



Fonte: GOOGLE EARTH (2019).

4.1. População

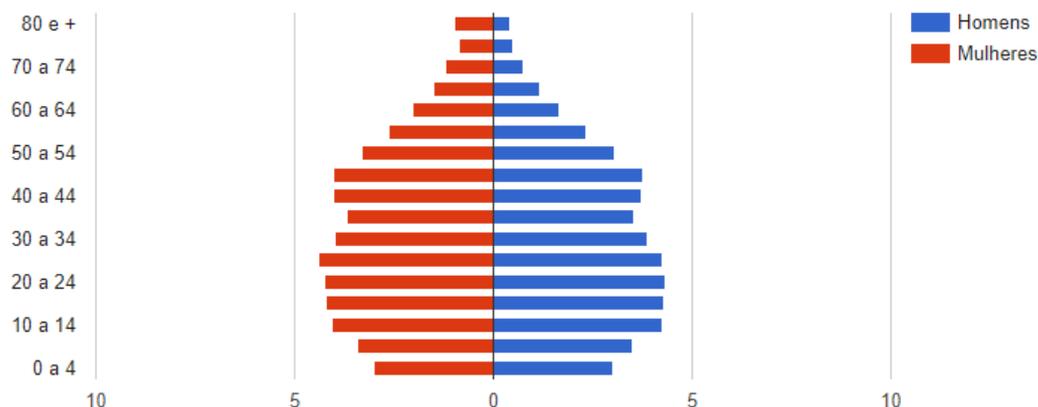
A população do município de Novo Hamburgo é constituída por diversas etnias, tais como os de alemães, italianos, indígenas e afrodescendentes. De acordo com o Censo Demográfico 2010 (IBGE), a população total para este ano foi de 238.940 habitantes e a população estimada em 2018 era de 246.452 habitantes. A densidade demográfica registrada foi de 1.067,55 hab/km² em 2010 (IBGE, 2017).

Entre 2000 e 2010, a população de Novo Hamburgo cresceu a uma taxa média anual de 0,12%, enquanto no Brasil foi de 1,17%, no mesmo período. Nesta década, a taxa de urbanização do município passou de 98,22% para 98,27% (PNUD; IPEA; FJP, 2013).

Em sua maioria, a população de Novo Hamburgo é do sexo feminino, sendo 121.735 mulheres e 114.247 indivíduos do sexo masculino. A maior concentração da

população, cerca de 114.100 habitantes, está na faixa etária entre 22 a 49 anos de idade (NOVO HAMBURGO, 2015; IBGE, 2017).

Figura 4: Pirâmide etária do município de Novo Hamburgo em 2010.



Fonte: PNUD; IPEA; FJP, 2013.

4.2. Economia

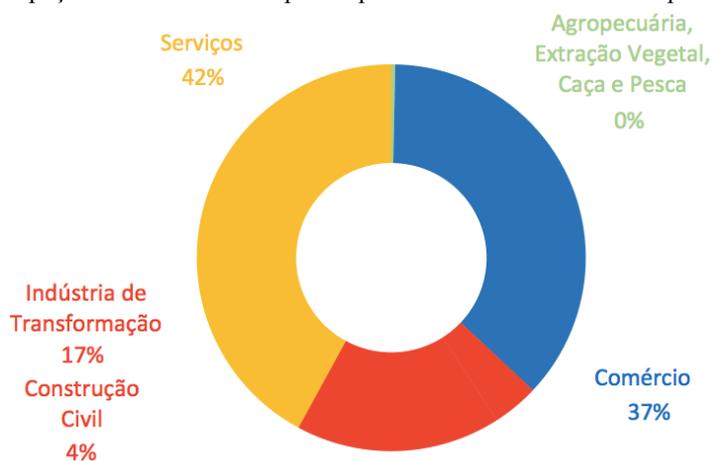
O município de Novo Hamburgo pertence ao Conselho Regional de Desenvolvimento do Vale do Rio dos Sinos (CONSINOS), criado em 1994 e é constituído por outros treze municípios: Canoas, Campo Bom, Estância Velha, Sapiranga, Araricá, Ivoti, Nova Hartz, Dois Irmãos, Nova Santa Rita, Portão, Esteio, São Leopoldo e Sapucaia do Sul (CONSINOS, S/D).

O Consinos é parte da rede de Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDES) do Rio Grande do Sul e seu principal objetivo é a promoção do desenvolvimento harmônico sustentável, assegurando a qualidade de vida da região. Trata-se, portanto, de um fórum de discussão e decisão a respeito de políticas e ações que visem ao desenvolvimento regional (CONSINOS, S/D).

Possui um perfil econômico voltado ao setor de serviços e às atividades industriais, com baixa participação agropecuária. Esta região possui grande concentração de empresas calçadistas. Além deste, também é constituída pelos segmentos de vestuário, alimentos e bebidas, madeira e móveis, papel e gráfico, químico e metal-mecânico (NOVO HAMBURGO, 2014).

O setor com maior participação no número de empresas no ano de 2016 foi o de serviços com 42%, seguido pelo setor de comércio com 37%, o setor de indústria de transformação com 17% e, o setor da construção civil, representou apenas 4% (SEBRAE/RS, 2019).

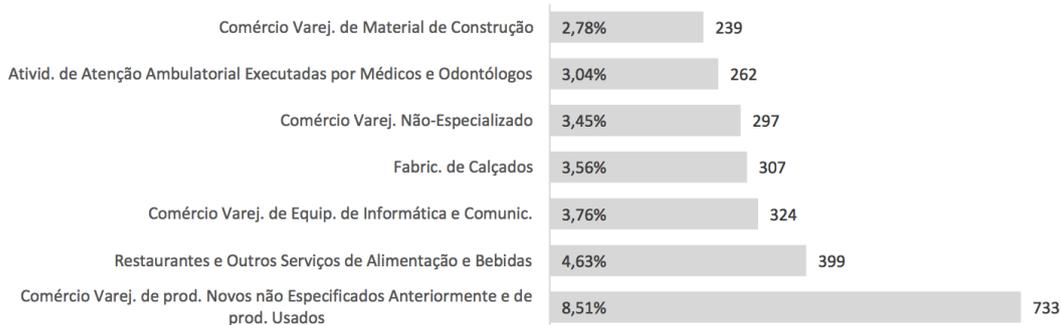
Figura 5: Participação no número de empresas por setor em 2016 no município de Novo Hamburgo.



Fonte: SEBRAE/RS, 2019.

Dentro dos setores apresentados, destacaram-se os seguintes segmentos:

Figura 6: Segmentos com maior participação no número de empresas em 2016 no município de Novo Hamburgo.



Fonte: SEBRAE/RS, 2019.

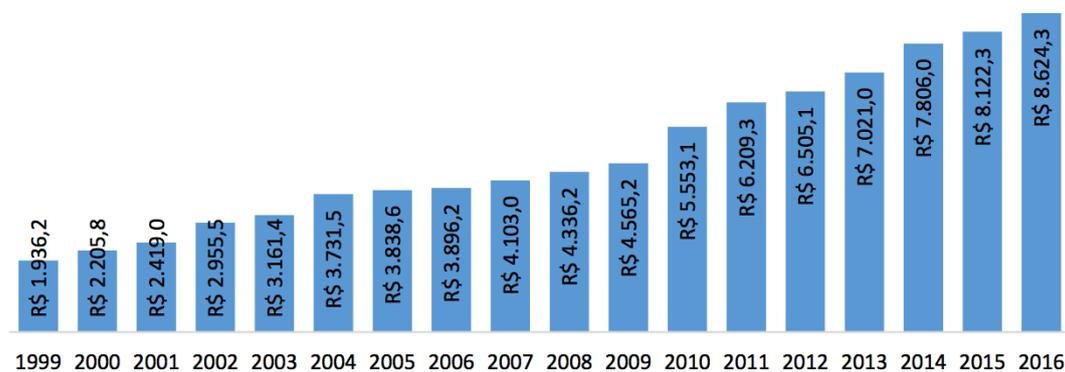
O Produto Interno Bruto (PIB) são os serviços finais e bens gerados no país no decorrer de um período de tempo específico, no qual as despesas com os insumos

usados no processo de produção são descontadas. O PIB em Novo Hamburgo para o ano de 2016 foi de R\$ 8.624.340.000, representando quinto maior do Estado do Rio Grande do Sul (SEBRAE/RS, 2019).

O PIB per capita é o que se obtém da divisão do valor do PIB pelo número de habitantes da área que está sendo estudada. No ano de 2016, a população de Novo Hamburgo era 243.260 pessoas, o equivalente a 2,16% da população do Estado do Rio Grande do Sul e o PIB per capita do município foi de R\$ 34.620,19. Em comparação aos 5.570 municípios do Brasil, Novo Hamburgo ficou na 786ª posição. Quando comparado aos 497 municípios do Estado, a cidade ficou na 181ª posição e, para a microrregião, dentre os 22 municípios que a compõem, Novo Hamburgo ocupou a 12ª colocação (IBGE, 2017; SEBRAE/RS, 2019).

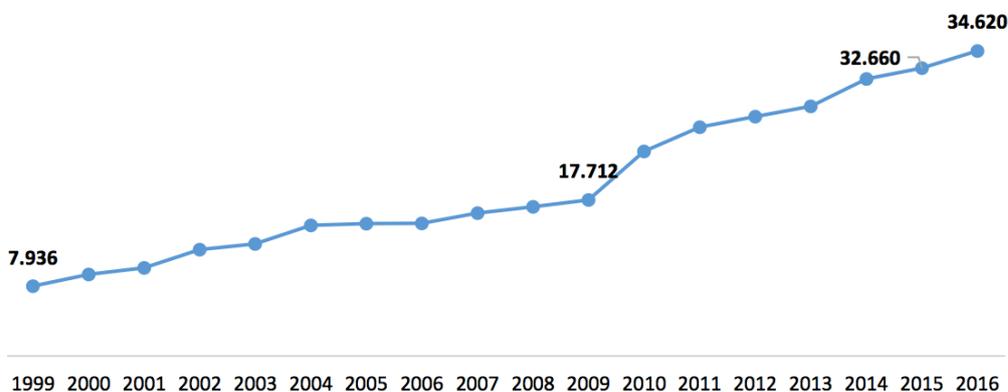
Os gráficos da figura 3 e figura 4 representam os valores anuais em reais do PIB e PIB per capita, no período entre os anos de 1999 até 2016. Os valores do PIB tiveram crescimento contínuo desde o ano de 1999 até o ano de 2016. Para o PIB anual per capita, os valores também tiveram crescimento contínuo, apesar de haverem anos com aumentos mais acentuados e outros com crescimento mais discreto (SEBRAE/RS, 2019).

Figura 7: Produto Interno Bruto em milhões no período de 1999 a 2016 para o município de Novo Hamburgo.



Fonte: SEBRAE/RS, 2019.

Figura 8: PIB anual per capita no período de 1999 a 2016 para o município de Novo Hamburgo.



Fonte: SEBRAE/RS, 2019.

O percentual das receitas oriundas de fontes externas em 2015, foi de 55,5%. Em relação aos outros municípios, na microrregião dentre o total de 22 municípios, ficou em 19º posição, para o Estado dos 497 municípios, enquadrou-se na 471ª posição e no país, do total de 5.570 posicionou-se em 4.884ª posição (IBGE, 2017).

O total de despesas empenhadas em 2017 foi de R\$ (892.363,07 x1000) e em comparação aos outros municípios, na microrregião dentre o total de 22 municípios, posicionou-se em 3º, para o Estado dos 497 municípios, enquadrou-se na 5ª posição e no país, do total de 5.570 ficou em 81ª posição (IBGE, 2017).

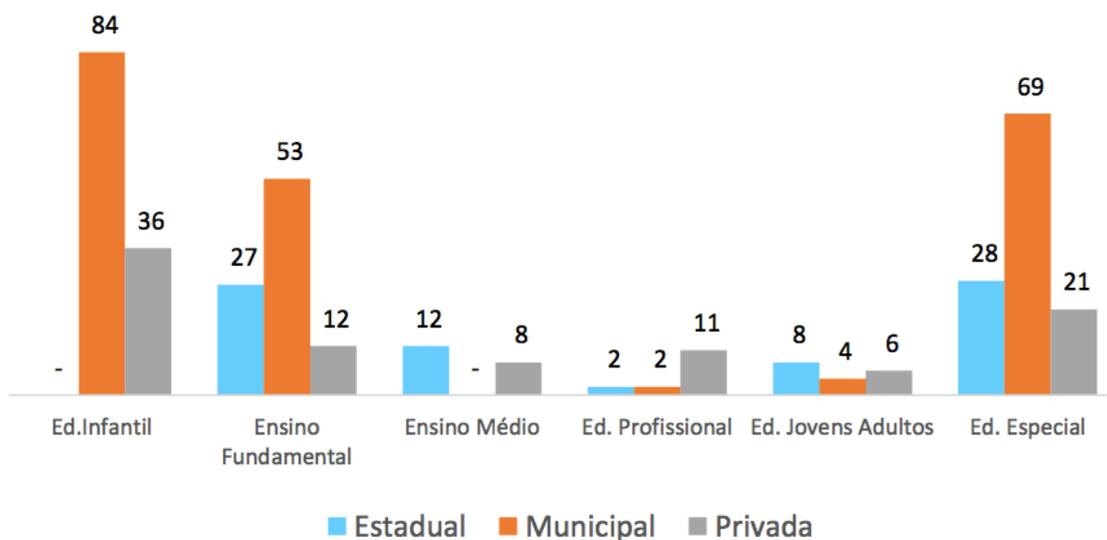
O total de receitas realizadas em 2017 foi de R\$ (923.160,92 x1000). Em relação aos outros municípios, na microrregião dentre o total de 22 municípios, enquadrou-se na 3ª posição, para o Estado dos 497 municípios, ficou na 5ª posição e no país, do total de 5.570 classificou-se na 88ª posição (IBGE, 2017).

A receita corrente líquida (RCL) é o somatório das receitas tributárias de um governo, referentes a contribuições, patrimoniais, industriais, agropecuárias e de serviços, deduzidos os valores das transferências constitucionais. A RCL do município de Novo Hamburgo, em 2018, foi de R\$ 729.495.627,43 (setecentos e vinte e nove milhões, quatrocentos e noventa e cinco mil, seiscentos e vinte e sete reais e quarenta e três centavos) (NOVO HAMBURGO, 2019).

4.3. Educação

O número de estabelecimentos de ensino registrados no município em 2017 é apresentado na figura a seguir:

Figura 9: Número de estabelecimentos de ensino em 2017 no município de Novo Hamburgo.



Fonte: SEBRAE/RS, 2019.

Dos dados apresentados, os maiores registros para estabelecimentos municipais foram para a Educação Infantil (84), seguido de Educação Especial (69) e Ensino Fundamental (53). Para os estabelecimentos estaduais os registros foram para os de Educação Especial (28), Ensino Fundamental (27) e Ensino Médio (12). Os maiores registros para os estabelecimentos privados foram para os níveis Educação Infantil com 36 unidades, seguido de Educação Especial com 21 e 11 para Ensino Fundamental (SEBRAE/RS, 2019).

No município de Novo Hamburgo, no ano de 2017, as matrículas no ensino fundamental representaram 27.884 e no ensino médio 8.180 matrículas, como apresentado na figura 4. Para o mesmo ano, a quantidade de estabelecimentos de ensino fundamental registrada foi o total de 92 unidades e para estabelecimentos de ensino médio foi de 20 escolas. O número de docentes no ensino médio foi de 565 no ano de 2017 e em 2015 o número de docentes de ensino fundamental foi de 1.344 docentes (IBGE, 2017).

Figura 10: Matrículas efetuadas entre os anos de 2005 a 2017 no município de Novo Hamburgo.

Matrículas (Unidade: matrículas)



Fonte: IBGE, 2017.

No ano de 2010, a taxa de escolarização para as pessoas com idade entre 4 e 14 anos correspondeu a 97% e, dentre as cidades do Estado, a posição do município de Novo Hamburgo foi de 387 de 497 cidades e, do total de 5.570 cidades do Brasil, a cidade ocupou a 3.641ª posição (IBGE, 2017).

4.4. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) produz dados para valorar o desempenho dos estudantes e o monitoramento das escolas e das redes de ensino indicando o desempenho da educação no país. As notas médias variam de 0 a 10, sendo que quanto maior as aprovações e o desempenho dos alunos, maior será o índice. Os dados são aferidos por meio do Censo Escolar que é realizado anualmente. O cálculo é efetuado com base nas médias de proficiência em língua portuguesa e em matemática do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) (INEP, 2018a).

Em 2015, no IDEB, segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os alunos da rede pública da cidade no estágio dos anos iniciais do ensino

fundamental obtiveram nota média de 5.6 (IBGE, 2017; INEP, 2018b) e nos anos finais a nota média foi de 4.4 (INEP, 2018a).

Em 2017, houve aumento da nota média dos anos iniciais do ensino fundamental para 5,9 em relação ao ano de 2015. O aumento foi também verificado para os anos finais passando para a nota 4,7. Para ambos, as metas projetadas, notas 6,0 e 5,1 respectivamente, não foram alcançadas e as projeções para o ano de 2019 são de 6,3 e 5,4 (INEP, 2018b).

4.5. Índice de Desenvolvimento Humano

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é uma medida composta de indicadores de três dimensões: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1 de maneira que quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano.

O ranking do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 2010 posiciona a cidade de Novo Hamburgo na 599^a colocação dentre os 5.565 municípios brasileiros analisados. Sua pontuação foi de 0,747, enquadrando o município na faixa de IDHM altos, pois inseriu-se dentro da faixa de 0,700 a 0,799. O maior índice do ranking foi do município de São Caetano do Sul, no Estado de São Paulo, com IDHM 0,862 e o menor foi 0,418 referente ao município de Melgaço no Estado do Pará (PNUD; IPEA; FJP, 2013).

A maior contribuição para o IDHM de Novo Hamburgo é a dimensão Longevidade, representada pelo índice de 0,852, seguida de Renda com índice de 0,778 e a Educação, como 0,629 (PNUD; IPEA; FJP, 2013).

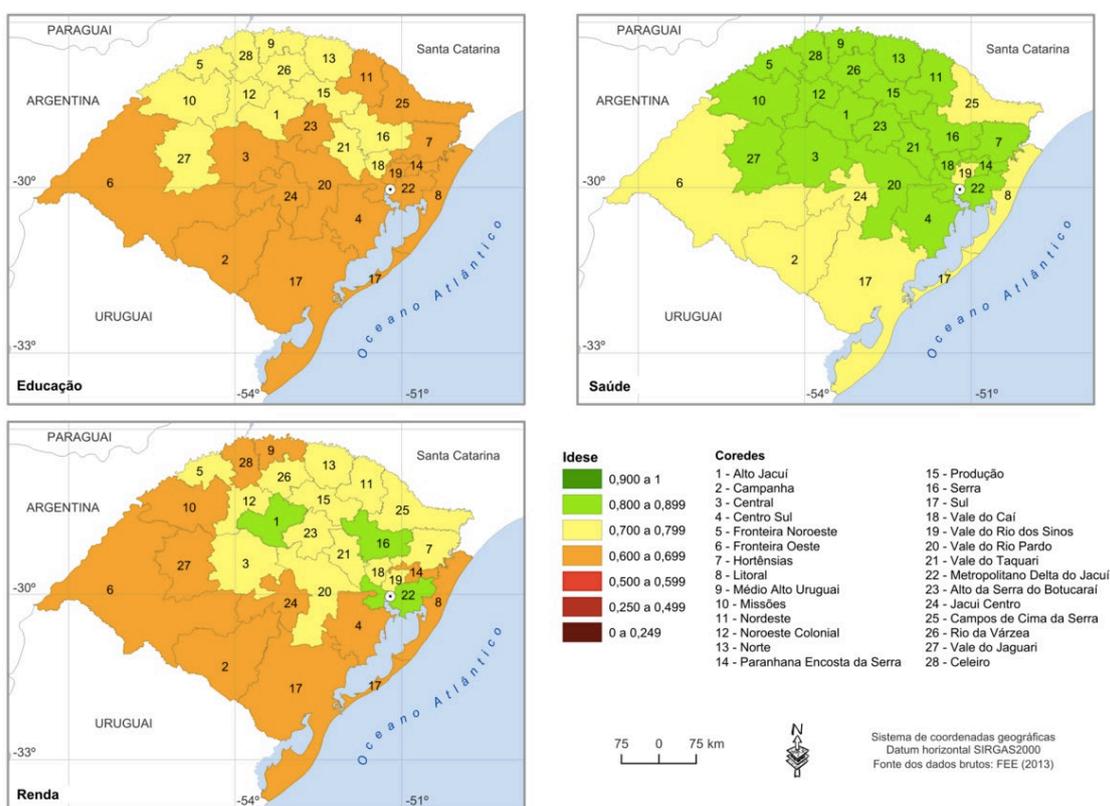
A evolução do IDHM entre 2000 e 2010, teve uma taxa de crescimento de 11,33%, passando do IDHM de 0,671 para o 0,747. A dimensão que obteve maior crescimento em termos absolutos foi Educação, crescendo 0,130 entre 2000 a 2010, sucessivamente por Renda e por Longevidade (PNUD; IPEA; FJP, 2013).

4.6. Índice de Desenvolvimento Socioeconômico

De acordo com a Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser (FEE), o Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (Idese) analisa o cenário socioeconômico dos municípios do Rio Grande do Sul, no que se refere à renda, educação e à saúde, tendo em vista os aspectos qualitativos e quantitativos dos processos de desenvolvimento. O índice possui variação de 0 a 1, no qual a sua correspondência vai de pior situação a melhor situação respectivamente. (PESSOA, 2017a).

Conforme a figura que segue, a região do Vale do Rio Sinos, da qual o município de Novo Hamburgo faz parte, está inserida no cenário da educação no índice entre 0,600 a 0,699. Para o cenário da saúde, o desempenho da região apresenta uma melhora, atingindo o índice entre 0,700 a 0,799. O mesmo resultado é obtido para o cenário renda (PESSOA, 2017a).

Figura 11: Índice de Desenvolvimento Socioeconômico no Rio Grande do Sul.



Fonte: PESSOA, 2017a.

4.7. Infraestrutura e serviços

A infraestrutura urbana, segundo o PDUA de Novo Hamburgo, são os equipamentos urbanos de iluminação pública, redes de esgoto sanitário e equipamentos de tratamento dos efluentes, equipamentos de drenagem, abastecimento de água potável, de energia elétrica pública e domiciliar, iluminação pública e as vias de circulação com tratamento paisagístico e pavimentação (NOVO HAMBURGO, 2004).

Do total de área territorial, o município de Novo Hamburgo possui 71,7% domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada, ou seja, com presença de calçada, pavimentação, meio fio e bueiro. Os domicílios urbanos em vias públicas com arborização representam 90,3% e aqueles com esgotamento sanitário 92,1% (IBGE, 2017).

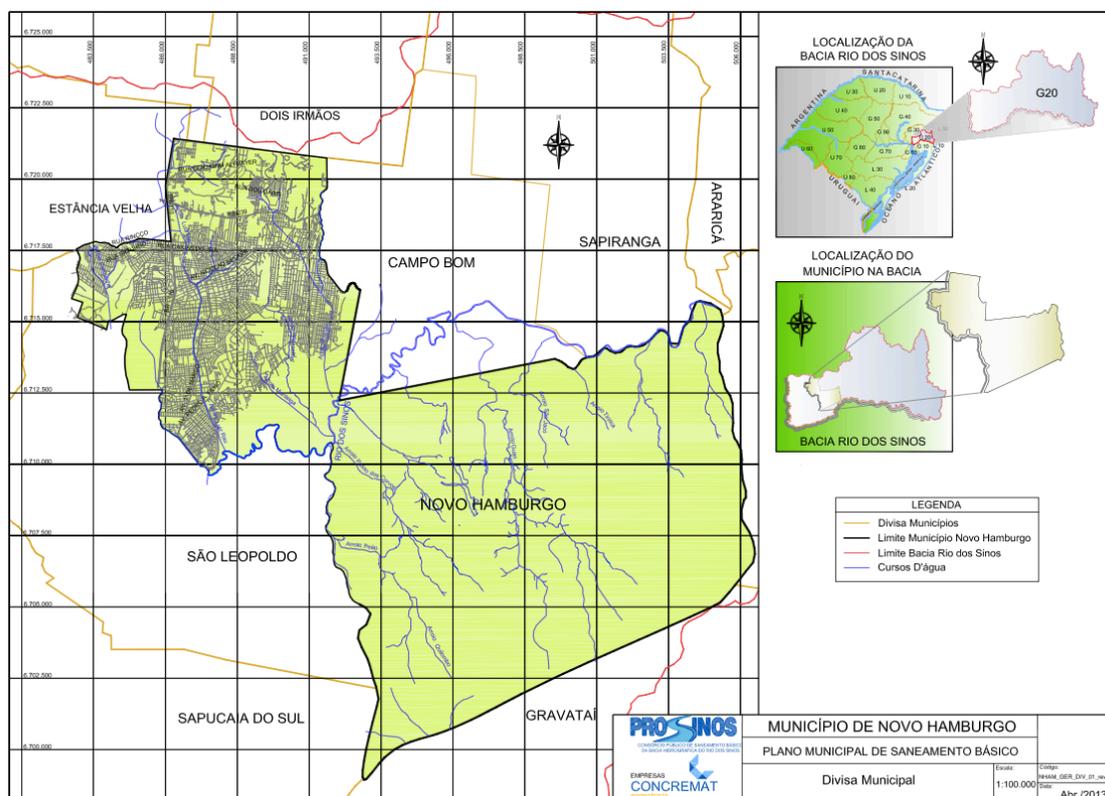
Em 2010, 76,4% dos domicílios de Novo Hamburgo apresentavam abastecimento de água por rede geral, 23,4% por poços ou nascentes e 0,2% eram supridos por outras formas de abastecimento (SEBRAE/RS, 2019).

Ainda, os números registrados para as telecomunicações em 2015 foram de 991 telefones públicos e 20.430 telefones fixos privados. Em 2016, o número de conexões de internet fixa foi de 51.305 e o total de acesso à TV por assinatura foi de 40.121 (SEBRAE/RS, 2019).

4.8. Hidrografia

O Município de Novo Hamburgo está inserido na Bacia Hidrográfica do Vale do Rio dos Sinos, que possui área de 3.746,68 km², englobando as províncias geomorfológicas do Planalto Meridional e Depressão Central e integrando os municípios de Canoas, Gramado, São Leopoldo, Taquara, Campo Bom, Igrejinha, Três Coroas, Sapucaia do Sul e Novo Hamburgo. A bacia localiza-se entre as coordenadas geográficas 29°20' a 30°10' de latitude Sul e 50°15' a 51°20' de longitude Oeste, no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2019a).

Figura 12: Mapa da localização do município de Novo Hamburgo na Bacia do Rio Sinos.



Fonte: NOVO HAMBURGO, 2014.

A Bacia do Rio dos Sinos faz divisa a leste com a Bacia do rio Tramandaí e rio Gravataí, com a Bacia do Lago Guaíba e Baixo Jacuí ao sul e com as Bacias dos rios Taquari Antas e Caí ao norte e oeste. A Bacia do Rio dos Sinos representa cerca de 1,3% da área do Estado do Rio Grande do Sul e em torno de 4,4% da área da Região Hidrográfica do Guaíba. Abrange total ou parcialmente 32 municípios, dos quais 26 deles fazem parte do Consórcio Pró-Sinos. A bacia está dividida em três grandes compartimentos: Baixo Sinos, Médio Sinos e Grande Sinos (NOVO HAMBURGO, 2014).

O município de Novo Hamburgo está inserido no compartimento Baixo Sinos. Possui relevo caracterizado pelas baixas altitudes que vão até 200m, com predominância para altitudes abaixo de 50m, região que compreende desde Sapiranga e Campo Bom até a foz. O uso do solo no Baixo Sinos é predominantemente urbano, com destaque para algumas áreas de várzea utilizadas para o cultivo de arroz.

O Baixo Sinos abrange 26% da Bacia do Rio dos Sinos e nele estão inseridas as sedes urbanas das maiores cidades da bacia, tais como Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo (NOVO HAMBURGO, 2014).

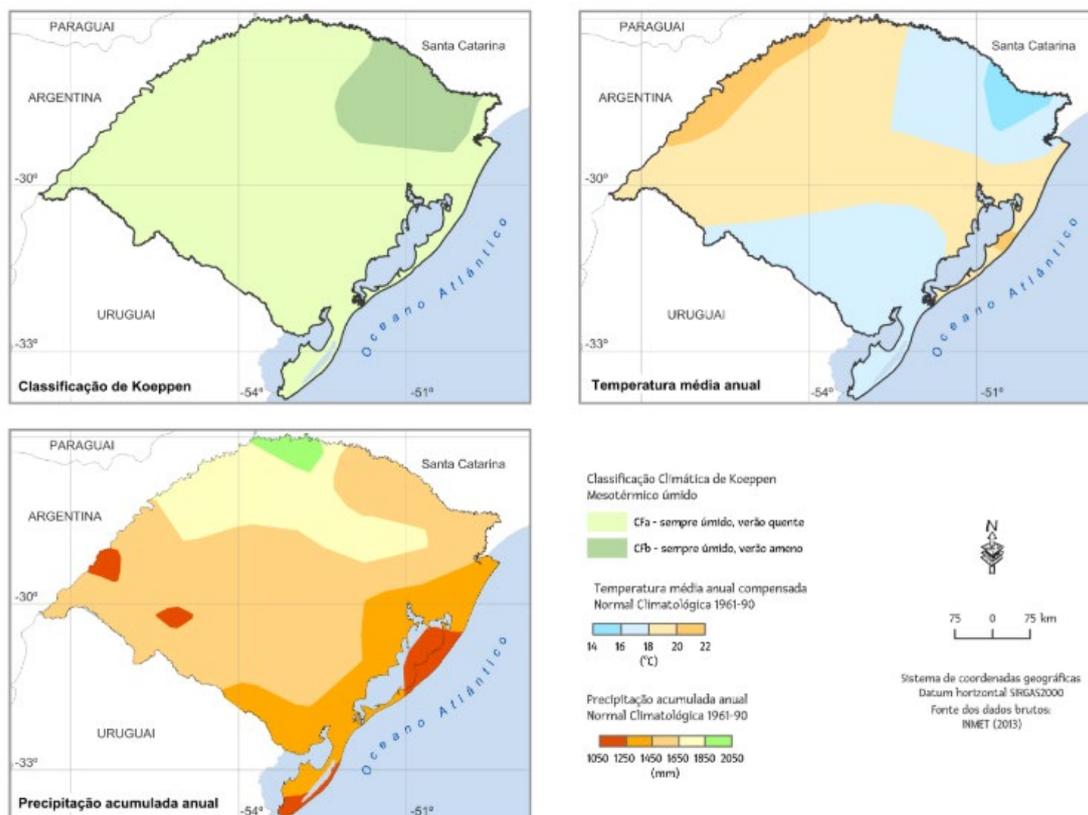
Os Rios Paranhana, Rolante, da Ilha e o dos Sinos são os principais corpos de água da Bacia e os principais usos da água são para a irrigação, abastecimento público e industrial. Novo Hamburgo é banhado pelo Rio dos Sinos e possui hidrografia rica em arroios, presentes tanto na zona urbana quanto na zona rural. Os principais arroios urbanos do município são o Arroio Luiz Rau, Arroio Gauchinho e o Arroio Pampa. Na zona rural do município, se destacam o Arroio Passo dos Corvos, Arroio Guari, Arroio Lomba Grande, Arroio Taimbé e Arroio Peão (NOVO HAMBURGO, 2014)

4.9. Clima

O clima predominante no estado do Rio Grande do Sul é do tipo subtropical úmido. De acordo com a classificação climática Koeppen, o município de Novo Hamburgo está inserido na região classificada como Mesotérmico úmido do tipo subtropical úmido, no tipo climático C (PESSOA, 2017b).

O tipo climático C (subdividido em 2 grupos: Cfa e Cfb) é caracterizado como temperado chuvoso e moderadamente quente, no qual a média do mês mais frio possui variações de temperatura entre 3°C negativos a 18°C positivos.

Figura 13: Clima, precipitação e temperatura no Estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: PESSOA, 2017b.

O Município de Novo Hamburgo possui altitude máxima de 345,5 metros e a mínima é de 7,5 metros, referentes ao Morro Dois Irmãos e ao banhado do Rio dos Sinos respectivamente. A temperatura média anual mantém-se em volta de 19°C e verificam-se dias de frio intenso no inverno, quando o estado costuma receber frentes frias vindas da Antártica (NOVO HAMBURGO, 2015).

Segundo dados da Estação 83967 do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, o mês de setembro apresenta os maiores valores de chuva acumulada com média de 141 mm e o mês de abril, os menores valores, com média de 97 mm. As médias de temperatura em relação aos meses mais quente e frio são janeiro com 24°C e julho com 14°C respectivamente (NOVO HAMBURGO, 2017a).

Novo Hamburgo está inserido no grupo climático 5, segundo a classificação proposta por Roriz (2014) na nova proposta de zoneamento bioclimático. Nesta proposta, o Brasil foi dividido em 24 grupos, onde a zona climática mais fria é

representada pelo grupo 1 e a zona climática mais quente representada pelo grupo 24 (RORIZ, 2014).

A classificação do clima é embasada por quatro parâmetros:

- a) a diferença entre a maior e a menor amplitude térmica mensal;
- b) a diferença entre a maior e menor média mensal de temperatura;
- c) média anual da amplitude térmica;
- d) média anual da temperatura do ar.

Para a classificação do grupo climático 5, são consideradas:

- a) Temperatura Média Anual ≤ 21.0 °C;
- b) Desvio Padrão de Média mensal das Temperaturas Médias diárias > 3.0 °C;
- c) Amplitude Média Anual ≤ 10.2 ;
- d) Desvio Padrão de Amplitude Média mensal ≤ 0.7 .

A proposta de Roriz é fundamentada no aprimoramento dos processos de interpolação dos dados climáticos na classificação bioclimática da Norma NBR 15220-3, que apresenta oito zonas bioclimáticas, no qual a zona bioclimática mais fria é a 1 e a mais quente é a 8, onde o zoneamento é definido principalmente por três parâmetros, tais com as médias mensais de umidade relativa do ar, as médias mensais das temperaturas mínimas e máximas (CB3E, 2017).

4.10. Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação (UCs), segundo a Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e também dá outras providências, são definidas como o espaço territorial e seus recursos ambientais, que incluem as águas jurisdicionais, legalmente instituído pelo Poder Público, dos quais possuem características naturais relevantes, com objetivos de conservação e limites definidos, sendo administrados sob regime especial, de forma a garantir adequada proteção (BRASIL, 2000).

De acordo com o Plano Diretor Urbanístico Ambiental (PDUA) do município de Novo Hamburgo, são previstas três Unidades de Conservação no território: a APA Lomba Grande, APA Norte e APA Sul (NOVO HAMBURGO, 2004).

As Áreas de Preservação Ambiental (APAs) são unidades de conservação categorizadas como de uso sustentável, permitindo a ocupação humana. As APAs são áreas naturais extensas que são designadas a conservação, bem como a proteção da fauna e flora, dos atributos culturais e estéticos existente nesta área, que são relevantes para a proteção dos ecossistemas regionais e a qualidade de vida da população local (BRASIL, 2000).

Ainda, as APAs podem ser constituídas por terras públicas ou privadas e possuem características de ocupação e uso especial, onde os usos e as atividades desenvolvidas nestas áreas estão sujeitos a regras específicas (BRASIL, 2000).

A APA Lomba Grande, localizada entre a divisa com o município de Campo Bom, o Rio dos Sinos, a Estrada do Banhadão e a Rodovia do Progresso, no Bairro Lomba Grande, foi projetada para delimitar áreas de significativos aspectos de proteção ambiental, tais como mata nativa, áreas de risco, banhados e foz dos arroios. São previstos pelos dispositivos urbanísticos que esta área apresente baixa intensidade de ocupação e uso do solo, concedendo usos que não interfiram com a preservação e proteção das condições ambientais (NOVO HAMBURGO, 2004).

A APA Norte, posicionada ao Norte da Rodovia RS-239, na divisa com os municípios de Ivo, Campo bom, Dois Irmãos e de Estância Velha, delimita áreas de significativos aspectos de proteção geológica e ambiental, tais como a mata nativa, áreas de risco, encostas e declividades acentuadas, topos de morros e início do sistema fraturado da formação “Serra Geral”. Presume-se pelos dispositivos urbanísticos baixa intensidade de ocupação e uso do solo, concede usos que não prejudiquem a preservação e proteção das condições ambientais (NOVO HAMBURGO, 2004).

A APA Sul, situada na divisa com o Município de Campo Bom e a Av. Dos Municípios (trecho implantado, projetado e proposta de ligação com a Rodovia RS-240), ao Norte do Rio dos Sinos, delimita áreas de significativos aspectos de proteção e preservação ambiental, como a mata nativa, reserva biológica, áreas de risco, banhados e foz dos arroios. Preveem-se pelos dispositivos urbanísticos baixa intensidade de

ocupação e uso do solo, concede usos que não afetem a preservação e proteção das condições ambientais (NOVO HAMBURGO, 2004).

Além destas UCs, o município de Novo Hamburgo também prevê em Plano Diretor as áreas de interesse ambiental. Fazem parte desta classificação os topos de morros localizados no bairro Lomba Grande, o Morro da Fundação que se encontra no bairro de São José, a Reserva Fito-Biológica⁵ de Brejo e o Horto Municipal situado no bairro Canudo.

Há também no território municipal o Parque Henrique Luiz Roessler, conhecido como “Parcão”, com área de 54,39 hectares. O Parque é constituído por uma variedade de animais silvestres e árvores nativas e é empregado para a realização de eventos, atividades de lazer e trilhas. O Bioma do parque é caracterizado como Pampa (NOVO HAMBURGO, 2004; NOVO HAMBURGO, 2009; NOVO HAMBURGO, 2013; NOVO HAMBURGO, 2014; RIO GRANDE DO SUL, 2019b).

O Parque Municipal Henrique Luís Roessler, em consonância com o Decreto Municipal nº 4.129 de 21 de dezembro de 2009, foi declarado Unidade de Conservação Municipal definido como Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) pela Divisão de Unidade de Conservação (NOVO HAMBURGO, 2009). Segundo a Secretaria de Meio Ambiente de Novo Hamburgo, no município há outras unidades de conservação, tais como o Parque Novo Hamburgo e a Reserva Biológica de Filo-fito Ecossistema de Banhado (NOVO HAMBURGO, 2013).

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, o fato de Novo Hamburgo ser afetado por Unidades de Conservação Municipal, a implantação de alguns empreendimentos em território municipal pode requerer Declaração de Anuência dos Gestores da Unidade de Conservação para estar em conformidade do processo de licenciamento ambiental (RIO GRANDE DO SUL, 2019c). As Unidades de Conservação em questão são:

- a) Área de Relevante Interesse Ecológico Henrique Luís Roessler, localizado no próprio município de Novo Hamburgo;
- b) Parque Natural Municipal Imperatriz Leopoldina, localizado na cidade de São Leopoldo;

⁵ A Reserva Biológica Ecossistema do Brejo foi criada no ano de 1987, pelo Decreto Municipal Nº 46.

- c) Parque Natural Municipal Tancredo Neves, localizado no município de Cachoeirinha.

4.11. Zoneamento e Uso e Ocupação do Solo

As diretrizes de uso e ocupação do solo do município de Novo Hamburgo são estabelecidas pela Lei Municipal Nº 1.216/2004, que institui o Plano Diretor Urbanístico Ambiental (PDUA) do município, complementado pela Lei nº 2.150/2010 e pelo Decreto Municipal Nº 5.282/2012. De acordo com estas diretrizes o território municipal é segmentado em macrozonas, ou seja, áreas com características gerais e intensidade da ocupação e uso do solo diferenciados, tendo em vista os distintos aspectos econômicos, geológicos, ambientais e de ocupação presente (NOVO HAMBURGO, 2004).

O macrozoneamento do PDUA divide o território municipal nas quatro zonas a seguir: Zona de Atividade Primária (ZAP), Zona Industrial (ZI), Zona Miscigenada (ZM) e Áreas de Proteção Ambiental (NOVO HAMBURGO, 2004).

A Zona de Atividade Primária possui característica de ocupação rarefeita englobando a zona rural do Município no Bairro Lomba Grande, com a promoção de atividades primárias, nos quais os dispositivos urbanísticos prevêm ocupação com glebas conciliáveis com a ocupação e de uso extrativista, agropecuário e agroindustrial (NOVO HAMBURGO, 2004).

A Zona Industrial evidencia-se pela ocupação industrial, localizada ao Norte entre as áreas da Estrada José Aloísio Daudt, Rua Nobel, Rua Bartolomeu de Gusmão, Av. Guia Lopes e Av. dos Municípios implantada e projetada, com acessibilidade ocasionada pelo sistema viário do entorno. As ocupações previstas pelos dispositivos urbanísticos são de lotes com compatibilidade ao uso adequado e com as dimensões, características e a infraestrutura local (NOVO HAMBURGO, 2004).

A Zona Miscigenada, segundo o PDUA, com caráter de ocupação e uso intensivo a Oeste do Rio Sinos e rarefeita em Lomba Grande, onde são previstos pelos dispositivos urbanísticos lotes de dimensões congruentes com a infraestrutura e as características do local, bem como adequado uso às densidades de ocupação mínimas e máximas

previstas. A Zona Miscigenada Lomba Grande está posicionada no Bairro Lomba Grande entre a Estrada Banhadão, Estrada Rotermond e João Aloysio Allgayer e a Estrada Afonso Strack. A Zona Miscigenada a Oeste do Rio Sinos localizada ao Norte do banhado do Rio dos Sinos, nas áreas urbanizadas ao Sul da RS 239 (NOVO HAMBURGO, 2004).

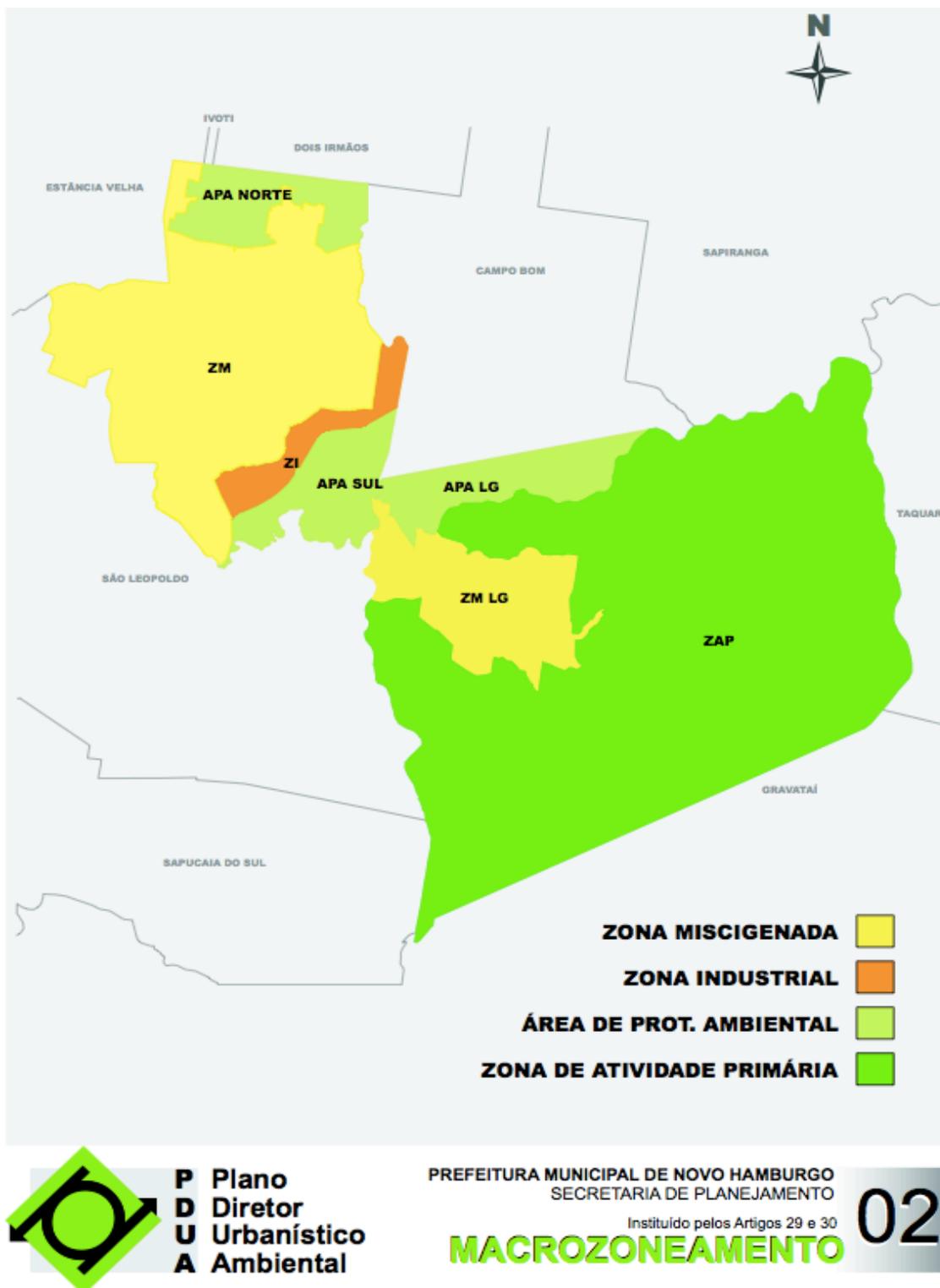
As áreas cujas características são distintas quanto à ocupação e uso do setor ou zona onde estão inseridas são tratadas como Área Especial (AE), a fim de atender a especificidades destes espaços em decorrência as diversidades de suas características culturais, históricas, paisagísticas e morfológicas (NOVO HAMBURGO, 2004).

Outro elemento do macrozoneamento é a Área de Proteção Ambiental (APA) com especificidades de ocupação e uso especial. No município de Novo Hamburgo estas áreas estão divididas em APA Lomba Grande, APA Norte e APA Sul (NOVO HAMBURGO, 2004).

As delimitações do macrozoneamento do PDUA do Município de Novo Hamburgo podem ser observadas no mapa da figura a seguir.

O Art. 74 do PDUA aborda o regramento do uso do solo do município e a classificação das atividades nele desenvolvidas. Dentre as atividades relacionadas, estão a deposição de resíduos sólidos e centrais de reciclagem, classificadas como Atividades Especiais do Grupo 1. Para esta classe, o uso do solo está delimitado aos macrozoneamentos de Zona Mista – Wallahai, de Zona de Atividade Primária - ZAP e Área de Proteção Ambiental – APA Norte. Vale destacar que estas atividades são permissíveis desde analisados os impactos no ambiente, na mobilidade, na infraestrutura e na paisagem, bem como mediante Diretriz Urbanística Especial (NOVO HAMBURGO, 2004).

Figura 14: Mapa de Macrozoneamento do Município de Novo Hamburgo.



Fonte: NOVO HAMBURGO, 2004.

5. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE NOVO HAMBURGO

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007 e com a Medida Provisória nº 868/2018, o serviço de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos são compostos pelas seguintes atividades (BRASIL, 2007; BRASIL, 2018):

- a) de coleta, transbordo e tratamento dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana;
- b) de triagem, para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana;
- c) de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Segundo o Art. 12 do Decreto Federal nº 7.217/2010 são considerados serviços públicos de manejo de resíduos sólidos as atividades de coleta e transbordo, transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento, inclusive por compostagem, e disposição final dos (BRASIL, 2010):

“I-resíduos domésticos;

II-resíduos originários de atividades comerciais, industriais e de serviços, em quantidade e qualidade similares às dos resíduos domésticos, que, por decisão do titular, sejam considerados resíduos sólidos urbanos, desde que tais resíduos não sejam de responsabilidade de seu gerador nos termos da norma legal ou administrativa, de decisão judicial ou de termo de ajustamento de conduta; e

III-resíduos originários dos serviços públicos de limpeza pública urbana, tais como:

- a) serviços de varrição, capina, roçada, poda e atividades correlatas em vias e logradouros públicos;*
- b) asseio de túneis, escadarias, monumentos, abrigos e sanitários públicos;*

- c) raspagem e remoção de terra, areia e quaisquer materiais depositados pelas águas pluviais em logradouros públicos;*
- d) desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e correlatos; e*
- e) limpeza de logradouros públicos onde se realizem feiras públicas e outros eventos de acesso aberto ao público.”*

No Município de Novo Hamburgo, segundo a Lei nº 2.985/2017 que dispõe sobre a estrutura administrativa organizacional da Prefeitura, compete à Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM) através da Diretoria de Limpeza Urbana (DLU) a coordenação, planejamento e fiscalização da gestão de resíduos sólidos, bem como gerenciar, controlar e executar, direta e indiretamente, a limpeza urbana, coleta de resíduos sólidos, domésticos, hospitalares e demais serviços correlatos à limpeza pública (NOVO HAMBURGO, 2017b).

Apesar desta atribuição, atualmente parte da coordenação do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de Novo Hamburgo está sob responsabilidade da Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM), parte com a Secretaria de Obras Públicas, Serviços Urbanos e Viários (SEMOPSU) e outra com a Secretaria de Saúde (SMS).

Em âmbito estadual, cabe à Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA) atuar como órgão central e coordenador do desenvolvimento sustentável e de proteção ambiental do Estado, entre outras competências (RIO GRANDE DO SUL, 2015).

No que diz respeito às formas de contratação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, esta poderá se dar, basicamente, via contratação administrativa, nos moldes da Lei nº 8.666/1993, concessão comum, regida pela Lei nº 8.987/1995 ou concessão administrativa ou patrocinada via Parceria Público-Privada (PPP), instituída pela Lei nº 11.079/2004.

Atualmente, para o manejo de resíduos sólidos urbanos o município de Novo Hamburgo possui a terceirização de grande parte serviços por meio da contratação, regida pela nº 8.666/1993, conforme os contratos elencados a seguir.

Quadro 2: Contratação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município de Novo Hamburgo.

N.º do Contrato	Objeto	Contratado	Vigência	Valor (R\$)	Órgão gestor
12/2019	Prestação de serviços de limpeza urbana de saneamento ambiental. O objeto inclui 3 itens: 1 – Coleta manual e transporte dos RSU até a estação de transbordo da central de triagem do bairro Roselândia; 2 - Transporte dos rejeitos do RSU até o aterro sanitário; 3 – Operação da estação de transbordo do RSU e monitoramento e manutenção do aterro sanitário desativado.	Onze Construtora e Urbanizador LTDA.	08/02/2019 a 08/02/2020	10.138.610,90	SEMAM
114/2014	Disposição final dos resíduos em aterro sanitário	Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos	23/11/2015 a 22/11/2016 Prorrogado para 22/11/2019	18.604.512,00	SEMAM

N.º do Contrato	Objeto	Contratado	Vigência	Valor (R\$)	Órgão gestor
231/2018	Contratação de cooperativa de catadores de materiais secos recicláveis integrando o projeto de Coleta Seletiva no Município de Novo Hamburgo para coleta e segregação dos referidos materiais.	Cooperativa de Trabalho e Renda Univale	14/12/2018 a 14/12/2019	762.000,00	SEMAM
230/2018	Prestação do serviço de manejo e triagem dos resíduos sólidos domiciliares do município de Novo Hamburgo, a ser executado por cooperativas de catadores na Central de Triagem da Roselândia e serviço de portaria 24 horas na Central de Resíduos da Roselândia.	COOLABORE Cooperativa de Construção Civil e Limpeza Urbana LTDA	14/12/2018 a 14/12/2019	1.308.000,00	SEMAM
229/2018	Contratação de cooperativa de catadores de materiais secos recicláveis integrando o projeto de Coleta Seletiva no Município de Novo Hamburgo para coleta e segregação dos referidos materiais.	COOLABORE Cooperativa de Construção Civil e Limpeza Urbana LTDA	14/12/2018 a 14/12/2019	574.200,00	SEMAM
202/2018	Contratação de empresa para serviço de operação de zeladoria e portaria da balança rodoviária da Central de Resíduos Roselândia.	Companhia Municipal de Urbanismo	09/11/2018 a 10/12/2019	214.192,56	SEMAM

N.º do Contrato	Objeto	Contratado	Vigência	Valor (R\$)	Órgão gestor
67/2016	Prestação de serviços de coleta, pesagem, transporte e destinação final de resíduos de serviços de saúde para o município de Novo Hamburgo.	Ambientuus Tecnologia Ambiental LTDA. - EPP	09/08/2016 a 09/08/2017. Prorrogado para 09/08/2019	328.680,00	SMS
12/2016	Coleta, pesagem, transporte, tratamento e destino final de resíduos sólidos/líquidos de saúde	Ambientuus Tecnologia Ambiental LTDA. - EPP	10/05/2016 a 10/05/2017 Prorrogado para 10/05/2019	477.522,00	Fundação Saúde Pública de Novo Hamburgo
115/2015	Varição manual e mecanizada de vias e logradouros públicos. Capina e roçada em vias públicas.	Mecanicapina Limpeza Urbana LTDA	23/11/2015 a 22/11/2016. Prorrogado para 22/05/2019	6.881.796,00	SEMOPSU
49/2015	Locação de caminhões e retroescavadeira, com motorista e operadores, para a SEMAM	Construsinos Indústria e Comércio de Artefatos de Cimento LTDA	06/07/2015 a 05/07/2016 Prorrogado para 05/07/2018	5.761.946,69	SEMAM

N.º do Contrato	Objeto	Contratado	Vigência	Valor (R\$)	Órgão gestor
126/2016	Serviço integrado de manutenção, asseio e limpeza de logradouro público e monumentos, com recolhimento dos resíduos gerados. Serviço de poda, supressão e plantio arbóreo e arbustivo, com recolhimento dos resíduos gerados.	Companhia Municipal de Urbanismo	23/12/2016 a 23/12/2017 Prorrogado para 18/12/2018	2.851.146,96	SEMOPSU

Para subsidiar os gastos com o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no município é cobrada a Taxa de Coleta de Lixo de Imóveis (TCLI) prevista na Lei nº 1.031/2003, que institui o Código Tributário Municipal, alterada pela Lei Complementar nº 3.058/2017 e Lei Complementar nº 3.141/2018, bem como pelo Decreto nº 8142/2017, que estabelece o índice de atualização monetária aplicável aos tributos municipais (NOVO HAMBURGO, 2003; NOVO HAMBURGO, 2017c).

De acordo com o Art. 114 da Lei nº 1.031/2003:

“A Taxa de Coleta de Lixo de Imóveis (TCLI) tem como fato gerador os serviços públicos de coleta, remoção, manejo e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos sólidos de imóveis, efetivamente prestados ou postos à disposição do sujeito passivo”

O valor da taxa é de R\$ 1,77 por metro quadrado de área construída para os imóveis de natureza predial e R\$ 12,09 por metro da testada para imóveis de natureza territorial, correspondente ao valor do rateio do custo anual dos serviços prestados pelo total de metros quadrados de área construída e total de metro linear de testada conforme dados constantes no Cadastro Imobiliário Fiscal (NOVO HAMBURGO, 2017c). A cobrança da taxa é efetuada em conjunto com o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

Em 2018 foram arrecadados R\$ 19.399.631,86 com a TCLI, havendo um nível de inadimplência em torno de 24% a 30%.

5.1. Serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

5.1.1. Coleta, transporte e destino final de resíduos domiciliares

A empresa Onze Construtora é responsável pelos serviços de coleta e transporte dos resíduos domiciliares no município de Novo Hamburgo. A coleta é realizada manualmente na modalidade “porta a porta” e atende integralmente tanto a área urbana como a rural do município. A coleta no turno diurno inicia partir das 7:00 horas e o noturno a partir das 19:00 horas.

No centro da cidade e no bairro Canudos será implantada a coleta mecanizada dos resíduos domiciliares, a qual contará com contentores distribuídos pelas vias e

caminhões de basculamento traseiro. Os equipamentos já foram adquiridos, porém a operação ainda não foi iniciada em decorrência de obras que estão sendo realizadas nestas regiões.

O município está dividido em 27 setores, os quais são atendidos com frequência distinta. Em bairros centrais a coleta é realizada diariamente e nos demais bairros esta é feita em dias alternados. O roteiro de coleta dos resíduos domiciliares é apresentado no quadro subsequente.

Quadro 3: Roteiro da coleta de resíduos domiciliares no município de Novo Hamburgo.

Setor	Bairros	Frequência	Turno
1	Rio Branco-Patria Nova	Diário	Noturno
2	Centro-Patria Nova	Diário	Noturno
3	Vila Nova-Guarani-Operario	2º,4º,6º	Noturno
4	Maua-Boa Vista-Operario	2º,4º,6º	Noturno
5	Primavera-Rincão	2º,4º,6º	Noturno
6	Vila Rosa-Operario-Rincão	2º,4º,6º	Noturno
7	Guarani-Patria Nova- Ouro Branco-Boa Vista	2º,4º,6º	Noturno
8	Santo Afonso-Industrial	3º,5º,Sab	Noturno
9	Liberdade	3º,5º,Sab	Noturno
10	Ideal-Patria Nova	3º,5º,Sab	Noturno
11	Vila Nova-Ideal-Liberdade	3º,5º,Sab	Noturno
12	Guarani-Patria Nova-Ouro Branco	3º,5º,Sab	Noturno
13	Hamburgo Velho-Canudos-Vila Kraemer	2º,4º,6º	Diurno
14	Kephas-Roselândia	2º,4º,6º	Diurno
15	Mundo Novo-Vila Kuntz	2º,4º,6º	Diurno
16	Boa Saude-Petropolis	2º,4º,6º	Diurno
17	São Jorge-São José-Redentora	2º,4º,6º	Diurno
18	São Jorge-Canudos-Vila Kuntz	2º,4º,6º	Diurno

Setor	Bairros	Frequência	Turno
19	Boa Saude-Roselandia-Alpes Do Vale	2°,4°,6°	Diurno
20	Canudos-Kipling-Esmeralda	3°,5°,Sab	Diurno
21	Santo Afonso-Rondonia-Vila Flores	3°,5°,Sab	Diurno
22	Santo Afonso	3°,5°,Sab	Diurno
23	Rondonia	3°,5°,Sab	Diurno
24	Canudos	3°,5°,Sab	Diurno
25	Marisol-Iguaçu-Kipling-Canudos	3°,5°,Sab	Diurno
26	Vila Flores-Lomba Grande(Centro)-Lot. Santa Catarina	3°,5°,Sab	Diurno
	Lot. Mariza-Lot. Santo Antonio-Lot. Planalto	3°,5°,Sab	Diurno
	Lot. Belo Horizonte-Lot. Integração	3°,5°,Sab	Diurno
27	Interior Lomba Grande	2°,5°	Diurno

No ano de 2018 a média mensal de resíduos sólidos coletados foi de 4.649,2 toneladas, o equivalente a cerca de 179 toneladas/dia. Essa geração de resíduos domiciliares implica numa coleta média per capita de 0,73 kg/hab/dia, para uma população estimada, em 2018, de 246.452 habitantes (IBGE, 2019). Esta taxa está abaixo daquela prevista pelo Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul, o qual estima que para municípios cuja faixa populacional se enquadre entre 50.001 a 300.000 habitantes, a geração per capita é de 0,8 kg/hab/dia (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

A tabela a seguir traz os quantitativos de resíduos domiciliares coletados em Novo Hamburgo.

Tabela 1: Valores mensais de resíduos sólidos domiciliares coletados em 2018.

Mês	Quantidade (t)	
	2017	2018
Janeiro	-	4.874
Fevereiro	-	4.176
Março	-	4.637
Abril	4.334	4.798
Maiο	4.938	4.708
Junho	4.776	4.459
Julho	4.558	4.765
Agosto	4.714	4.577
Setembro	4.541	4.570
Outubro	4.689	4.925
Novembro	4.479	4.530
Dezembro	4.611	4.766
Total	41.640	55.790

Não constam na tabela os quantitativos dos meses de janeiro a março de 2017 uma vez que a Prefeitura de Novo Hamburgo não possui registro destes dados.

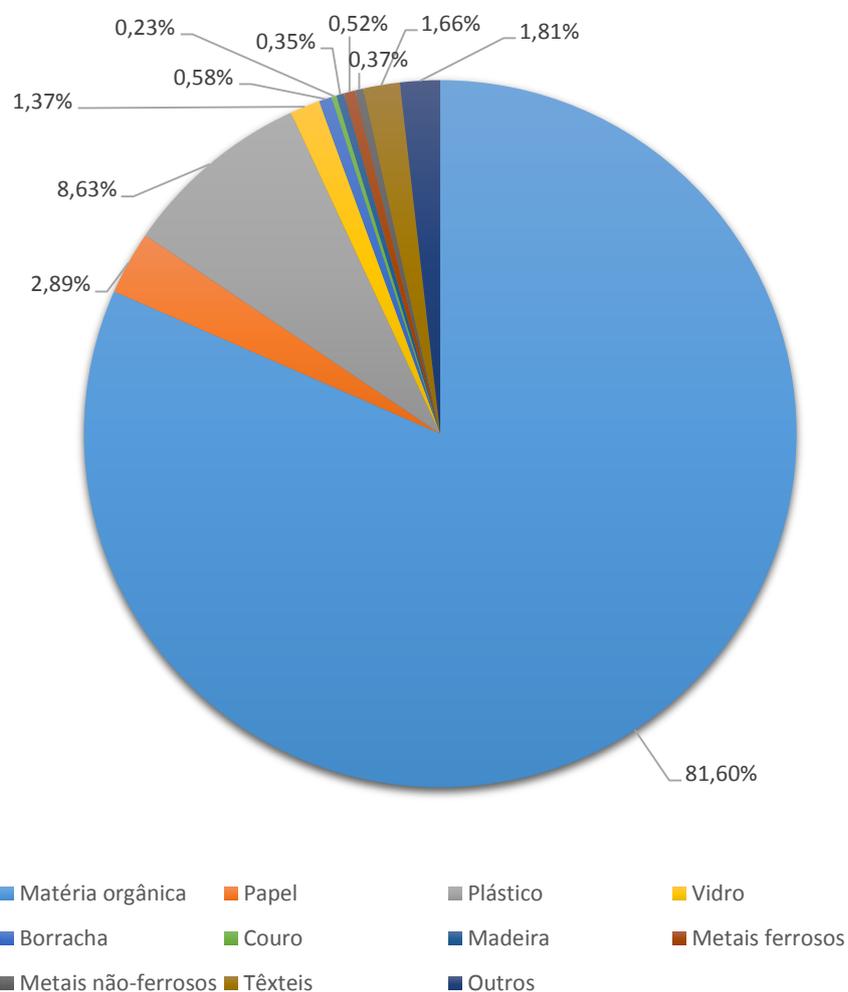
A equipe que executa o serviço de coleta apresenta a seguinte composição:

- 01 (um) caminhão compactador;
- 01 (um) motorista;
- 03 (três) ajudantes;
- Quantidade de equipes: 10 (dez), sendo 01 (uma) reserva.

A frota é composta por 09 caminhões compactadores toco com capacidade 15m³, sendo 01 reserva, e 01 compactador leve de 5m³.

Os resíduos coletados são transportados para a Estação de Transbordo instalada dentro da Central de Triagem da Roselândia, onde são triados pela Cooperativa Coolabore (Unidade Roselândia). A figura a seguir ilustra a composição gravimétrica do resíduo domiciliar após esta etapa de triagem.

Figura 15: Composição gravimétrica dos resíduos domiciliares após triagem na Central de Triagem da Roselândia, no município de Novo Hamburgo.



Fonte: NOVO HAMBURGO, 2017a.

Após a triagem, os rejeitos são transportados ao Aterro Sanitário operado pela Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos, localizado no município de Minas do Leão, a aproximadamente 127 quilômetros de distância. O tempo médio do percurso entre a Central de Triagem de Novo Hamburgo e o Aterro Sanitário é de 2 horas. O valor cobrado para disposição final dos resíduos é de R\$87,18/tonelada.

5.1.2. Coleta seletiva

A coleta seletiva no município de Novo Hamburgo é realizada no formato “porta a porta” e as cooperativas de catadores Coolabore (Unidade Centro) e Univale, ambas associadas ao Programa de Gestão Social de Resíduos Sólidos – CATAVIDA, são responsáveis por este serviço.

A frequência da coleta seletiva abrange a maior parte do território do município, com exceção dos bairros São José, São Jorge e Roselândia. Apenas no centro a coleta é feita diariamente, nas demais localidades este serviço é realizado uma vez por semana. O roteiro da coleta seletiva é apresentado no quadro a seguir:

Quadro 4: Roteiro da coleta seletiva realizada pela Cooperativa Coolabore (Unidade Centro) no município de Novo Hamburgo.

Bairro	Dia	Turno
Operário	Segunda-feira	Tarde
Vila Nova	Segunda-feira	Tarde
Petrópolis	Terça-feira	Tarde
Primavera	Terça-Feira	Tarde
Lomba Grande	Quarta-feira	Manhã
Rincão	Quarta-feira	Tarde
Guarani	Quarta-feira	Tarde
Boa Saúde	Quinta-feira	Manhã
Rio Branco	Sexta-feira	Tarde
Vila Rosa	Sexta-feira	Tarde
Centro	Segunda à Sexta-feira	Tarde

Quadro 5: Roteiro da coleta seletiva realizada pela Cooperativa Univale no município de Novo Hamburgo.

Bairro	Dia	Turno
Canudos 01 ⁶	Segunda	Manhã
Canudos 02 ⁷	Quarta-feira	Tarde
Canudos 03 ⁸	Sexta-feira	Tarde
Canudos 04 ⁹	Quinta-feira	Tarde
Escolas	Quinta-feira	Manhã
Condomínios	Quarta-feira	Manhã
Hamburgo Velho	Segunda-feira	Manhã
Boa Vista	Segunda-feira	Tarde
Jardim Mauá	Terça-feira	Tarde
Rondônia	Terça-feira	Manhã
Santo Afonso	Quarta-feira	Manhã
Ideal	Quarta-feira	Tarde
Liberdade	Quarta-feira	Tarde
Industrial	Quinta-feira	Tarde
Ouro Branco	Sexta-feira	Tarde
Pátria Nova	Sexta-feira	Tarde

As respectivas equipes que executam o serviço de coleta seletiva são compostas da seguinte maneira:

Equipe coleta seletiva Coolabore Unidade Centro:

- 01 caminhão baú;
- 01 motorista;

⁶ Entre as Ruas Barão de Santo Angelo/ Saporanga/ Bartolomeu de Gusmão/ Edmundo Straaburger/ General Daltr Filho/ Vidal Brasil.

⁷ Entre as Ruas Nobel/ Bruno Werner Storck/ V. Oscar Horn/ Bartolomeu de Gusmão/ Nobel.

⁸ Entre as Ruas Guia Lopes/ Oswaldo Arthur Hartz/ José Aloísio Daudt/ Pedro carneiro Pereira/ Bartolomeu de Gusmão/ Saporanga/ Guia Lopes.

⁹ Entre as Ruas Oscar Horn/ Bruno Werner Storck/ Reynaldo Kaiser/ Vitor Higo Kunz/ Bartolomeu de Gusmão/ V. Oscar Horn.

- 02 coletores;
- Quantidade de equipes: 02.

Equipe Univale:

- 01 caminhão baú;
- 01 motorista;
- 02 coletores;
- Quantidade de equipes: 03, sendo 01 reserva.

Após coletado, o material reciclável é transportado para os galpões das próprias cooperativas para posterior triagem manual. A Cooperativa Coolabore (Unidade Centro) faz a triagem de cerca de 52 toneladas mensais de resíduos recicláveis e obtém aproximadamente 10 toneladas de rejeito. Já a Cooperativa Univale segrega cerca de 29 toneladas mensais de resíduos. Os quantitativos obtidos por cada cooperativa são apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 2: Valores mensais de materiais recicláveis triados pela Cooperativa Coolabore (Unidade Centro) em 2017 e 2018.

Mês	Quantidade (t)	
	2017	2018
Janeiro	77	71
Fevereiro	71	52
Março	81	49
Abril	65	48
Maio	72	44
Junho	78	44
Julho	78	53
Agosto	80	65
Setembro	75	53

Mês	Quantidade (t)	
	2017	2018
Outubro	84	52
Novembro	36	50
Dezembro	53	44
Total	851	625

Tabela 3: Valores mensais de materiais recicláveis triados pela Cooperativa Univale em 2017 e 2018.

Mês	Quantidade (t)	
	2017	2018
Janeiro	21	41
Fevereiro	20	33
Março	23	53
Abril	34	62
Maio	28	52
Junho	31	51
Julho	32	53
Agosto	33	54
Setembro	40	53
Outubro	40	61
Novembro	60	56
Dezembro	49	54
Total	314	344

No total, foram coletadas em 2018, 970 toneladas de materiais recicláveis no município de Novo Hamburgo. O material segregado é comercializado pelas cooperativas e os rejeitos são coletados pela coleta domiciliar da Prefeitura, encaminhados para a Central de Resíduos da Roselândia e posteriormente enviados para

disposição final em Aterro Sanitário da Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos.

Adicionalmente ao quantitativo obtido pelas cooperativas Coolabore (Unidade Centro) e Univale via coleta seletiva porta a porta, há também a triagem de materiais recicláveis feita pela cooperativa Coolabore (Unidade Roselândia). Conforme descrito anteriormente, o resíduo domiciliar coletado em Novo Hamburgo é transportado para a Central de Triagem da Roselândia e triado manualmente por essa cooperativa. Nesta operação, são recuperadas aproximadamente 2.309 toneladas de materiais recicláveis por ano, conforme tabela abaixo.

Tabela 4: Valores mensais de materiais recicláveis triados pela Cooperativa Coolabore (Unidade Roselândia) em 2017 e 2018.

Mês	Quantidade (t)	
	2017	2018
Janeiro	167	197
Fevereiro	153	200
Março	196	199
Abril	159	157
Mai	163	200
Junho	198	199
Julho	243	198
Agosto	210	200
Setembro	185	172
Outubro	180	200
Novembro	200	200
Dezembro	188	186
Total	2.242	2.309

A soma dos quantitativos obtidos pelas três cooperativas indica que em 2018 foram recuperados 3.279 t/ano de materiais recicláveis em Novo Hamburgo.

5.1.3. Resíduos de serviços de saúde

A gestão de resíduos de serviços de saúde é realizada pela Prefeitura de Novo Hamburgo e pela Fundação de Saúde Pública de Novo Hamburgo, instituição pública de direito privado vinculada à Prefeitura Municipal através da Secretaria de Saúde.

Em ambas as gestões, a responsável pelos serviços de coleta, transporte e destinação final dos resíduos de saúde é a empresa Ambientuus Tecnologia Ambiental LTDA. A coleta é realizada de segunda a sexta-feira, das 09h às 16h e a frequência e endereço dos pontos de coleta de cada contrato são listados nas tabelas subsequentes.

Tabela 5: Pontos de coleta de resíduos de serviços de saúde no âmbito da Prefeitura de Novo Hamburgo.

Ponto de coleta	Endereço	Frequência
Vigilância em Saúde	Rua Major Luis Bender, 245, Centro	Semanalmente
SAE	Rua General Osório, 868, Hamburgo Velho	Semanalmente
Centro de Especialidades	Avenida General Daltro Filho, 820, Hamburgo Velho	Semanalmente
UBS São Jorge	Rua Jabuti, 308, São Jorge	Semanalmente
Casa de Vacinas	Rua Coronel Frederico Linck, 900, Centro	Semanalmente
UBS Kuntz	Rua General Daltro Filho, 1595, Hamburgo Velho	Semanalmente
UBS Petrópolis	Rua Luxemburgo, 1570, Petrópolis	Semanalmente
UBS Rincão	Rua Theobaldo Bauer, 15, Rincão	Semanalmente
UBS Primavera	Rua Boa Saúde, Primavera	Semanalmente
UBS Redentora	Rua Amantino Antonio Peteffi, 215, São José	Semanalmente
Almoxarifado SMS	Rua General Osório, 868, Hamburgo Velho	Semanalmente

Tabela 6: Pontos de coleta de resíduos de serviços de saúde no âmbito da Fundação de Saúde Pública.

Ponto de coleta	Endereço	Frequência
Hospital Municipal	Av. Pedro Adams Filho, 6520 - Centro	3 vezes por semana
PA Centro	Rua Visconde de Taunai, 134, Centro	2 vezes por semana
UPA Canudos	Rua Bartolomeu de Gusmão, 12, Canudos	2 vezes por semana
UBS Canudos	R. Sílvio Gilberto Christmann, 1451, Canudos	Semanalmente
UBS Santo Afonso	Rua Assuncion, 85, Santo Afonso	Semanalmente
UBS Vila Kraemer	Rua Américo Vespúcio, s/nº, São Jorge	Semanalmente
UBS São Jorge	Rua Jaboti, 308 - Bairro São Jorge	Semanalmente
UBS Redentora	Rua Tamoio, 585, Redentora	Semanalmente
USF Boa Saúde	Avenida Floresta, 600 - Bairro Boa Saúde	Semanalmente
USF Roselândia	Rua Benjamim Altmayer, 455, Roselândia	Semanalmente
USF Kephas	Rua Bernardo Ludwig, 196, São José	Semanalmente
USF Lomba Grande	Rua Victor Thiesen, 125, Lomba Grande	Semanalmente
USF Iguaçu	Rua Dos Professores, 110, Vila Iguaçu	Semanalmente
USF Morada dos Eucaliptos	Rua Octavio Oscar Bender, 1000, Canudos	Semanalmente
USF Getúlio Vargas	Rua Bruno W. Storck, 147,	Semanalmente

Ponto de coleta	Endereço	Frequência
	Canudos	
USF Guarani	Rua Demétrio Ribeiro, 1085, Guarani	Semanalmente
USF Vila Kroeff	Rua Arlindo Silveira Martins, 55	Semanalmente
USF Liberdade	Rua Miranda, 201, Liberdade	Semanalmente
CAPS Canudos	Avenida Gen. Daltro Filho, 1660 - Hamburgo Velho	Semanalmente
CAPS Santo Afonso	Rua Babaçú, 58, Industrial	Semanalmente
CAPS Centro	Rua Joaquim Pedro Soares, 198, Centro	Semanalmente
CAPS I	Rua Gomes Jardim, 291	Semanalmente
CAPS AD	Rua Domingos de Almeida, 228, Centro	Semanalmente

No contrato da Prefeitura de Novo Hamburgo, foram coletados em média 507 kg/mês de resíduos de saúde em 2018, dos quais 334 kg abrangem os grupos A/E e 173 kg o grupo B. Os valores exatos são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 7: Quantitativo de resíduos de serviços de saúde coletado em 2018 no município de Novo Hamburgo.

Mês	Quantitativo (kg)		
	Grupo A/E	Grupo B	Total
Janeiro	137	89	226
Fevereiro	173	119	292
Março	151	31	182
Abril	219	64	283
Mai	199	91	290
Junho	201	15	216

Mês	Quantitativo (kg)		
	Grupo A/E	Grupo B	Total
Julho	187	143	330
Agosto	155	88	243
Setembro	177	200	377
Outubro	191	114	305
Novembro	115	65	180
Dezembro	165	66	231
Total	2.071	1.084	3.155

Referente ao contrato da Fundação de Saúde Pública de Novo Hamburgo, estima-se que são coletados aproximadamente 10.080 kg/mês de resíduos do grupo A, 800 kg/mês do grupo B, 1.200 kg/mês do grupo E e 30 unidades de lâmpadas fluorescentes. Portanto, anualmente são coletados 135.360 kg de resíduos dos grupos A/E e 9.600 kg do grupo B.

Considerando os dois contratos, foram coletados no município de Novo Hamburgo em 2018, 137.431 kg/ano de resíduos do grupo A/E e 1 10.684 kg/ano do grupo B, totalizando 148.115 kg/ano, o equivalente a 148 t/ano.

Os resíduos coletados são transportados para a Unidade de Tratamento Térmico e Armazenamento Temporário da Ambientuus, localizada no município de Cachoeirinha/RS, a aproximadamente 40 km de Novo Hamburgo. Esta Unidade possui Licença de Operação nº04627/2017-DL válida até 17 de junho de 2016.

5.1.4. Varrição manual de vias e logradouros públicos

A varrição é o conjunto de procedimentos concernentes à limpeza que se desenvolve em vias e logradouros públicos, abrangendo o arraste, o acondicionamento e o recolhimento dos resíduos comumente presentes numa faixa de aproximadamente 80 centímetros a 01 metro de largura a partir das sarjetas (meio-fio).

Dentre os resíduos comumente retirados estão a areia, folhas carregadas pelo vento, pontas de cigarro e demais materiais acumulados nas vias públicas. Esse serviço pode ser realizado manualmente com garis varredores ou mecanicamente por meio de varredeira mecânica.

O serviço de varrição também consiste na limpeza e manutenção de papelarias que são equipamentos públicos que deveriam estar disponíveis a população principalmente em locais estratégicos como áreas comerciais, pontos de acesso à sistema de transporte coletivo, ponto de ônibus, praças públicas etc.

A empresa responsável pela execução da varrição manual em Novo Hamburgo é a MecaniCapina Limpeza Urbana LTDA. Estima-se que mensalmente sejam varridos 4.000km.

5.1.5. Capina e roçada manual e mecanizada

A capinação compreende a remoção de vegetação rasteira e de gramíneas junto à sarjeta de vias públicas pavimentadas ou não, bem como junto às sarjetas dos canteiros centrais, nos interstícios do pavimento da pista de rolamento de veículos e ao redor de posts, mobiliário urbano e tampas de caixas diversas localizadas em passeios públicos.

Já a roçada consiste no corte de vegetação de no máximo 3 cm acima do solo. É feita quando se deseja manter uma cobertura vegetal para se evitar deslizamentos e erosões, ou ainda por razões estéticas.

Estes serviços devem ter planejamento bem detalhado, observando-se a velocidade de crescimento do mato, que varia significativamente conforme a estação do ano e a necessidade de corte do material.

A empresa responsável pela execução desses serviços é a MecaniCapina Limpeza Urbana LTDA. A equipe dimensionada é formada por:

- 01 (um) trator;
- 04 roçadores;
- 18 ajudantes;
- Quantidade de equipes: 03 (três);

A coleta dos resíduos provenientes desses serviços também é de responsabilidade da MecaniCapina. O destino final é um aterro vinculado à empresa Vargas Comércio e Locações.

Não foi informada a quantidade de resíduo que resulta dos serviços de capina e roçada em Novo Hamburgo.

5.1.6. Limpeza de vias e logradouros públicos

A empresa Construsinos Indústria e Comércio de Artefatos de Cimento LTDA é responsável pela remoção de resíduos da construção civil e extra-domiciliares, também denominados por volumosos (sofás, móveis e demais itens inservíveis), dispostos inadequadamente em vias e logradouros públicos do município de Novo Hamburgo, bem como pela coleta desses resíduos nos Ecopontos.

A coleta é do tipo mecanizada, realizada de segunda a sexta-feira, e conta com a seguinte equipe:

- 01 (uma) retroescavadeira;
- 01 (um) caminhão truck;
- 01 (um) caminhão toco;
- 02 (dois) ajudantes;
- Quantidade de equipes: 03 (três).

Estima-se que são coletadas 90 t/dia de resíduos nesse serviço, não sendo possível distinguir a quantidade por tipologia. No total, são coletadas aproximadamente 21.600 t/ano de resíduos volumosos e de construção civil no município de Novo Hamburgo.

5.1.7. Gestão e manejo de árvores urbanas

O serviço de gestão e manejo de árvores urbanas contempla os serviços de poda, supressão e plantio arbóreo e arbustivos, bem como recolhimento dos resíduos gerados. Executado de segunda-feira a sábado pela Companhia Municipal de Urbanismo (COMUR), as equipes apresentam a seguinte composição:

Equipe Tipo 1:

- 01 (um) caminhão cesto aéreo;
- 01 (um) caminhão truck;
- 01 (uma) retroescavadeira;
- 04 (quatro) ajudantes;
- 01 (um) veículo do tipo kombi
- Quantidade de equipes: 01 (uma).

Equipe Tipo 2:

- 01 (um) automóvel;
- 01 (um) motorista;
- 01 (um) auxiliar;
- Quantidade de equipes: 01 (uma).

5.1.8. Pintura de meio-fio

A pintura de meio-fio consiste na aplicação de tinta à base de cal nas faces aparentes dos meios-fios de ruas e avenidas, postes, tampas de caixas pluviais, entre outros. É executada posteriormente ao serviço de varrição e limpeza urbana, contribuindo para um melhor acabamento destes serviços, bem como para melhorar a sinalização de segurança para veículos e pedestres.

A empresa responsável pela execução desse serviço é a MecaniCapina Limpeza Urbana LTDA. São pintados aproximadamente 300 km/mês de meios-fios no município de Novo Hamburgo. Para isso, é disponibilizada a seguinte equipe:

- 01 (um) caminhão caçamba cabinado;
- 01 (um) motorista;
- 01 (um) encarregado;
- 08 (oito) ajudantes;
- Quantidade de equipes: 01 (uma).

5.1.9. Serviços diversos

Desde de 2007 a Prefeitura de Novo Hamburgo possui um convênio com a Superintendência dos Serviços Penitenciários (SUSEPE) por meio do qual os detentos do regime semiaberto são contratados para atuar em serviços diversos relacionados à limpeza urbana (STRAPAZZON; NUNES, 2017). Ao total são disponibilizados 15 reeducandos os quais são divididos da seguinte maneira:

Equipe Tipo 1:

- 04 (quatro) reeducandos;
- 02 (dois) caminhões;
- 01 (um) motorista;
- Quantidade de equipes: 01 (uma).

Equipe Tipo 2:

- 06 (seis) reeducandos;
- 01 (um) veículo tipo kombi;
- 01 (um) motorista;
- Quantidade de equipes: 01 (uma).

Equipe Tipo 3:

- 05 (cinco) reeducandos;
- 01 (um) automóvel;
- Motoserra;
- Quantidade de equipes: 01 (uma).

5.2. Ecopontos

O Município de Novo Hamburgo conta com 2 Ecopontos estruturados para recebimento de resíduos de podas e resíduos de construção civil, além de receber alguns móveis, pneus e material reciclável entregues de maneira voluntária pelos munícipes

considerados pequenos geradores (até 1 m³). São também encaminhados aos Ecopontos os resíduos provenientes dos serviços de limpeza de vias e logradouros públicos.

O Ecoponto Zona Leste (Canudos) está localizado na Rua Dublin, nº 809, junto à Sub-Secretaria de Obras do bairro, e seu horário de funcionamento é de segunda a sexta-feira, das 9h às 17h. Apesar deste serviço estar disponível para a população, verificou-se que o espaço destinado à atividade não está adequado tanto do ponto de vista estrutural como operacional. Não há placa de identificação do local e um muro de alvenaria está em construção para delimitar a área do Ecoponto. Também não há cobertura no local e o solo não foi impermeabilizado para recebimento dos resíduos.

Não há funcionários para orientar e auxiliar na triagem dos resíduos, os quais são descartados aleatoriamente no terreno, conforme ilustrado na foto abaixo.

Figura 16: Ecoponto Zona Leste (Canudos) do município de Novo Hamburgo.



A ausência de controle no Ecoponto permite o descarte de resíduos não autorizados, como os industriais e domiciliares verificados em visita técnica e registrados nas figuras a seguir.

Figura 17: Descarte inadequado de resíduos da indústria de calçados no Ecoporto Zona Leste (Canudos) no município de Novo Hamburgo.



Figura 18: Descarte inadequado de resíduos domiciliares no Ecoporto Zona Leste (Canudos) no município de Novo Hamburgo.



O segundo Ecoponto disponível para a população é o da Zona Sul (Santo Afonso). Localizado na Avenida Montevideo, nº 520, seu horário de funcionamento é de segunda a sexta-feira, das 9h às 17h e aos sábados, das 8h às 11h30. Trabalham no local 02 cooperados da Cooperativa Univale e 01 funcionário da Prefeitura, os quais auxiliam na organização do Ecoponto.

Apesar de mais estruturada em termos de funcionários, essa unidade ainda necessita de intervenções estruturais para operar adequadamente. O cercamento da área é precário, não há placa de identificação, estrutura de cobertura e impermeabilização adequada do solo. A área central do Ecoponto é ocupada de um lado por resíduos volumosos e de construção civil, e do outro por resíduos de poda. Na lateral são agrupados os pneus e em uma caçamba os vidros.

Figura 19: Resíduos de poda descartados no Ecoponto Zona Sul (Santo Afonso) no município de Novo Hamburgo.



Figura 20: Resíduos volumosos e de construção civil descartados no Ecoporto Zona Sul (Santo Afonso) no município de Novo Hamburgo.



Figura 21: Área para armazenamento dos pneus descartados no Ecoporto Zona Sul (Santo Afonso) no município de Novo Hamburgo.



O Ecoponto Santo Afonso possui um triturador de galhos, porém, este equipamento não está operando por falta de componentes e de manutenção.

Diariamente uma equipe da Cooperativa Univale coleta no Ecoponto Santo Afonso os resíduos passíveis de serem reciclados e os encaminha para o próprio galpão. Não há controle da quantidade coletada.

Os demais resíduos presentes nos Ecopontos são encaminhados para a Central de Triagem pela empresa Construsinos Indústria e Comércio de Artefatos de Cimento LTDA.

5.3. Central de Triagem de Resíduos da Roselândia

A Prefeitura de Novo Hamburgo possui uma Central de Triagem de Resíduos situada na Estrada Benjamim Altmayer, km 1,2, nº 2660, no bairro Roselândia, cuja operação está autorizada por meio da Licença nº 057/2018-DLA, válida até 26/03/2022.

No mês de dezembro de 1989 foram iniciadas as atividades na Central a qual ocupa uma área de 538.781,85 m², sendo que apenas 3.384 m² são de área construída. A estrutura instalada no local compreende um galpão para triagem dos resíduos sólidos urbanos e uma Estação de Transbordo. Em área adjacente à Central há uma célula desativada do Aterro Sanitário Municipal.

Figura 22: Vista aérea da Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.



Fonte: NOVO HAMBURGO, 2017a.

Todo o resíduo domiciliar coletado no município de Novo Hamburgo é encaminhado para a Central de Triagem. Logo na entrada há uma balança para pesagem dos veículos que acessam o local.

Figura 23: Balança instalada na entrada da Central de Triagem de resíduos do município de Novo Hamburgo.



Os resíduos são transferidos para um pátio parcialmente coberto e sem impermeabilização do solo. Com o auxílio de uma retroescavadeira, os resíduos são empurrados para rampas que conectam o pátio ao setor de triagem. Este é operado pela Cooperativa Coolabore (Unidade Roselândia) e conta com cobertura metálica, três esteiras, prensas e baias de armazenamento. Verificou-se em visita que os cooperados estavam vestindo uniformes e equipados com equipamentos de proteção individual, como luvas e botas, durante a execução dos trabalhos.

Figura 24: Pátio para transferência dos resíduos que chegam à Central de Triagem do município de Novo Hamburgo.



Figura 25: Setor de triagem manual da Central de Triagem de resíduos do município de Novo Hamburgo.



Os materiais segregados são separados em baias, prensados e enfardados. As etapas de prensagem, enfardamento e armazenamento temporário são realizadas no mesmo galpão onde é feita a triagem. Apenas os vidros recolhidos são armazenados em baias cobertas localizadas fora do setor de triagem.

Figura 26: Área para prensagem, enfardamento e armazenamento dos materiais recicláveis na Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.

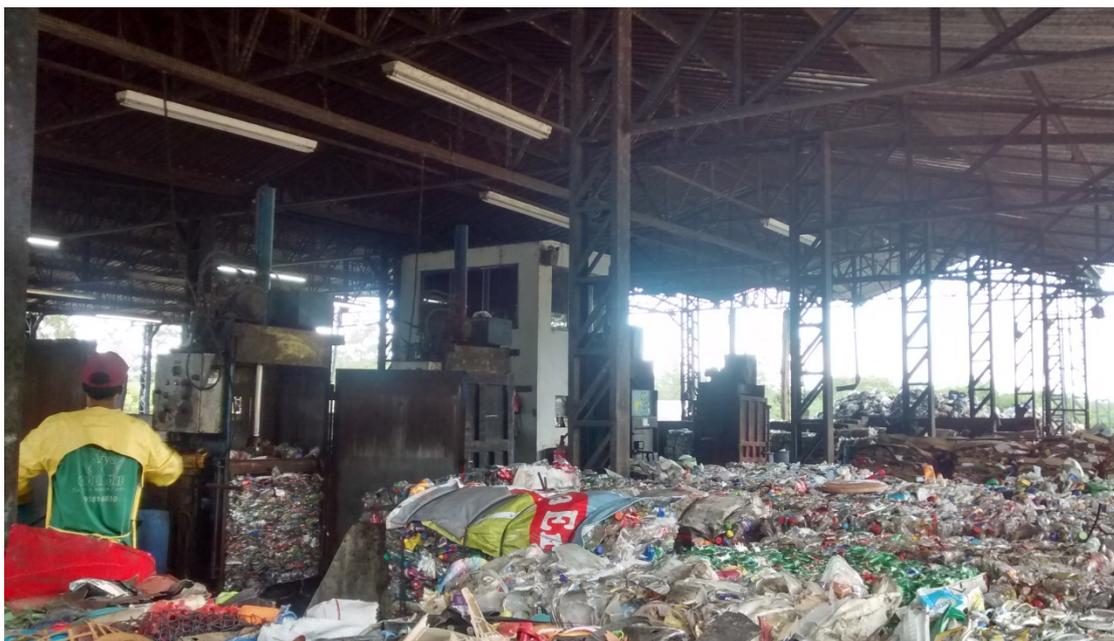
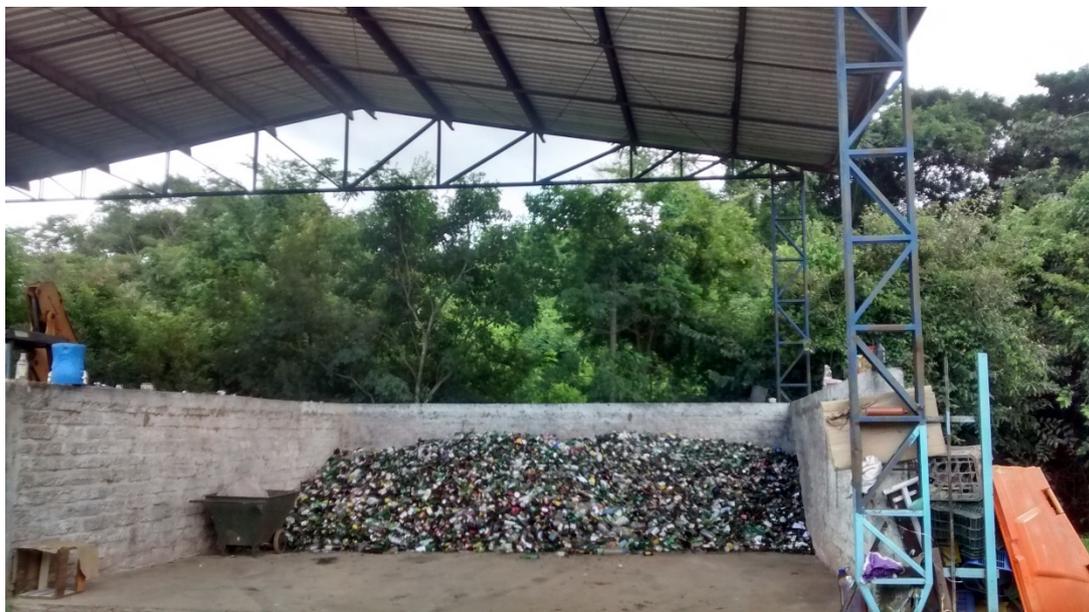


Figura 27: Baía para armazenamento de vidros na Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.



O rejeito do processo é direcionado para a área de transbordo, concentrada na extremidade do galpão. Parte dos resíduos sólidos domiciliares brutos são também diretamente direcionados para o transbordo, pois, dada a restrição de espaço para armazenamento dos resíduos que chegam da coleta, e de pessoal suficiente para a triagem, há um excedente que não é absorvido pelo processo.

Nesta área são realizadas as transferências dos resíduos para as carretas rodoviárias que realizam o transporte até o Aterro Sanitário. O objetivo é melhorar a logística de transporte no sentido de tornar mais eficiente e econômico o uso dos equipamentos coletores, em função da distância entre os locais de geração, coleta e o Aterro Sanitário. A empresa Onze Construtora é responsável pela operação e manutenção da estação.

A transferência é feita de maneira direta com auxílio de retroescavadeira. Neste modelo há um desnível entre o pavimento de armazenamento dos resíduos, posicionado em uma cota mais elevada e o de estacionamento da carreta, em uma cota mais baixa, conforme figura a seguir.

Figura 28: Estação de Transbordo da Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.



Toda a Estação de Transbordo é coberta por estrutura metálica, contudo, uma parte dos pilares está danificada, oferecendo risco aos funcionários que trabalham no local. Não foi identificado sistema de drenagem pluvial tanto na área de transbordo quanto na de recepção dos resíduos, havendo possibilidade de contaminação do solo pelo lixiviado produzido pela decomposição da matéria orgânica. Verificou-se durante visita a presença de animais domésticos, aves e moscas no local.

Outra estrutura instalada na Central de Triagem é um galpão dividido em 8 baias que, a princípio, foi utilizado para a compostagem de resíduos orgânicos, porém, esta atividade foi paralisada. Atualmente o espaço tem sido usado para armazenamento de equipamentos, pneus, lâmpadas e fardos de materiais recicláveis. Para operá-lo novamente, serão necessárias melhorias estruturais e aquisição de novos equipamentos.

Figura 29: Galpão de compostagem instalado na Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.



Os resíduos provenientes dos serviços de limpeza de ruas e logradouros públicos¹⁰, como os volumosos e de construção civil, também são encaminhados para a Central de Triagem de resíduos. Em visita à área, verificou-se que os resíduos lá presentes o estão a um longo período de tempo sem que haja previsão de transporte para local devidamente licenciado para recebê-los.

¹⁰ Denominado como resíduos públicos no Plano Municipal de gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Novo Hamburgo.

Figura 30: Pilha de resíduos dos serviços de limpeza de ruas e logradouros públicos descartados na Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo.



5.4. Cooperativas

No município de Novo Hamburgo, três cooperativas de catadores de materiais recicláveis se destacam: a Cooperativa Coolabore com unidades no Centro e no bairro Roselândia, e a Cooperativa Univale.

A Coolabore - Cooperativa de Trabalho, Limpeza Urbana e Reciclagem - Unidade Centro, está localizada na Rua Visconde de Taunay, nº441, no bairro Rio Branco. A Cooperativa desenvolve suas atividades em um galpão cedido pela Prefeitura de Novo Hamburgo, a qual também subsidia financeiramente as despesas de água e luz. No espaço, além do setor de triagem, prensa e armazenamento dos fardos, há um refeitório, uma área administrativa e banheiros.

Figura 31: Galpão da Cooperativa Coolabore - Unidade Centro.



Fundada em 2011, a Coolabore Unidade Centro conta com 23 cooperados que, mensalmente, realizam a coleta seletiva em parte dos bairros do município de Novo Hamburgo e triam cerca de 50 toneladas de resíduos recicláveis, conforme mencionado em item específico sobre coleta seletiva. Estas atividades resultam em uma renda média de R\$ 1.100,00 para cada cooperado.

Para atender aos serviços de coleta e triagem, a Coolabore Unidade Centro conta com 02 caminhões de coleta, sendo 01 próprio e outro disponibilizado pela Prefeitura, 01 esteira e 03 prensas, das quais 01 é da Prefeitura.

Figura 32: Setor de triagem de materiais da Cooperativa Coolabore - Unidade Centro.



Em visita ao local, verificou-se que o galpão no qual opera a Coolabore Unidade Centro está no limite de sua capacidade, limitando a expansão das atividades da cooperativa. Atualmente, o turno dos cooperados é das 08h às 17h e, para viabilizar uma possível expansão, estuda-se iniciar um turno noturno.

A segunda unidade da Coolabore localiza-se na Rua Benjamim Altmayer, nº 2660, no bairro Roselândia, local onde está instalada a Central de Triagem de Resíduos da Roselândia. Seus 60 cooperados são responsáveis pela triagem de aproximadamente 190 toneladas de materiais recicláveis provenientes dos resíduos sólidos domiciliares encaminhados para a Central. Para isso, a Coolabore Unidade Roselândia conta com 03 esteiras, 04 prensas e 01 elevador de fardos.

A terceira cooperativa atuante no município de Novo Hamburgo é a Cooperativa de Trabalho e Renda Univale. Além desta unidade, a Univale também está presente nos municípios de São Leopoldo e Portão. Localizada na Rua Alfredo Varisco, nº 21, Bairro Liberdade, esta cooperativa também desenvolve suas atividades em um galpão cedido pela Prefeitura, a qual também subsidia financeiramente as despesas de água e luz.

Figura 33: Galpão da Cooperativa de Trabalho e Renda Univale.



No galpão, além do setor de triagem, prensa e armazenamento dos fardos, há um refeitório, uma área administrativa, banheiros e um espaço para leitura.

Figura 34: Espaço para leitura da Cooperativa de Trabalho e Renda Univale.



Composta por 20 cooperados, a Univale é responsável pela coleta seletiva em parte dos bairros do município de Novo Hamburgo e triagem de cerca de 40 toneladas/mês de resíduos recicláveis, conforme mencionado em item específico sobre coleta seletiva. Estas atividades resultam em uma renda média de R\$ 1.500,00 para cada cooperado mais benefícios como, por exemplo, cesta básica.

Para atender aos serviços de coleta e triagem, a Univale conta com 03 caminhões de coleta alugados, 01 esteira e 03 prensas, das quais 01 é da Prefeitura.

Figura 35: Área interna do galpão da Cooperativa de Trabalho e Renda Univale.



Em visita ao local, verificou-se que o galpão no qual opera a Univale também está no limite de sua capacidade. Contudo, uma reforma está sendo realizada com recursos da ANCAT - Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis para a construção de um mezanino, no qual será instalada a esteira de triagem. Esta modificação ampliará a área disponível na parte de baixo do galpão. Além desta melhoria, estuda-se também a possibilidade de ampliar o turno de trabalho dos cooperados, incluindo o período noturno.

Tanto a Cooperativa Coolabore como a Univale são associadas ao Programa de Gestão Social de Resíduos Sólidos Catavida. Lançado em 2010, o Programa é uma

iniciativa das Secretarias de Desenvolvimento Social (SDS), Desenvolvimento Econômico, Tecnologia, Trabalho e Turismo (SEDETUR), Meio Ambiente (SEMAM) e Educação (SMED) de Novo Hamburgo, além de contar com parceiros operacionais e financiadores (NOVO HAMBURGO, S/D; GUTBIER, 2014).

Seu objetivo geral é fomentar ações integradas, com base nas dimensões que abrangem a sustentabilidade social, econômica e ambiental, considerando todas as medidas envolvidas no enfrentamento da questão social dos resíduos, desde a geração até o destino final, potencializando o trabalho dos catadores de materiais recicláveis (NOVO HAMBURGO, S/D; GUTBIER, 2014).

Como objetivos específicos estão (NOVO HAMBURGO, S/D; GUTBIER, 2014):

- a) Promover a organização social emancipatória, a capacitação, as formas associadas de produção e a autogestão dos catadores de materiais recicláveis de Novo Hamburgo, sem ocasionar o endividamento ambiental;
- b) Sensibilizar e informar a sociedade sobre o destino correto dos resíduos e valorização do trabalho da categoria de catadores, alterando o paradigma de estigmatização social destes trabalhadores;
- c) Implementar a coleta seletiva solidária (CSS) no município de Novo Hamburgo por meio de iniciativas do poder público e da sociedade civil;
- d) Instalar entrepostos no município de Novo Hamburgo na perspectiva de empreendimentos produtivos e coletivos, gerando trabalho e renda aos trabalhadores envolvidos.

No âmbito deste Programa foram feitas intervenções para revitalização da Central de Triagem Unidade Roselândia, local onde os catadores de materiais recicláveis atuavam em condições precárias. Foram também oferecidos cursos de capacitação aos catadores pelo Projeto Cataforte¹¹.

¹¹ O Cataforte - Negócios Sustentáveis em Redes Solidária é uma parceria entre a Secretaria-Geral, Fundação Banco do Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego, Ministério do Meio Ambiente, Fundação Nacional de Saúde (Funasa), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Petrobras e Banco do Brasil. Visa possibilitar a inserção de cooperativas no mercado da reciclagem e a agregação de valor na cadeia de resíduos sólidos.

O Programa Catavida já recebeu diversos prêmios por sua atuação, reforçando o comprometimento da Prefeitura com a comunidade, a fim de enfrentar as questões sociais e ambientais associadas aos resíduos sólidos.

5.5. Consórcio Pró-Sinos

O município de Novo Hamburgo integra o Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica Do Rio Dos Sinos, conhecido como Consórcio Pró-Sinos. Constituído como uma associação pública de natureza autárquica, integrante da administração indireta que obedece aos princípios da administração pública dispostos no art. 37 da Constituição Federal do Brasil, sua fundação data de 16 de agosto de 2006 e o é formado por 26 dos 32 municípios que compõem a Bacia do Rio dos Sinos. São eles: Araricá, Cachoeirinha, Campo Bom, Canela, Canoas, Caraá, Dois Irmãos, Estância Velha, Esteio, Glorinha, Gramado, Glorinha, Igrejinha, Nova Hartz, Nova Santa Rita, Novo Hamburgo, Parobé, Portão, Riozinho, Rolante, Santo Antônio da Patrulha, São Francisco de Paula, São Leopoldo, Sapiranga, Sapucaia do Sul, Taquara e Três Coroas (CONSÓRCIO PRÓ-SINOS, 2012).

Entre suas finalidades estão defender, ampliar e promover a interação, fortalecer e desenvolver a capacidade administrativa, técnica e financeira dos serviços públicos de saneamento básico nos municípios que integram o consórcio (CONSÓRCIO PRÓ-SINOS, 2012).

O Pró-Sinos, desde sua criação, também realiza estudos de natureza técnica e social acerca nas áreas de meio ambiente e saneamento, desenvolvendo um programa permanente de educação ambiental (CONSÓRCIO PRÓ-SINOS, 2012).

No âmbito da temática de resíduos sólidos, foram elaborados por meio do Convênio MMA/FNMA 041/2007, firmado entre o Consórcio Pró-Sinos e o Fundo Nacional do Meio Ambiente – FNMA, o Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos municípios integrantes do Consórcio e os respectivos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (CONSÓRCIO PRÓ-SINOS, 2012).

Além disso, o Consórcio inaugurou em 2013 uma Usina Regional de Reciclagem de RCC do consórcio Pró-Sinos, localizada em São Leopoldo, para atender aos oito

municípios de maior geração de RCC integrantes do consórcio: Campo Bom, Canoas, Estância Velha, Esteio, Novo Hamburgo, Portão, Sapucaia do Sul e São Leopoldo (CONSÓRCIO PRÓ-SINOS, 2012).

5.6. Passivos ambientais

A Norma ABNT NBR 15515-1/2007 da Associação Brasileira de Normas Técnicas define passivo ambiental como sendo os “danos infligidos ao meio natural por uma determinada atividade ou pelo conjunto das ações humanas, que podem ou não ser avaliados economicamente” (ABNT, 2007).

Cabe mencionar que as atividades de disposição final de resíduos sólidos também são consideradas fontes potenciais de contaminação, mesmo aquelas em que tenham sido implantadas medidas que possam proporcionar uma maior segurança ao empreendimento.

Os impactos gerados nestes locais relacionam-se à poluição do ar, do solo e das águas, além da poluição visual. Desta forma, por mais seguro que sejam os aterros sanitários, os mesmos se configuram em potenciais passivos ambientais (ARAYA, 2013).

Ao longo da história de gestão de resíduos sólidos do município de Novo Hamburgo, quatro áreas de descarte de resíduos foram utilizadas como lixões, por se tratarem de áreas com disposição inadequada de resíduos, sem existir, em geral, qualquer controle sobre o tipo de material disposto, preparação do solo ou controle de emissões e lixiviados.

O primeiro deles foi utilizado entre as décadas de 1960 e 1970, localizado na Rua Guia Lopes, no bairro Santo Afonso, popularmente conhecido como “Lixão do Lima”. Estima-se que na época eram dispostas 103 toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos no local e sua operação era feita por apenas um funcionário. Ao longo dos anos, o entorno foi sendo urbanizado e atualmente é possível encontrar residências, comércio e indústrias próximo ao local (CHITES, 2015; NOVO HAMBURGO, 2017a).

A área na Guia Lopes foi substituída em 1973 pelo segundo lixão, denominado como Buraco do Raio, localizado na divisa dos bairros Primavera e Boa Saúde. O local

foi escolhido por ser um terreno de propriedade da Prefeitura, afastado do centro e por apresentar uma ravina natural, a ser preenchida por resíduos. Em 1974, aproximadamente 2.800 toneladas de resíduos eram encaminhadas ao local diariamente. Após encerradas as atividades no local, o espaço foi transformado em um parque, conhecido como Parque do Trabalhador, e atualmente, seu entorno está densamente urbanizado (CHITES, 2015).

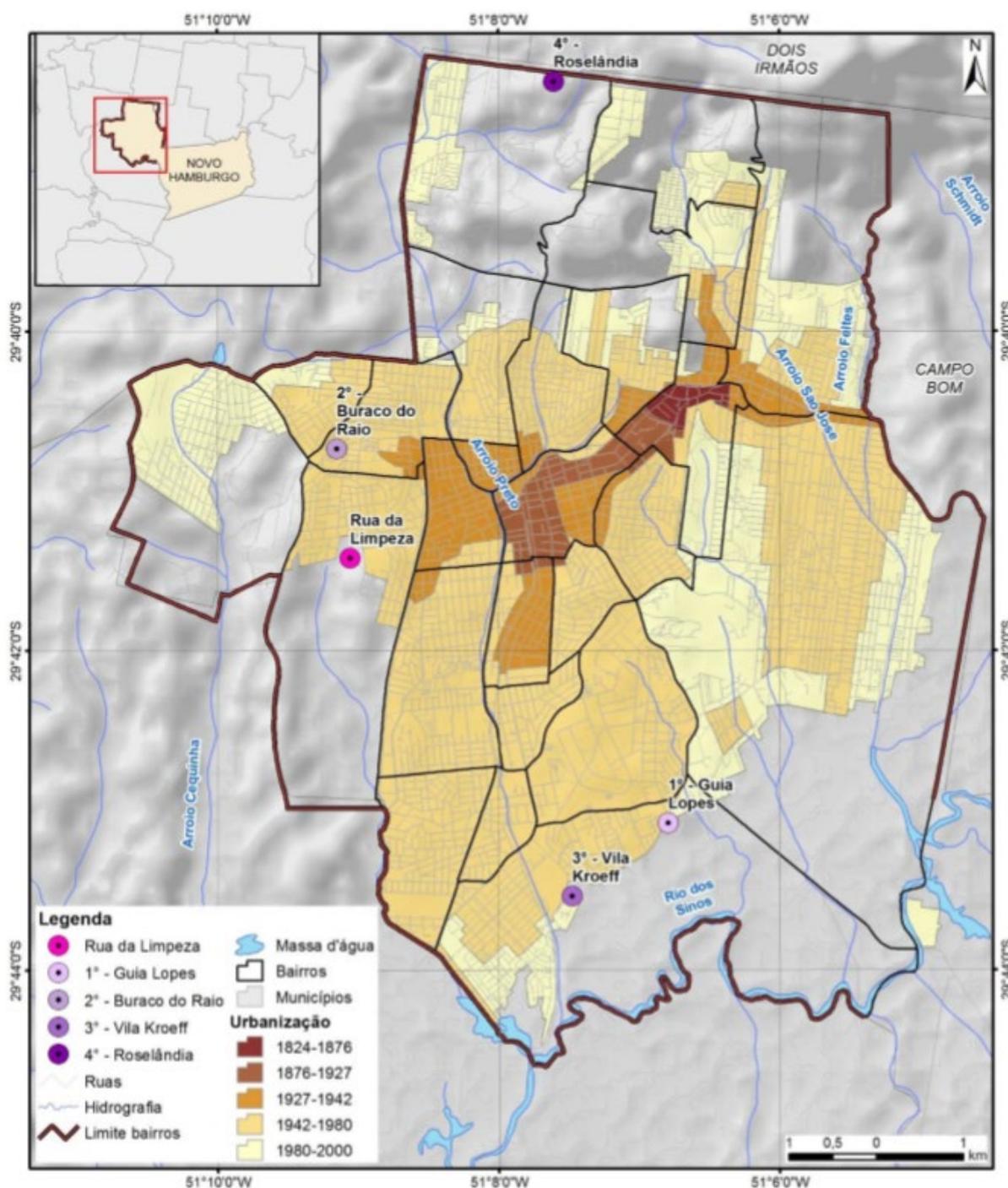
Depois do Buraco do Raio, os resíduos de Novo Hamburgo passaram a ser descartados em uma área de aproximadamente 12 hectares na Vila Kroeff, no bairro Santo Afonso, próximo à foz do Arroio Luiz Rau. Esta área apresentava diversas irregularidades, pois, dada sua proximidade com o Arroio, o local ficava imerso nos períodos de cheia, propiciando a contaminação do corpo hídrico e do lençol freático, comprometendo a qualidade das águas superficiais que eram captadas a jusante para abastecimento urbano (CHITES, 2015).

O lixão da Vila Kroeff operou entre 1979 e 1989, recebendo resíduos domésticos, industriais e hospitalares. Suas atividades foram paralisadas por solicitação do Ministério Público que embargou a área em julho de 1989. A Prefeitura de Novo Hamburgo foi responsável pela remediação do local, que foi realizada no ano 2003, treze anos após o encerramento das atividades. Para isso, construiu-se um dique de contenção e aplicação de cobertura de argila na área, porém, não foram executadas medidas para cessar a contaminação (CHITES, 2015).

Após remediado, não foi dado nenhum uso ao local. Seu entorno, assim como nas demais área de lixões desativados em Novo Hamburgo, apresenta atualmente uso misto de ocupação, com a presença de indústrias e residências (CHITES, 2015).

O encerramento das atividades na Vila Kroeff demandou a realização de estudos para adoção de uma nova área a ser destinada para a atividade de disposição final de resíduos em Novo Hamburgo. O local escolhido é o mesmo onde se encontra atualmente o Aterro Sanitário desativado, em área adjacente à Central de Triagem de Resíduos, no bairro da Roselândia (CHITES, 2015).

Figura 36: Mapa de localização dos passivos ambientais de resíduos sólidos no município de Novo Hamburgo.



Fonte: CHITES, 2015.

O projeto inicial da área previa a implantação de uma Central de Reciclagem e Compostagem de Resíduos, na época denominada de Reciclão. A proposta para a Central considerava a participação de catadores para a remoção dos materiais potencialmente recicláveis dos resíduos sólidos domiciliares encaminhados ao local, e a transformação da fração orgânica em composto (CHITES, 2015; NOVO HAMBURGO, 2017a).

Contudo, não foram disponibilizadas as estruturas necessárias para a correta operação da Central, tornando as condições de trabalho muito precárias, transformando o projeto da Central em um lixão. Reportagens da época apontavam a presença de resíduos industriais na área, o que, a princípio, não era permitido (CHITES, 2015).

Para remediar esta situação, uma célula foi construída e licenciada para disposição final dos resíduos sólidos urbanos que eram depositados de forma irregular no local.

Figura 37: Vista aérea da Central de Triagem de resíduos no município de Novo Hamburgo em 1999.



Fonte: MULLER, 2004.

O encerramento da célula ocorreu em 2009, porém, de acordo com o PMGIRS de Novo Hamburgo, o envio de resíduos ao local se encerrou em 2005 (NOVO HAMBURGO, 2017a). Conforme descrito no Projeto Básico de Readequação do Aterro Sanitário, elaborado em 2006, a célula desativada do Aterro foi executada sem o

acompanhamento técnico necessário e projeto adequado, apresentando diversas não conformidades em relação às exigências mínimas para a execução de um aterro sanitário (AZAMBUJA, 2006).

O Projeto Básico de Readequação apontava a existência de diversos pontos sem cobertura ou com cobertura precária dos resíduos, permitindo a fuga dos gases gerados pelo processo de decomposição e o vazamento de percolados. Identificou-se também a inexistência de registros sobre as drenagens de percolado internas e distribuição inadequada de drenos de gases e eficiência comprometida (AZAMBUJA, 2006).

A versão original do Aterro Sanitário previa a construção de uma nova célula para disposição final de resíduos, ampliando o tempo de vida útil da área. Todavia o Projeto Básico de Readequação aponta que houve desistência por parte do poder público municipal da execução desta etapa (AZAMBUJA, 2006).

As obras de readequação do maciço foram realizadas em 2008, incluindo a construção do sistema de tratamento do lixiviado. As obras foram concluídas em 2011, quando iniciou-se o monitoramento da área (SCHNEIDER, 2018). Atualmente a manutenção e monitoramento do Aterro estão sob responsabilidade da empresa Onze Construtora e Urbanizadora LTDA.

De acordo com o Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos municípios integrantes do Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos Pró-Sinos (2012), o Aterro Sanitário de Novo Hamburgo é considerado desativado e remediado. A última Licença de Operação que autoriza o monitoramento desta área é a LO nº 168/2017-DLA, emitida em 04 de dezembro de 2017 e válida por quatro anos, expirando em 2021.

O último relatório de monitoramento, datado de agosto de 2018, realizou amostragem e análise dos efluentes, das águas superficiais e das águas subsuperficiais. O sistema de tratamento do efluente contempla bacia de sedimentação, duas lagoas de tratamento biológico e, após o tratamento, o efluente é infiltrado no solo (SCHNEIDER, 2018).

Figura 38: Sistema de tratamento do lixiviado - lagoas de estabilização.



Figura 39: Sistema de tratamento do lixiviado.



Devido ao encerramento da disposição de resíduos ter ocorrido em 2005, o lixiviado gerado no Aterro possui baixa carga poluidora, resultado da degradação natural no interior do maciço de resíduos. A amostra do efluente tratado indica redução significativa da carga poluidora após o lixiviado passar pelo sistema de tratamento

biológico in situ, principalmente para os parâmetros DBO, DQO, Ferro Total, Nitrogênio Amoniacal e Nitrogênio Total Kjeldahl. Após o tratamento, todos os parâmetros se enquadraram na Resolução Consema 355/2017 para descarte do efluente (SCHNEIDER, 2018).

Para as águas superficiais os parâmetros Alumínio Total, Manganês Total e Nitrito, indicaram qualidade levemente inferior nos pontos de coleta a jusante do Aterro quando comparados aos pontos à montante/intermediário. Contudo, considerando-se que as variações encontradas foram muito pequenas, o relatório conclui que o empreendimento não está influenciando a qualidade das águas superficiais do entorno (SCHNEIDER, 2018).

As amostras que avaliam as condições das águas subsuperficiais, são utilizadas cacimbas de acúmulo e monitoramento. Em dois pontos de amostragem os parâmetros em não conformidade com os padrões de potabilidade foram: Coliformes Termotolerantes e Totais, indicando que a água teve contato com fezes de animais de sangue quente, tornando a água não potável. No entanto, os parâmetros D.B.O. e D.Q.O. registraram reduções ao longo das campanhas, o que permite concluir que, apesar da qualidade da água ser regular, não há influência do aterro neste resultado (SCHNEIDER, 2018).

Já o terceiro ponto de amostragem, obteve resultados em não conformidade com os padrões de potabilidade para: Alumínio, Turbidez, Coliformes Termotolerantes e Totais. O relatório de monitoramento aponta que, de forma geral, este poço esboçou melhora significativa na qualidade da água, principalmente no que tange D.B.O. e D.Q.O., não indicando, contaminação por lixiviado (SCHNEIDER, 2018).

Por fim, são apresentados os dados de monitoramento dos deslocamentos horizontais e recalques. Estes têm por objetivo avaliar a evolução do adensamento e da estabilidade dos taludes do aterro ao longo do tempo. Em toda a série histórica, nenhuma das medições apresentou valores próximos aos limites de segurança (até 20 mm/dia para recalque e 10 mm/dia para deslocamento horizontal). Sendo assim, conclui-se que desde o encerramento do maciço não houve indícios de instabilidades e que, portanto, os taludes podem ser considerados estáveis (SCHNEIDER, 2018).

6. AVALIAÇÃO DO MODELO PRATICADO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº12.305/2010) estabelece a hierarquia a ser adotada na gestão dos resíduos sólidos urbanos, priorizando a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, para que haja a disposição final ambientalmente adequada apenas dos rejeitos. O atendimento deste objetivo deve permear todo o processo de tomada decisão, mesmo que baseado em metas progressivas.

Como visto, no município de Novo Hamburgo os resíduos sólidos domiciliares coletados são encaminhados para a Central de Triagem de Resíduos da Roselândia. Neste local, os resíduos passam por um processo de triagem manual, cuja capacidade operacional não atende à demanda imposta. Os rejeitos dessa etapa e parte dos resíduos sólidos domiciliares brutos são direcionados para o transbordo, para posteriormente serem enviados ao aterro sanitário, que está a aproximadamente 127 quilômetros de distância. Vale ressaltar que a estrutura do transbordo está inadequada para operação.

Conclui-se com isso que o modelo vigente atende parcialmente aos objetivos da PNRS mencionado, uma vez que grande parte da fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares coletados não é submetida a um processo de tratamento adequado e diversificado. Além disso, a execução deste serviço tem sido muito custosa para o município dada a distância percorrida para a disposição final dos resíduos.

Em relação a fração seca dos resíduos sólidos domiciliares, apesar de haver o serviço de coleta seletiva no município, este ainda não abrange de maneira eficiente todos os bairros de Novo Hamburgo e as cooperativas de catadores de materiais recicláveis existentes estão no limite de sua capacidade operacional. A ampliação da coleta seletiva é essencial para se atingir a meta de destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e para disposição final de rejeitos nos aterros sanitários.

Em relação aos resíduos da construção civil, a Prefeitura de Novo Hamburgo disponibiliza dois Ecopontos para entrega voluntária de resíduos pelos pequenos geradores. Contudo, verificou-se que a estrutura física e operacional desses espaços está inadequada, o que contribui para a disposição de forma inadequada dos resíduos em vias públicas, valas, terrenos baldios, entre outros locais. O descarte de resíduos de qualquer

natureza em áreas inapropriadas causa diversos impactos negativos, favorece a degradação da qualidade ambiental e diminui a qualidade de vida da população.

Além disso, não há no município estrutura que incentive a reciclagem e reutilização desse resíduo. A Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas alterações estabelece que os resíduos da construção civil, após triagem, deverão ser destinados para locais específicos, de acordo com a Classe aos quais pertencem. Os que compõem a Classe A deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura. Já para a Classe B, além de serem reutilizados ou reciclados, devem ser encaminhados a áreas de armazenamento temporário. Por fim, tanto os resíduos Classe C como Classe D deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (BRASIL, 2002; BRASIL, 2012).

Em vista do exposto, o mais indicado para o município de Novo Hamburgo é o investimento em tratamento dos resíduos sólidos, de forma a alcançar a sua máxima valorização e, conseqüentemente, a diminuição da quantidade de resíduos encaminhados para o aterro sanitário.

7. PROGNÓSTICO

7.1. Projeções de demanda

Para a elaboração do planejamento que melhor represente a realidade local, é necessário o conhecimento prévio de características populacionais, como sua dinâmica de crescimento e, principalmente, identificar suas necessidades, de acordo com o objetivo estabelecido para o projeto.

O estudo de projeção da população para o município de Novo Hamburgo teve como base os dados divulgados na plataforma Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, uma iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e da Fundação João Pinheiro. Entre 2000 e 2010, a população de Novo Hamburgo cresceu a uma taxa média anual de 0,12%. Partindo da

população estimada em 2018 de 246.452 habitantes, obteve-se a projeção demonstrada na tabela subsequente.

Tabela 8: projeção populacional para o Município de Novo Hamburgo durante o horizonte de planejamento.

Ano	População (hab)
1	246.748
2	247.044
3	247.340
4	247.637
5	247.934
6	248.232
7	248.530
8	248.828
9	249.126
10	249.425
11	249.725
12	250.024
13	250.324
14	250.625
15	250.926
16	251.227
17	251.528
18	251.830
19	252.132
20	252.435
21	252.738
22	253.041
23	253.345
24	253.649
25	253.953

Considerou-se que a taxa de geração dos resíduos está diretamente associada ao crescimento da população residente de Novo Hamburgo. Desta forma, a projeção da estimativa de geração dos resíduos sólidos para o horizonte previsto neste projeto tomará como base os valores de geração per capita tanto dos resíduos sólidos domiciliares (RSD), como para os resíduos da construção civil (RCC), os resíduos de serviços de saúde (RSS) e os provenientes da coleta seletiva. Esta projeção servirá como base para os dimensionamentos e cálculos da demanda pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Entre 2018, foram coletados em média 179 toneladas/dia de resíduos sólidos domiciliares. Para o mesmo ano, a população estimada pelo IBGE era de 246.452 habitantes. Com base nestas informações, verificou-se que a geração per capita de RSD foi de 0,73 kg/hab/dia.

Para a coleta seletiva, a projeção dos materiais recicláveis parte dos resultados de geração dos resíduos sólidos obtidos, sendo aplicado neste valor uma meta progressiva de coleta dos materiais recicláveis ao longo dos anos, a fim de estimular a expansão desse serviço. Como visto, no ano de 2018 foram coletadas 970 toneladas de resíduos pelas cooperativas, o que representa 1,7% dos RSD coletados no mesmo ano (55.790 toneladas). Com base nisso, as porcentagens de coleta de materiais recicláveis foram distribuídas da seguinte maneira:

- a) Do 1º até o 10º ano – coleta de, pelo menos, 5% de materiais recicláveis;
- b) Do 11º até o 25º ano – coleta de, pelo menos, 10% de materiais recicláveis.

Para os resíduos da construção civil, foi adotada a geração informada no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Novo Hamburgo (2012) de 53,96 t/dia para 2019 e 60,63 t/dia para 2031. Vale ressaltar que a geração de RCC está relacionada a diversos fatores e variáveis, tendo como principais influências as variações macro e microeconômicas, inserção de novos métodos construtivos no mercado, desenvolvimento imobiliário regional e local, campanhas de educação ambiental, conscientização da população, aplicação de leis, dentre outros.

A quantidade de geração de resíduos da construção civil é diferente da quantidade coletada pelo poder público, uma vez que o grande gerador é responsável pela destinação final adequada de seus resíduos, ficando a cargo do poder público a coleta em pontos de descarte inadequado e pela destinação do pequeno gerador.

Já a geração per capita de resíduos de serviços de saúde em Novo Hamburgo é de 0,000556 kg/hab/dia para o Grupo A/E, tomando como base a estimativa de 137 toneladas coletadas em 2018 e a população estimada para o mesmo ano. Já para os resíduos do Grupo B, a geração per capita é de 0,000045 kg/hab/dia.

Para estimar a geração de resíduos verdes provenientes dos serviços de limpeza urbana, adotou-se que a relação da quantidade coletada de resíduos públicos (limpeza pública – varrição, capina e roçada) pela quantidade de resíduos sólidos domiciliares é de 1,43%. Esta relação foi obtida para o município de Canoas, que assim como Novo Hamburgo, pertence à Região Metropolitana de Porto Alegre.

Os resultados obtidos são apresentados na tabela a seguir e consideram o horizonte de 25 anos.

Tabela 9: Estimativa da geração de resíduos sólidos para o Município de Novo Hamburgo durante o horizonte de planejamento.

Ano	RSD (t/ano)	Coleta seletiva (t/ano)	RCC (t/ano)	RSS - Grupo A/E (t/ano)	RSS - Grupo B (t/ano)	Resíduos Verdes (t/ano)
1	53.119	2.151	19.426	137	11	800
2	53.183	2.153	19.615	137	11	801
3	53.247	2.156	19.807	137	11	802
4	53.311	2.158	20.000	138	11	802
5	53.375	2.161	20.195	138	11	803
6	53.439	2.164	20.392	138	11	804
7	53.503	2.166	20.591	138	11	805
8	53.567	2.169	20.792	138	11	806

Ano	RSD (t/ano)	Coleta seletiva (t/ano)	RCC (t/ano)	RSS - Grupo A/E (t/ano)	RSS - Grupo B (t/ano)	Resíduos Verdes (t/ano)
9	53.631	2.171	20.995	138	11	807
10	53.696	2.174	21.200	139	11	808
11	50.931	4.353	21.407	139	11	809
12	50.992	4.358	21.616	139	11	810
13	51.053	4.364	21.827	139	11	811
14	51.114	4.369	22.040	139	11	812
15	51.176	4.374	22.255	139	11	813
16	51.237	4.379	22.472	140	11	814
17	51.298	4.384	22.691	140	11	815
18	51.360	4.390	22.913	140	11	816
19	51.422	4.395	23.137	140	11	817
20	51.483	4.400	23.362	140	11	818
21	51.545	4.406	23.590	140	11	819
22	51.607	4.411	23.821	141	11	820
23	51.669	4.416	24.053	141	11	821
24	51.731	4.421	24.288	141	11	822
25	51.793	4.427	24.525	141	11	823

7.2. Tecnologias

A seguir serão apresentadas as principais tecnologias disponíveis no mercado para a prestação dos serviços de manejo de resíduos, considerando os aspectos ambientais e econômicos de sua implantação, bem como o ganho de eficiência operacional.

7.2.1. Coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos

O sistema de coleta e transporte de resíduos sólidos pode ser muito diverso dependendo do município onde é implementado, em decorrência das características populacionais, geográficas, da estrutura já existente, recursos financeiros, técnicos e da existência ou não de um planejamento urbano.

A princípio esses sistemas tem a função de coletar os resíduos no local onde são gerados e transportá-los até uma área para destinação final ambientalmente adequada. Paralelo a isso, a coleta de resíduos também evita problemas de saúde pública ao reduzir a proliferação de vetores causadores de doenças, reduz os episódios de enchentes e mantém a estética da região, resultando em uma melhor qualidade de vida. Contudo, para que isto seja possível, a coleta precisa ser eficiente, ou seja, precisa ter planejamento técnico, equipamentos adequados e participação da comunidade (RIBEIRO, 2017).

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são coletados de forma manual e mecanizada, e transportados até o ponto onde terão destinação ambientalmente adequada. A coleta manual é a mais comum e conhecida pela população, com os coletores recolhendo os sacos dispostos nas vias públicas do município e colocando nos veículos coletores.

Na coleta mecanizada os coletores ou os próprios munícipes levam o resíduo até contêineres ou contentores dispostos em pontos estratégicos. O veículo então recolhe regularmente todo o conteúdo de uma só vez, evitando que os sacos sejam rasgados sujando as ruas (ABLP, 2015).

Esse tipo de coleta propicia um menor impacto visual, já que os sacos não ficam amontoados em vias públicas, gera mais segurança para o coletor, agilidade na retirada do lixo e também pode baratear o custo do serviço, pois os resíduos podem ser recolhidos em intervalos maiores de tempo diminuindo a rota dos veículos. Aliado a isso, há também a vantagem de permitir que os usuários possam descartar seus resíduos em qualquer dia da semana ou horário (ABLP, 2015).

Os contentores podem ser instalados nas vias públicas ou serem subterrâneos. O soterramento é indicado para locais com alta movimentação e pouco espaço para

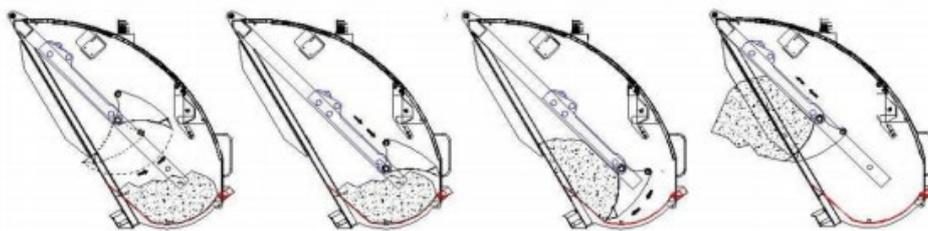
condicionamento dos resíduos, e também para locais históricos e turísticos, pois a solução valoriza a arquitetura e a beleza do local (ABLP, 2015).

Existem diversos tipos de veículos para realizar a coleta dos resíduos e é possível classificá-los como compactadores e não compactadores. Entre os veículos não compactadores estão o caminhão basculante convencional, o caminhão baú, carreta e o *Roll-on-Roll-off*. Apesar da versatilidade que estes veículos oferecem, podem exigir um esforço maior dos garis devido à altura das carrocerias, deixam os resíduos expostos à chuva e ao vento, além de só poderem ser adotados na modalidade de coleta manual (RIBEIRO, 2017).

Já entre os veículos com compactação destacam-se as de carga frontal, lateral e traseira, sendo esta última a mais adotada no Brasil. Este tipo de veículo é projetado com abertura na parte de trás, pela qual os coletores podem jogar manualmente os sacos com os resíduos ou esvaziar as lixeiras. Geralmente, estes veículos também possuem um sistema de basculamento para automaticamente esvaziar grandes quantidades de resíduos sem muito esforço dos coletores (RIBEIRO, 2017).

Em um coletor de carga traseira os resíduos são depositados em uma bacia de carga, em um determinado nível mais próximo do solo e são deslocados para outro compartimento mais elevado, onde acontece a compactação e onde ficam armazenados, completando o ciclo (FILHO, 2015).

Figura 40: Fases do ciclo de compactação em um veículo tipo carga traseira.



Fonte: RIBEIRO, 2017.

O caminhão compactador do tipo carga traseira apresenta diversas vantagens, pois, possui maior capacidade de armazenamento, viabilizando a coleta de uma quantidade maior de resíduos, alta velocidade operacional, baixo índice de derramamento de

resíduos, rápido descarregamento e boas condições ergométricas para o serviço dos garis (RIBEIRO, 2017).

Outra vantagem do uso de veículos compactadores é que, se equipados com lifteres de elevação, o caminhão pode realizar a coleta mecanizada, pegando o contentor, despejando os resíduos em seu compartimento e recolocando-o no local.

Entre a geração do resíduo sólido domiciliar, a sua coleta e o processo de compactação e transporte decorre um período de tempo suficiente para que se inicie o processo de decomposição destes resíduos, seguida da produção do lixiviado (chorume). O lixiviado é um líquido escuro contendo alta carga poluidora e com forte odor, podendo provocar a contaminação do solo, do lençol freático e de corpos d'água (FREITAS, 2013).

Caminhões compactadores devem possuir um compartimento ou tanque anexado para coletar o chorume proveniente da prensagem do resíduo coletado. Este líquido vai acumulando nos veículos durante o transporte, sendo descarregado, juntamente com os resíduos, nas estações de transbordo e/ou nos aterros sanitários (FREITAS, 2013).

Já entre as desvantagens estão o elevado preço do equipamento, manutenção mais complexa e relação custo-benefício desfavorável em áreas de baixa densidade populacional (IBAM, S/D).

7.2.2. Tratamento de resíduos sólidos urbanos

Os processos de tratamento de resíduos sólidos podem ser classificados como mecânicos, bioquímicos e térmicos. As tecnologias disponíveis para cada tipo de tratamento serão descritas a seguir.

7.2.2.1. Tratamento mecânico

O tratamento mecânico consiste na realização de processos físicos geralmente no intuito de triar ou alterar as propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas dos resíduos, por meio da reciclagem.

A segregação dos resíduos sólidos pode ocorrer tanto na fonte geradora como após a sua coleta pelo sistema público de limpeza urbana. Os resíduos sólidos urbanos,

principalmente o domiciliar, podem ser separados em frações secas e úmidas. O resíduo seco é composto por materiais potencialmente recicláveis como o papel, vidro, lata e plástico. Já a porção úmida corresponde à parte orgânica dos resíduos, como as sobras de alimentos, cascas de frutas e restos de poda.

No caso de triagem dos resíduos na fonte geradora, isso implicará em um processo de coleta específico dos resíduos secos, bem como a utilização de outras alternativas de destinação final. Sendo assim, este item será abordado mais detalhadamente adiante em tópico específico.

Neste tópico serão apresentadas apenas as tecnologias de tratamento mecânico para segregação de resíduos após a sua coleta. Neste caso, este processo é realizado em Centrais de triagem operacionalizadas em maior ou menor escala por equipamentos eletromecânicos, caracterizando-as como manuais, semi-automatizadas e automatizadas.

A Central manual é indicada para cidades pequenas, com baixa geração de resíduos sólidos urbanos. As instalações e equipamentos necessários para sua implantação são basicamente um pátio impermeabilizado ou um galpão, mesa ou esteira de triagem, baias de separação, balança, prensas e depósito, além de instalações sanitárias para os funcionários (BRASIL, 2008).

As Centrais manuais, podem ser compostas ou não pelo uso de esteiras. A presença de esteiras que carregam os resíduos impõe ritmo ao trabalho, porém eleva os custos de aquisição e manutenção de equipamentos. O nível de rejeitos é da ordem de 25% a 30%, sendo que a quebra dos equipamentos interrompe a triagem e o sistema acaba por excluir o trabalho de idosos e pessoas com dificuldades (BRASIL, 2008).

Já no caso de Centrais de triagem compostas apenas de silos e mesas, o custo com equipamento é menor, bem como o de instalação e manutenção. Por outro lado, as Centrais de triagem em mesa têm maior capacidade, o índice de rejeitos do processo é menor (5%) e cada pessoa trabalha em seu ritmo (BRASIL, 2008).

Em ambas há o emprego de muitos trabalhadores, em sua maioria catadores, e o investimento inicial é baixo se comparado aos demais modelos de Centrais semi-automatizadas e automatizadas. Por outro lado, apresentam limitada capacidade de triagem, pois esta depende do número de funcionários, que devem ser capacitados para exercer a atividade (MACHADO, 2013).

No caso de Centrais automatizadas, verifica-se um número maior de equipamentos, tornando o processo de triagem mais complexo. O processo se inicia com uma primeira máquina que abre automaticamente as sacolas plásticas que acondicionam os resíduos. Em seguida, estes são separados por um trommel (espécie de peneira rotativa). Os vidros e materiais volumosos devem ser separados, manualmente, pelos catadores em uma pré-triagem. Já os produtos recicláveis são encaminhados para um separador balístico, que tem como finalidade distinguir os materiais entre flexível (papel) e rígido (garrafas Pet, Tetra Pak) (ABLP, 2014).

Após essa separação, os materiais passam por outra etapa com sensores ópticos. O material é escaneado, e, por meio de cores, é possível detectar os diferentes produtos. No final dessa esteira, existem válvulas de ar comprimido, para ejetar cada objeto para uma saída que vai para um controle manual final (ABLP, 2014).

Indicadas para grandes municípios, as vantagens de centrais automatizadas são: maior capacidade de processamento quando comparadas às demais, menor nível de desgaste do funcionário e maior qualidade do produto final segregado. Como desvantagens estão a redução de postos de trabalho e o alto investimento inicial (ABLP, 2014).

No caso da implantação de Centrais automatizadas, em decorrência do aumento na capacidade de processamento, é necessário avaliar se haverá demanda de mercado para incorporar os produtos finais. Caso contrário a Central não poderá operar no máximo de sua capacidade instalada, tornando-se um ativo custoso e mal dimensionado (MACHADO, 2013).

Por fim, as semi-automatizadas são indicadas para municípios de médio porte e usam, em conjunto com a triagem manual, apenas alguns dos equipamentos presentes nas centrais automatizadas, geralmente o trommel e o separador balístico. Isto lhes confere uma produção adaptável à demanda e maior geração de renda, por necessitar o uso de um número maior de funcionários se comparada à Central automatizada (MACHADO, 2013).

Outra tecnologia para o tratamento mecânico do RSU é a produção de combustível derivado de resíduos (CDR). O CDR é o resultado de um processo de triagem e tratamento do resíduo sólido que deve atender às normas e às legislações vigentes, a fim

de atingir um poder calorífico mínimo para ser queimado. São utilizados como combustíveis alternativos majoritariamente para a geração de energia e também na substituição de outros tipos de combustíveis em processos industriais (MEYSTRE, 2016).

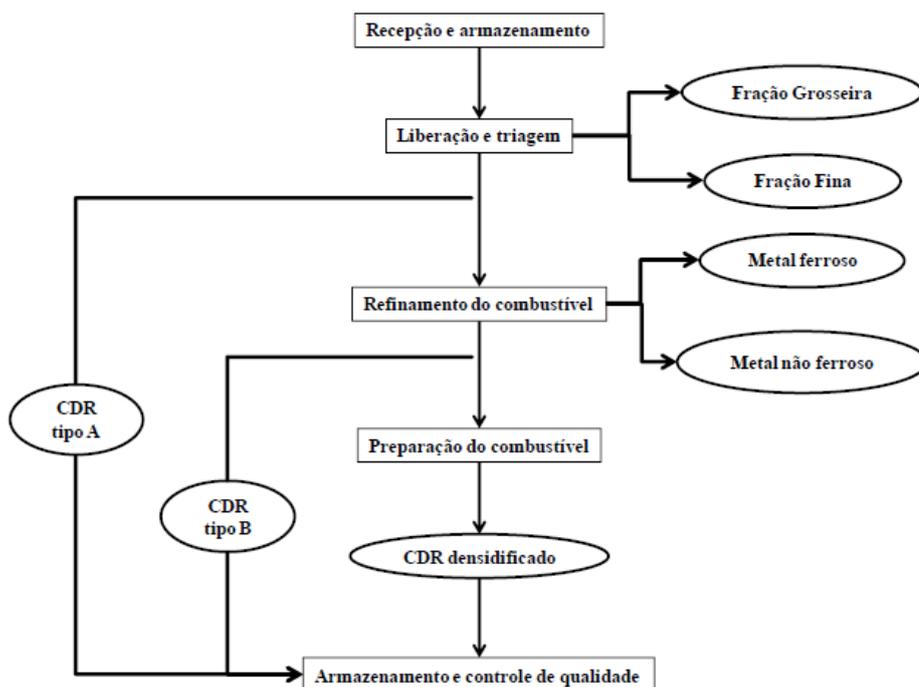
No Brasil, o coprocessamento de resíduos para produção de CDR é considerado uma operação de reciclagem, segundo a Instrução Normativa do IBAMA 01/2013 sendo ambas classificadas como tecnologias mecânicas para o tratamento dos resíduos (IBAMA, 2013).

Existem vários métodos de processamento para a produção de CDR em uma Unidade de Processamento de Resíduo (UPR), uma vez que cada unidade apresentará configurações e equipamentos de diferentes especificações para alcançar objetivos específicos. De maneira geral, a produção do CDR é organizada nas seguintes etapas (MCDUGALL et al., 2001 apud MAMEDE, 2013; MEYSTRE, 2016):

- a) Recepção e armazenamento: Entrega dos resíduos e inspeção visual para retirada de materiais que possam danificar os equipamentos.
- b) Liberação e triagem: Etapa de remoção por peneiras de frações finas e grosseiras dos resíduos. Considera-se como fração fina aquela rica em umidade e material putrescível, bem como cinzas, areia e cacos de vidro. Já a fração grosseira consiste principalmente em pedaços muito grandes de papel, papelão ou plástico filme.
- c) Refinamento do combustível: Envolve os processos de redução de tamanho de partícula, separação por densidade e separação magnética. A redução do tamanho de partícula consiste na trituração do resíduo. Em seguida a fração pesada (metal, plástico denso) é separada da fração leve (plástico filme, papel) de acordo com a densidade de cada material e, por fim, há o processo de separação magnética, removendo os metais ferrosos e não ferrosos.
- d) Preparação e combustível: Trituração secundária a fim de reduzir novamente o tamanho da partícula para a operação de peletização, e posterior secagem do material. Nesta etapa há uma redução aproximada de 30% para 12% no teor de umidade.

- e) Armazenamento e controle de qualidade: Transformação do resíduo em pelete ou briquete (pequenas esferas, cilindros ou cubos) e armazenamento do CRD.

Figura 41: Processo de produção de combustível derivado de resíduo (CDR).



Fonte: MCDUGALL et al., 2001 *apud* MAMEDE, 2013.

Ao longo deste processo várias tecnologias são utilizadas. Para o tratamento mecânico destacam-se os separadores magnéticos, separadores de corrente de Foucault, classificadores de ar, separadores óticos e a classificação manual. Para o tratamento biológico, as técnicas utilizadas são a da digestão anaeróbia e a compostagem aeróbia, ou a combinação das duas técnicas (MEYSTRE, 2016).

Conforme ilustrado, dependendo do nível de processamento do resíduo é possível obter dois combustíveis, o CDR densificado e o CDR grosseiro (Tipo A e B). O CDR grosseiro Tipo A contém metal e outros materiais não combustíveis. O Tipo B é uma forma mais refinada, pois, possui apenas a fração leve do resíduo somado ao que restou da separação magnética. Por fim, no CDR densificado encontra-se o resíduo mais homogêneo, composto por plástico, papel, papelão, madeira e borracha, com poucas variações no seu poder calorífico e seco. O processo de produção do CDR gera

subprodutos ao longo das etapas de triagem como os materiais recicláveis e os orgânicos (MCDOUGALL et al., 2001 apud MAMEDE, 2013).

O estágio de preparação do combustível representa a grande diferença entre os dois CDRs. Quanto menor a umidade do resíduo, melhor o seu armazenamento e características de combustão. Sendo assim, o CDR densificado pode ser armazenado por mais tempo, em contraste ao CDR grosseiro, que necessita ser queimado dentro de pouco tempo após sua produção. Além disso, o CDR densificado pode ser queimado em unidades dedicadas, ou utilizado em co-combustão com carvão e outros combustíveis sólidos. Já o grosseiro é apropriado para uso local na geração de eletricidade e/ou calor (MCDOUGALL et al., 2001 apud MAMEDE, 2013).

O mercado consumidor de CDR proveniente de resíduos sólidos urbanos envolve principalmente indústrias que possuem tecnologia ou dispositivos integrados aos seus sistemas de conversão térmica. Dentre elas estão as usinas de geração de energia, papel e celulose, fornos de fabricação de cimento e caldeiras de geração de vapor.

A indústria tem sido o principal consumidor da tecnologia de CDR, porém, tradicionalmente ela utiliza em seus fornos combustíveis como o coque de petróleo, carvão e o óleo, todos provenientes de recursos não renováveis e com altos fatores de emissão de CO₂, gás que contribui para o aumento do efeito estufa. A substituição destes combustíveis pelo CDR leva conseqüentemente à redução no uso de recursos não renováveis, além da redução na emissão de CO₂ (FEAM¹, 2010).

Tabela 10: Comparação entre poder calorífico e emissões de CO₂ entre diferentes combustíveis.

Combustível	Unidade	Fator de emissão de CO₂	Poder calorífico inferior (Mj/Kg)	CO₂ por unidade energética
Óleo	T	78,8	40,5	1,95
Coque de petróleo	T	97,0	99,5	2,90
Carvão	T	98,3	33,5	2,93
Gás metano (de aterro)	1.000 m ³	56,1	17,0	3,30
CDR	T	31,8	20,0	1,59

Fonte: REVALORE, 2014.

Cada forno de cimento pode consumir, no mínimo, 1.000 toneladas de CDR por mês com especificação de granulometria abaixo de 50 mm, poder calorífico entre 3.000 - 4.000 kcal/kg, teor de umidade entre 15 – 20% e teor de cloro abaixo de 0,3%. Estas especificações são obtidas através de resíduos, provenientes de um processo de triagem e reciclagem, compostos basicamente por papel, papelão e plásticos.

O valor do CDR se dá em função do valor do coque no mercado, podendo variar entre R\$100,00 a R\$ 180,00/t de CDR. Este valor corresponde a uma economia de até 30% no valor da energia térmica por parte da cimenteira, medido em R\$/Gcal ou R\$/GJ.

O uso de CDR apresenta um baixo custo de produção em relação aos combustíveis convencionais quando os resíduos usados de matéria-prima são segregados na fonte. Além disso, esta triagem inicial também resulta em um CDR de composição química uniforme auxiliando no controle da combustão. O processamento dos resíduos em partículas de tamanho uniforme ou densificadas em briquetes facilita o manuseio, o armazenamento, o transporte e a combustão do combustível. Por fim, destaca-se a possibilidade de mistura do CDR com outros combustíveis em diferentes estados físicos (MEYSTRE, 2016; MAMEDE, 2013).

Outro ponto a observar diz respeito ao pré-tratamento dos resíduos. Caso a segregação dos resíduos na fonte seja mal realizada, plásticos como o PVC e outros resíduos que contenham metais pesados podem ser inseridos no processo de produção do CDR e a combustão deles resulta em emissões indesejáveis na atmosfera, como de mercúrio, dioxinas e furanos. Sendo assim, para se obter os benefícios associados a esta tecnologia, é necessário que haja um controle adequado sobre as emissões atmosféricas nas instalações industriais, bem como um controle da qualidade dos materiais de entrada no processo de produção do CDR (FEAM, 2010).

A viabilidade da transformação do RSU em combustível é diretamente influenciada por algumas variáveis associadas às condições locais como a quantidade de resíduos gerada no município, as formas de destinação final em uso, os arranjos institucionais e a disponibilidade de mercado consumidor e o valor da receita obtida com a venda do CDR processado (MEYSTRE, 2016).

7.2.2.2. Tratamento biológico

O tratamento biológico envolve processos de decomposição aeróbia ou anaeróbia da matéria orgânica, resultando na produção de compostos orgânicos e, dependendo da tecnologia, energia (FADE/UFPE, 2013).

Dentre esses processos está a compostagem que consiste na decomposição biológica da matéria orgânica contida em resíduos de origem animal ou vegetal, pela ação de microorganismos. Esse processo tem como resultado final o composto orgânico, um produto rico em nutrientes minerais que pode ser aplicado no solo para melhorar suas características de produtividade, sem ocasionar riscos ao meio ambiente (FADE/UFPE, 2013).

A compostagem pode ser aeróbia ou anaeróbia. Na modalidade anaeróbica a decomposição é realizada por microorganismos que podem viver em ambientes sem a presença de oxigênio. O tratamento ocorre em baixa temperatura, com exalação de fortes odores, e leva mais tempo até que a matéria orgânica se estabilize (INSTITUTO WEB-RESOL, S/D).

Na compostagem aeróbia, processo mais adotado para o tratamento do resíduo domiciliar, a decomposição é realizada por microorganismos na presença de oxigênio. A temperatura pode chegar a até 70°C, os odores são menos agressivos e a decomposição é mais veloz (INSTITUTO WEB-RESOL, S/D).

A NBR 13591/2010 da ABNT define Usina de Compostagem como uma instalação dotada de pátio de compostagem e conjunto de equipamentos eletromecânicos destinados a promover e/ou auxiliar o tratamento das frações orgânicas dos resíduos domiciliares. Essas unidades normalmente recebem resíduos de mercados e feiras livres, junto com as folhas das podas de árvores provenientes dos serviços de limpeza urbana (FADE/UFPE, 2013).

Há três tipos básicos de compostagem: a natural, em que os resíduos são dispostos sobre o solo em leiras com dimensões predefinidas e se faz um procedimento periódico de seu reviramento e, eventualmente, de umidificação, até que o processo seja terminado (BRASIL, 2010c).

Um segundo método consiste em se fazer uma aeração forçada nas leiras, sem reviramento do material, colocando a massa a ser compostada sobre um sistema de

tubulação perfurada pela qual se fará a aeração da pilha de resíduos. E um terceiro tipo consiste na colocação da massa de resíduos a ser compostada em um reator biológico, fechado, que permite controlar os parâmetros sem interferência do ambiente externo (BRASIL, 2010c).

Por se tratar de processo biológico, requer um balanceamento adequado da relação C/N e determinadas condições de temperatura, umidade e aeração em seus diversos estágios. No início do processo, que dura em torno de 30 dias, ocorre a degradação da matéria orgânica pela ação de microrganismos com diferentes metabolismos; há elevação da temperatura do material em decomposição, que pode variar de 40°C até a 60°C (BRASIL, 2010c).

Na fase seguinte, em que a celulose e materiais similares são degradados pela ação de microrganismos, as temperaturas baixam para a faixa de 30°C a 45°C, e há uma fase de maturação ou humificação em que as temperaturas se situam entre 20° e 35°C. Por esta razão, a temperatura é um dos principais elementos para controlar o processo de compostagem. Ao final das duas primeiras fases ocorre a estabilização da matéria orgânica, sendo este período conhecido como bioestabilização (BRASIL, 2010c).

Embora o tempo de ocorrência de cada uma dessas fases possa variar em função dos diversos fatores que influem no processo – pois se trata de um processo bioquímico, vivo – estima-se que o processo de bioestabilização dure entre 60 e 90 dias e o processo total, até que o composto atinja a humificação pode levar de 90 a 120 dias (BRASIL, 2010c).

Nos reatores biológicos é possível acelerar a primeira fase do processo, reduzindo a fase inicial, variando o tempo de retenção do material nos reatores de 7 a 20 dias, reduzindo o tempo total para algo em torno de 70 a 80 dias. Mesmo assim, o composto deve passar por um período de maturação de aproximadamente 60 dias (BRASIL, 2010c).

A escolha do método mais adequado para a compostagem está muito ligada à quantidade de resíduos a ser compostada. Costuma-se utilizar o método natural para quantidades até 100 t/dia de resíduos orgânicos, compreendendo resíduos de origem domiciliar, de grandes geradores de orgânicos, e resíduos de poda, remoção de árvores e jardinagem de áreas públicas e privadas (BRASIL, 2010c).

O tratamento por compostagem apresenta alto potencial, uma vez que grande parte dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil são compostos por resíduos orgânicos (BRASIL, 2010c).

7.2.3. Tratamento de resíduos de serviços de saúde

De acordo com a RDC ANVISA n° 306/2004 e a Resolução CONAMA n° 358/2005 são considerados resíduos de serviço de saúde (RSS) aqueles provenientes de todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal. Exemplos de estabelecimentos geradores de RSS são os hospitais, prontos-socorros, farmácias, postos de saúde, laboratórios, ambulatórios, clínicas médicas, entre outros.

Os RSS são classificados em cinco grupos (CONAMA, 2005):

- a) Grupo A: resíduos com a possível presença de agentes biológicos que podem apresentar risco de infecção, como por exemplo, cultura e estoques de microrganismos, descartes de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados, peças anatômicas, órgãos, animais mortos (zoonoses), entre outros.
- b) Grupo B: resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características físicas, químicas e físico-químicas, tais como resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos, resíduos de saneantes, desinfetantes, resíduos contendo metais pesados, etc.
- c) Grupo C: resíduos gerados pelas atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.
- d) Grupo D: resíduos que não ofereçam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares, como por exemplo, sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos provenientes das áreas administrativas, resíduos de varrição, flores, podas e jardins, etc.

- e) Grupo E: materiais perfurocortantes ou escarificantes como: lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, brocas, lâminas de bisturi, todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

Os resíduos de serviços de saúde são parte importante do total de resíduos sólidos, não necessariamente pela quantidade gerada (cerca de 1% a 3% do total), mas pelo potencial de risco que representam tanto à saúde ocupacional de quem manipula esse tipo de resíduo como ao meio ambiente, em decorrência da destinação inadequada. Desta forma, os RSS exigem cuidados especiais em todas as suas fases de manejo (BRASIL, 2006).

Grande parte dos acidentes resulta de falhas nas etapas de acondicionamento e segregação dos materiais perfuro-cortantes, por serem executadas sem a devida utilização de proteção. Quanto aos riscos ao meio ambiente destaca-se o potencial de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas pelo lançamento de RSS em áreas inadequadas como lixões ou aterros controlados (BRASIL, 2006).

Há também o risco de contaminação do ar, em decorrência do processo de incineração irregular que emite poluentes para a atmosfera contendo, por exemplo, dioxinas e furanos (BRASIL, 2006).

O tratamento de resíduos de serviços de saúde consiste em um conjunto de unidades, processos e procedimentos que alteram as características físicas, químicas ou biológicas do resíduo. Pode ser realizado tanto no estabelecimento gerador como em outro local, desde que observadas as condições de segurança para o transporte entre o estabelecimento gerador e o local do tratamento. Além disso, os sistemas para tratamento de RSS devem ser objeto de licenciamento ambiental, de acordo com a Resolução CONAMA no 237/97 e são passíveis de fiscalização e de controle pelos órgãos responsáveis (BRASIL, 2006).

O tratamento dos resíduos de serviços de saúde pode ser realizado através de diversas maneiras, quais sejam:

- a) Processos térmicos: através da realização da autoclavagem, incineração, pirólise, ou até mesmo uso de aparelhos de microondas.

- b) Processos químicos: os resíduos que foram submetidos a este tipo de tratamento devem ser triturados com intuito de aumentar a eficiência do processo. Após esta etapa os resíduos são imersos em desinfetante por alguns minutos.
- c) Irradiação: neste caso, há uma excitação da camada externa dos elétrons das moléculas, devido á radiação ionizante, deixando-as carregadas, sendo assim haverá um rompimento do material genético (DNA ou RNA) dos microrganismos, resultando na morte dos mesmos.

O Quadro abaixo sintetiza as principais características dos métodos apresentados.

Quadro 6: Comparação entre as principais técnicas de tratamento de RSS.

Processo	Redução do volume	Eficiência da desinfecção	Impacto ambiental	Capacitação pessoal	Capacidade de tratamento	Custo de investimento	Custo de operação
Autoclave	Baixa	Alta	Baixa	Média	Média-baixa	Média	Média
Tratamento químico	Baixa	Incompleta	Média	Média	Média-baixa	Média	Média
Irradiação	Baixa	Baixa	Média	Alta	Pequena	Alta	Alta
Micro-ondas	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Pequena	Alta	Alta
Incineração	Alta	Alta	Baixa	Alta	Sem limites	Alta	Alta

Fonte: LOPES, 2008 apud ZINI, 2011.

Neste estudo serão abordados os processos térmicos para tratamento do RSS por terem uma alta eficiência de desinfecção. A incineração é um processo de combustão, na presença de oxigênio, no qual os materiais à base de carbono são decompostos, desprendendo calor e gerando um resíduo de cinza. O sistema garante a eliminação dos agentes patogênicos e consegue uma redução física significativa dos resíduos, tanto em peso, como em volume (BLASCO, 2015).

Esse processo é empregado no tratamento de resíduos infecciosos ou resíduos de anatomia patológica e de laboratório, excluindo-se os rejeitos radioativos, e resulta em uma redução de volume de aproximadamente 90%, descaracterizando e inertizando o material (BLASCO, 2015).

O tratamento adequado dos resíduos de serviços de saúde que apresentam risco biológico pelo processo de incineração requer temperaturas e tempo de exposição mínima para garantir a eliminação de todos os microrganismos contidos no material de entrada (BLASCO, 2015).

Os incineradores devem conter uma câmara dupla primária, que alcança temperaturas entre 600 e 850°C e com câmara secundária com temperaturas superiores a 1200°C, bem como filtro e lavador de gases (BLASCO, 2015). Vale ressaltar que certos resíduos liberam gases tóxicos aos serem queimados e nesses casos, para evitar a poluição do ar, é necessário instalar filtros e equipamentos especiais, tornando o processo mais caro.

Dentre os sistemas utilizados para minimizar os impactos ambientais como a liberação de dioxinas e de metais pesados à atmosfera pode-se citar aqueles denominados sistemas de depuração de gases, como por exemplo, filtro de mangas, filtro eletrostático, lavadores de gases e filtro de carvão ativado (BLASCO, 2015).

É importante mencionar que a taxa de alimentação do incinerador e a composição dos resíduos são aspectos fundamentais para uma adequada operação e uma correta proteção do incinerador. Desta forma, para que a instalação e operação de uma planta de incineração de resíduos perigosos sejam viáveis é necessário contar com uma quantidade mínima de resíduos.

Outra tecnologia que pode ser utilizada para o tratamento de resíduos de serviços de saúde é a pirólise. Esta consiste na degradação térmica de uma matéria na ausência de oxigênio pelo qual tais substâncias se decompõem mediante calor, sem resultar em reações de combustão (BLASCO, 2015).

Para este tipo de tratamento existem modelos de câmara simples, com temperatura entorno de 1.000°C, e de câmaras múltiplas, com temperaturas na câmara primária entre 600 e 800°C e na câmara secundária entre 1.000 e 1.200°C. Além disso, podem conter sistema de alimentação automático (contínua) ou semiautomática (em bateladas) e

possuem queimadores auxiliares que podem operar com óleo combustível ou gás (BLASCO, 2015).

Para poder tratar os resíduos mediante pirólise, deve-se levar em consideração o cumprimento de uma série de requisitos. No entanto, é difícil definir a tipologia de resíduos considerados como adequados ou inadequados, já que este fator está ligado ao tipo de reator usado e as condições de operação. Basicamente, são considerados como resíduos mais adequados, papel, papelão, raspas de madeira, resíduos de jardim e alguns plásticos selecionados (BLASCO, 2015).

As desvantagens que podem ser citadas sobre esse processo são: o uso limitado de certos resíduos; necessidade de um bom controle de operação do processo; a tecnologia não está amplamente aprovada e o fato de requerer um mercado para o gás de síntese (BLASCO, 2015); custo operacional e de manutenção elevado; manutenção difícil, exigindo trabalho constante de limpeza no sistema de alimentação de combustível auxiliar, exceto se for utilizado gás natural; elevado risco de contaminação do ar; e elevado custo de tratamento dos efluentes gasosos e líquidos.

O tratamento de resíduos de serviços de saúde também pode ser executado através da desinfecção por micro-ondas, cujo processo consiste na aplicação de uma radiação eletromagnética de curta longitude de onda a uma frequência característica. A energia irradiada em tal frequência interfere exclusivamente nas moléculas de água presentes na matéria orgânica resultando em uma troca de seus níveis de energia manifestados através de oscilações em alta frequência. As moléculas de água chocam entre si, friccionam e geram calor elevando a temperatura da água presente na matéria, ocasionando então a desinfecção dos resíduos (BLASCO, 2015).

Para a utilização desta tecnologia é necessária a realização da trituração e redução prévia dos resíduos infectantes em pequenas partes com o intuito de melhorar a eficiência do tratamento. Em seguida, é injetado vapor ao material granulado que é direcionado automaticamente até a câmara de tratamento aonde cada partícula é exposta a uma série de geradores de micro-ondas convencionais que produzem o efeito mencionado anteriormente (BLASCO, 2015).

No final do processo há uma redução de 60% do volume do resíduo que foi inserido (BLASCO, 2015). Pode-se citar como vantagens dessa tecnologia a ausência de emissão

de efluentes de qualquer natureza e o processo contínuo, já as desvantagens são representadas pelos seguintes aspectos: custo operacional relativamente alto e redução do volume de resíduos a ser aterrado obtida somente na trituração.

A esterilização dos resíduos de serviços de saúde por autoclavagem é uma alternativa muito utilizada e o seu processo de tratamento ocorre em ciclos que combinam vácuo, pressão e calor úmido.

Neste tipo de procedimento a temperatura e o tempo são parâmetros fundamentais para a eficiência do processo. As temperaturas de operação devem estar em torno de 134°C a 137°C por um tempo, mínimo, de 30 minutos (BLASCO, 2015).

O equipamento consiste em uma câmara hermética, de aço inoxidável e resistente a altas pressões e vácuos, onde os resíduos são introduzidos para sua esterilização (BLASCO, 2015).

O volume de resíduos é um fator importante na esterilização mediante o vapor, já que é necessário considerar que a manutenção da temperatura de esterilização pode ser dificultada pela alimentação de um volume muito elevado de resíduo. Desta forma, pode ser mais eficiente tratar uma quantidade grande de resíduos em duas etapas, ao invés de uma única (BLASCO, 2015).

Ao comparar o sistema de autoclavagem com incineração podemos listar as seguintes vantagens do primeiro processo:

“• É um procedimento de extrema simplicidade, os materiais para descontaminação são introduzidos na câmara do esterilizador e se submetem a vapor saturado durante um tempo determinado. Contrariamente ao que ocorre no tratamento de incineração, o pessoal que trabalha na planta incineradora deve estar altamente qualificado já que seu manejo é complexo e o processo apresenta um risco moderado.

•É um procedimento “limpo”. Ao trabalhar com vapor de água, não se utiliza nenhum composto químico que poderia produzir resíduos tóxicos. O resíduo gerado pelo esterilizador é sempre água esterilizada.

• *É um procedimento facilmente controlável por meio do monitoramento e registro dos parâmetros físicos do esterilizador, assim como com o uso de controles bacteriológicos existentes no mercado.” (BLASCO, 2015).*

Considerando o tratamento por desinfecção também podemos citar as seguintes vantagens da esterilização por autoclavagem:

“• *Ao trabalhar com temperaturas mais elevadas, o nível de compactação da carga é maior, portanto diminuí o volume residual.*

• *É possível a validação dos ciclos com os controles biológicos existentes no mercado para a esterilização por vapor de (Bacillus Sterothermophilus). Desta maneira, será garantida a eficácia do tratamento sem que este implique um custo adicional significativo.*

• *Em nível tecnológico, devido à própria configuração dos esterilizadores de hoje em dia, estes aportam, sem uma necessidade de investimento extra para o usuário, a possibilidade de esterilizar a carga com os mesmos meios e instrumentos que se tivesse sido feita a desinfecção.*

• *Os controles mecânicos e registros impressos permitem o controle e seguimento dos distintos parâmetros dos ciclos de esterilização” (BLASCO, 2015).*

Após a adoção de uma das tecnologias de tratamento citadas acima o material descontaminado, gerado no final do processo, poderá ser encaminhado para o aterro sanitário local ou ponto de recebimento licenciado para este fim.

O Brasil possui uma significativa capacidade instalada de tratamento de RSS distribuída em todas as macro-regiões conforme pode ser observado na tabela seguinte.

Tabela 11: Distribuição da capacidade instalada (t/ano) de tratamento de RSS no Brasil.

Macro-região	UF	Tecnologia			
		Autoclave	Incineração	Microondas	Total Geral

Macro-região	UF	Tecnologia			
		Autoclave	Incineração	Microondas	Total Geral
Norte	AM	-	2.496	-	2.496
	PA	-	1.248	-	1.248
	RO	-	374	-	374
	Subtotal	-	4.118	-	4.118
Nordeste	AL	-	780	-	780
	BA	3.120	780	-	3.900
	CE	-	3.120	-	3.120
	MA	-	2.340	-	2.340
	PB	-	780	-	780
	PE	6.240	5.304	-	11.544
	PI	2.184	780	-	2.964
	RN	-	2.839	-	2.839
	Subtotal	11.544	16.723	-	28.267
Centro-oeste	DF	-	7.800	-	7.800
	GO	936	12.480	-	13.416
	MT	2.184	499	-	2.683
	Subtotal	3.120	20.779	-	23.899
Sudeste	ES	-	4.368	-	4.368
	MG	6.302	8.112	-	14.414
	RJ	19.344	3.900	1.560	24.804
	SP	46.800	11.232	45.552	130.584
	Subtotal	72.446	27.612	47.112	147.170
Sul	PR	9.672	780	3.744	14.196
	RS	10.920	3.588	-	14.508
	SC	1.872	624	-	2.496
	Subtotal	22.464	4.992	3.744	31.200
Total		109.574	74.224	50.856	234.654

Fonte: ABRELPE, 2014.

Os resultados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008) mostram que dos 5.564 municípios brasileiros, 80,31% realizam a coleta e/ou recebimento de RSS. Destes, apenas 58,5% realizam algum tipo de processamento. Dentre as alternativas levantadas, predomina o uso da incineração, seguida do tratamento por autoclave.

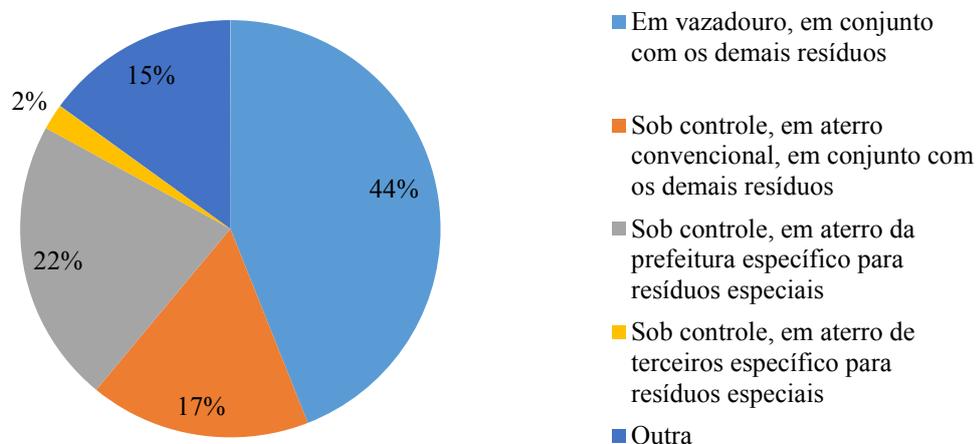
Tabela 12: Tipo de processamento dos resíduos de serviços de saúde no Brasil.

Tipo de Processamento	Quantidade de municípios	Percentual (%)
Incineração	1.379	52,8
Queima em fornos simples	131	5
Queima a céu aberto	616	23,6
Tratamento em autoclave	763	29,2
Tratamento por micro-ondas	76	2,9
Outro	291	11,1

Fonte: IBGE, 2008.

No Brasil são coletados diariamente 8.909 toneladas de resíduos de serviços de saúde, porém grande parte dos municípios brasileiros depositam esses resíduos de maneira irregular, em vazadouros/lixões, conforme demonstrado na figura a seguir (IBGE, 2008).

Figura 42: Forma de disposição no solo de resíduos de serviços de saúde no Brasil.



Fonte: IBGE, 2008.

A incineração *in loco* foi amplamente utilizada em vários países industrializados para o tratamento dos RSS. Entretanto, esta prática tem diminuído rapidamente e tende a ser eliminada uma vez que é considerada mais cara e menos efetiva. Esse cenário tem sido reforçado pela crescente aplicação de normas ambientais mais restritivas. Hoje em dia, a tendência é a de busca por tecnologias alternativas e por melhorias nos programas de gestão dos resíduos de saúde (MAVROPOULOS, 2010).

Nos Estados Unidos, aproximadamente 60% dos resíduos médicos são tratados nas próprias instalações hospitalares utilizando tecnologia de autoclave e esterilização a vapor ou incineração *in loco*. Apesar de ainda adotada a tecnologia de incineração, o número de instalações reduziu de 6.200 em 1988 para menos de 100 atualmente (MAVROPOULOS, 2010).

Após o tratamento, as cinzas resultantes ou materiais esterilizados e desinfetados são transportados para instalações de tratamento comerciais ou levados diretamente para os aterros (MAVROPOULOS, 2010).

Em Portugal, até 1995 havia 40 incineradores *in loco* usados para tratar os resíduos de serviço de saúde do país. Atualmente, mais de 80% dos RSS são encaminhados para duas grandes autoclaves nacionais. Além disso, existe uma empresa que trabalha com os resíduos procedentes de unidades de saúde que produzem pequenas quantidades de resíduos, adotando processos químicos como tecnologia de tratamento. Outra medida de gestão adotada pelo país foi a adoção de melhores práticas de segregação, as quais levaram à redução constante de geração de resíduos hospitalares perigosos de 25.000 toneladas em 1995 para 15.336 toneladas em 2002 (MAVROPOULOS, 2010).

A Alemanha investe na combinação de instalações descentralizadas e centralizadas para o tratamento final dos RSS. A maior parte dos resíduos é tratada com vapor em instalações *in loco* e então disposta em aterros sanitários para resíduos urbanos ou incinerada. Os RSS perigosos são tratados em incineradores específicos (MAVROPOULOS, 2010).

Alguns países em desenvolvimento fizeram o mesmo, como as Filipinas e grandes cidades como Nova Deli e Buenos Aires, que baniram ou impuseram uma moratória aos incineradores. Entretanto, uma tendência oposta está ocorrendo em outros países em

desenvolvimento na África e na Ásia, com centenas de incineradores sendo instalados, normalmente com controle inadequado ou sem controle nenhum da poluição atmosférica. Em vários casos, estes incineradores são trazidos através de empréstimos ou doações por parte de agências de ajuda oficial ao desenvolvimento ou de ajuda internacional (MAVROPOULOS, 2010).

Embora a seleção de tecnologia adequada para o tratamento de resíduos de serviços de saúde seja essencial, a gestão dos resíduos nos estágios iniciais é também importante. Portanto, nos últimos anos tem sido enfatizada a segregação adequada dos RSS em diferentes categorias de resíduos que podem ser recicladas ou tratadas de outras maneiras. Os hospitais podem evitar enormes pressões financeiras melhorando a segregação dos seus resíduos e implementando programas de redução dos resíduos de serviços de saúde (MAVROPOULOS, 2010).

7.2.4. Tratamento de Resíduos da Construção Civil

Os resíduos da construção civil (RCC) são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras da construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos (BRASIL, 2010).

Segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, alterada pelas Resoluções CONAMA nº 348/2004, 431/11 e 448/12, os geradores são responsáveis pelos resíduos da construção civil proveniente das atividades de “*construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos*” (CONAMA, 2002; CONAMA, 2004; CONAMA, 2011; CONAMA, 2012).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da NBR 10.004/2004, classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando quais devem ter manuseio e destinação mais rigorosamente controlados (ABNT, 2004). De forma sucinta tem-se:

- a) Resíduos Classe I: perigosos.
- b) Resíduos Classe II: não perigosos.
 - Resíduos Classe II A: não inertes.

– Resíduos Classe II B: inertes.

A maior parte dos resíduos da construção civil pertence à Classe II B – inertes, sendo possível a geração de resíduos que se enquadrem igualmente nas Classes I e II A, perigosos e não inertes, respectivamente, dependendo das características da obra a ser executada.

De acordo com a Resolução CONAMA n° 307 (2002) e suas alterações os resíduos da construção civil também podem ser classificados da seguinte forma:

“I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (NR) (redação dada pela Resolução n° 469/15).

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (redação dada pela Resolução n° 431/11).

IV - Classe D: são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (redação dada pela Resolução n° 348/04).”

Os índices para a estimativa de geração de RCC podem ser observados em diversos documentos como, por exemplo, no “Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos: Manual de Orientação”, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente, que considera uma geração média per capita de 0,52 t/hab./ano e no “Plano Nacional de Resíduos Sólidos”,

também, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente e que considera uma geração média de 0,5 t/hab./ano (BRASIL, 2012a).

Esses resíduos representam aproximadamente, de 20 a 30% do fluxo de resíduos sólidos gerados pelas cidades dos países desenvolvidos, sendo que nos demais pode alcançar índices bem maiores. Nas cidades brasileiras o resíduo de construção civil representa de 41 a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Nos Estados Unidos, estima-se que 60 milhões de toneladas de RCC são geradas anualmente as quais correspondem à faixa de 10 a 30% do volume total de resíduos sólidos urbanos gerados. Na Malásia, esses resíduos representam juntamente aos resíduos industriais, 28% do total dos RSU, enquanto que o resíduo doméstico totaliza 37% do total. Na Austrália, em 2004, o índice chegou a 37% (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Em Hong Kong, de acordo com dados do Departamento de Proteção Ambiental, a partir de 2009 a cidade passou a produzir mais de 15 milhões de toneladas de RCC por ano, o que equivale a uma média de 38% de todo o resíduo sólido gerado na região (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Já em Kuwait e no Reino Unido, esse tipo de resíduo corresponde a uma parcela maior do resíduo sólido, alcançando 58 e 60%, respectivamente. Para se ter uma ideia de grandeza, no Reino Unido este setor produz em torno de 109 milhões de toneladas por ano de RCC, sendo que esta quantidade equivale a 66% dos 165 milhões de toneladas de agregados naturais consumidos anualmente na construção civil (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Estima-se também, que, aproximadamente, 200 milhões de toneladas de resíduos de concreto são atualmente produzidos anualmente no continente da China. Em Taiwan, cerca de 14 milhões de toneladas de RCC são geradas a cada ano, 12 milhões no Japão e 850 milhões na União Européia, o equivalente a 31% dos resíduos gerados nesta (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

No Brasil, a quantificação é desafiadora, pois uma importante fonte da geração de RCC são os geradores informais, para os quais dados estatísticos estão indisponíveis e podem representar uma parcela importante dos RCC gerados em um município.

O poder público deve oferecer uma rede de coleta e destinação ambientalmente correta para os pequenos geradores, responsáveis por reformas e autoconstruções e incapazes de implementar a autogestão. Em geral os municípios coletam os resíduos de construção civil e demolição de obras sob sua responsabilidade e os lançados em logradouros públicos (ABRELPE, 2014).

Segundo o Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil, os municípios brasileiros coletaram cerca de 45 milhões de toneladas de resíduos RCC em 2015, o que representa um aumento de 1,2% em relação ao ano anterior. A região sul do país também apresentou um leve crescimento na quantidade coletada, conforme exposto na tabela abaixo.

Tabela 13: Total de RCC coletados na região sul do Brasil (tx1000/ano).

Região	2014		2015	
	RCC coletado (t/dia)	Índice (kg/hab/dia)	RCC coletado (t/dia)	Índice (kg/hab/dia)
Norte	4.539	0,263	4.736	0,271
Nordeste	24.066	0,428	24.310	0,430
Centro-oeste	13.675	0,899	13.916	0,901
Sudeste	63.469	0,746	64.097	0,748
Sul	16.513	0,569	16.662	0,570

Fonte: ABRELPE, 2016.

A Resolução CONAMA 307/2002 e suas alterações estabelece que os resíduos da construção civil, após triagem, deverão ser destinados para locais específicos, de acordo com a Classe aos quais pertencem. Os que compõem a Classe A deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura. Já para a Classe B, além de serem reutilizados ou reciclados, devem ser encaminhados a áreas de armazenamento temporário. Por fim, tanto os resíduos Classe C como Classe D deverão ser armazenados, transportados e destinados em

conformidade com as normas técnicas específicas (CONAMA, 2002; CONAMA, 2012).

Desta forma, para a destinação dos RCC, os empreendimentos tipicamente especializados são as Áreas de Transbordo e Triagem (ATTs), os Aterros de RCC (classe A) e as Áreas/Usinas de Reciclagem, que devem estar implantados e operar em conformidade com as condições estabelecidas, respectivamente, nas normas ABTN NBR nº 15.112:2004, 15.113:2004 e 15.114:2004 (SINDUSCON-SP, 2015).

Um indicativo da quantidade de unidades receptoras de resíduos da construção civil existente no Brasil é apresentado pelo Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Este relatório divulga anualmente a base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS e é composto por informações declaradas de forma voluntária pelos municípios. Em 2015 dos 5.564 municípios brasileiros, 3.520 responderam à pesquisa. Desta forma, estes dados representam um indicativo das informações expostas, sendo o real valor maior do que o apresentado (BRASIL, 2017).

Tabela 14: Quantidade de resíduos recebidos pelas unidades de processamento, segundo tipo de unidade no Brasil em 2015.

Tipo de unidade de processamento	Quantidade de unidades	Massa recebida (t/ano)
Área de Transbordo e Triagem de RCC e volumoso	36	441.472
Aterro de RCC	56	2.197.644,2
Área de reciclagem de RCC	23	1.446.391

Fonte: BRASIL, 2017.

O Aterro de Resíduos de Construção Civil e de Resíduos Inertes é uma área onde serão empregadas técnicas de deposição de resíduos Classe A e/ou inertes no solo, visando à reservação de materiais segregados de forma a possibilitar o uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível sem causar danos à saúde e ao meio ambiente (CONAMA, 2002).

Esse novo tipo de aterro poderá ser executado em duas hipóteses: ou para a correção de nível de terrenos, para uma ocupação futura dos mesmos (disposição definitiva); ou para a reservação (disposição temporária) dos resíduos de concretos, alvenarias, argamassas, asfalto e de solos limpos, visando ao seu aproveitamento futuro (RESENDE, 2016).

A proposta central de aterro específico para RCC é atrativa, porém oferece riscos. Caso o gerenciamento destes espaços não seja feito da maneira adequada, resíduos não inertes podem ser irregularmente depositados no aterro, potencializando o risco de contaminação tanto do solo como da água do local e do entorno (TORRES, 2016).

Outro risco desta proposta é o de inversão da sua lógica. Em muitos locais o resíduo tem sido aterrado definitivamente, sem que haja um projeto de uso futuro para o terreno, similar ao que acontece em um aterro sanitário. Com isso, perde-se o potencial de reutilização e reciclagem destes materiais, bem como todos os benefícios ambientais e sociais vinculados a estas práticas (TORRES, 2016).

Já as Áreas de Triagem e Transbordo são estabelecimentos privados ou públicos destinados ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos gerados e coletados por agentes privados. As ATTs são usadas para triagem dos resíduos recebidos, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada (SINDUSCON-SP, 2015).

As Áreas de Transbordo e Triagem para pequenos volumes também podem ser popularmente chamadas de ponto de apoio, Pontos de Descarga de Entulho ou Ecopontos. A localização da ATT deve ser planejada levando em consideração a regulamentação do uso do solo no município, a proximidade das áreas de maior geração de resíduos e a acessibilidade do local, o que proporciona o deslocamento de maiores cargas (RESENDE, 2016).

A atividade de uma ATT não é responsável pela geração de grandes impactos sobre o meio ambiente. Os impactos de maior significância são a geração de material particulado e os ruídos, produzidos principalmente na reciclagem de resíduos de classe A, por meio dos processos de britagem (RESENDE, 2016).

As Usinas de Reciclagem são unidades industriais que transformam o RCC em agregados para serem reutilizados. A reciclagem traz benefícios econômicos e

ambientais para as cidades em que é implantada. Além da diminuição dos custos de gerenciamento do resíduo, o custo do produto reciclado é bem menor que o agregado natural. Há uma economia de 67% em média, quando comparados os preços do agregado reciclado e do agregado natural (RESENDE, 2016).

A reciclagem dos RCC apresenta como vantagem ambiental a redução de volume de extração de matérias-primas não renováveis utilizadas para a produção de novos materiais. A cadeia produtiva da construção civil consome entre 20 e 50% dos recursos naturais de todo o planeta, pois demanda uma considerável quantidade de materiais inertes, tais como areia e cascalho. Estes materiais são extraídos em leitos de rios ou em formações rochosas modificando drasticamente a paisagem, alterando sua estrutura e dinâmica, gerando inúmeros impactos ambientais (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Além disso, a construção civil envolve processos com grande consumo de energia, dado que aproximadamente 80% da energia utilizada na produção de um edifício é consumida com a produção e transporte de materiais. Quase todos os processos que envolvem a indústria da construção, da extração de matérias-primas à produção de produtos como cimento e concreto, geram altos níveis de poluição (atmosférica, sonora, particulados, entre outros) (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Outra vantagem é a minimização dos impactos ambientais gerados pela deposição indiscriminada de resíduos de construção em áreas irregulares como a degradação e poluição do solo, comprometimento dos corpos d'água e mananciais, obstrução dos sistemas de drenagem, intensificação de enchentes, alteração da paisagem urbana, ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, proliferação de vetores de doenças (SINDUSCON-SP, 2015).

Já pelo aspecto social, a instalação de usinas para reciclagem cria novos postos de trabalho para mão de obra com baixa qualificação, gerando emprego e renda (SINDUSCON-SP, 2015).

Em Portugal, aproximadamente 76% do RCC é depositado em aterros, 20% reutilizado/reciclado e 4% incinerado. Já em países como o Reino Unido, Holanda, Bélgica, Áustria e Dinamarca, as taxas de reciclagem de RCC são maiores, sendo respectivamente, 52%, 92%, 89%, 48%, 81%. Na Comunidade Européia, para o ano de 2020, foi estabelecido que pelo menos 70% do RCC deve ser reutilizado/reciclado.

Enquanto que os Estados Unidos recicla até 70% e a Alemanha até 90% (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Uma pesquisa conduzida pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolições entre os anos de 2014 e 2015 apontou a existência de 105 usinas de reciclagem instaladas no Brasil, podendo chegar a pelo menos 310. O Estado de São Paulo é o que possui maior representatividade (54%), e o Estado de Minas Gerais possui apenas 3% das usinas em seu território. (ABRECON, 2015).

Os resultados desta pesquisa também mostram que 83% das usinas se declararam de iniciativa privada, 10% de gestão pública e 7% são usinas de modelo público-privada. As usinas públicas, apesar de serem economicamente atrativas aos municípios frente à economia gerada em limpeza urbana e obtenção de agregados com preços reduzidos, apresentam dificuldades de permanência no mercado. Dentre as possíveis causas para isso estão a dificuldade de repasse das verbas públicas, escassez de pessoal técnico apto a operar a usina, demora na reposição de peças defeituosas ou desgastadas e possível perda de interesse da administração pública (ABRECON, 2015).

O RCC serve de matéria-prima para agregados de ótima qualidade, podendo ser utilizados num leque de variedades de processos construtivos: confecção de tijolos, blocos pré-moldados, meio-fio, calçadas, argamassa de revestimento, camadas de base e sub-base, pavimentos, entre outros. Desta forma, os principais consumidores dos agregados reciclados são os órgãos públicos, com 24%, seguido das construtoras (28%), pessoas físicas (20%), pavimentadoras (14%) entre outros (14%) (ABRECON, 2015).

Para determinar a viabilidade econômica de reciclagem do RCC deve se levar em consideração o custo de deposição destes resíduos em aterro, o custo de transporte da área de geração/coleta para o centro de reciclagem e os custos de utilização do agregado primário.

Em geral, o valor cobrado pelas usinas de reciclagem para recebimento de RCC tem sido baixo, principalmente se comparado aos praticados por usinas europeias. O valor varia entre R\$5/m³ e R\$10/m³, sendo os Estados de Pernambuco, Minas Gerais e Goiás os de valor médio mais alto entre R\$25/m³ e R\$30/m³ (ABRECON, 2015).

Com relação ao custo do agregado primário, verifica-se que o valor do agregado reciclado é menor que o do natural. No Município de São Paulo há uma usina privada

de reciclagem de RCC cujo preço de venda da brita é de R\$ 12,50/m³, enquanto que o agregado natural no mercado tem preço de R\$ 26,00/m³. Em Campinas, o material reciclado era vendido a 50% do preço de venda do natural. (JADOVSKI; MASUERO, 2006).

O custo médio de compra de agregado britado no Município de Belo Horizonte, de acordo com dados do Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DEER/MG) é de R\$ 18,00/tonelada, superando o custo do agregado reciclado de construção civil em aproximadamente 3,4 vezes (SILVA, 2009).

Abaixo são apresentados os valores máximos, mínimos e médios praticados pelos estados brasileiros na venda de agregados reciclados. O Distrito Federal e os Estados do RJ, RN, RS e SP são os que apresentaram os melhores preços de venda dos agregados reciclados, enquanto que os estados da PB, SC, MT e MG apresentaram os menores valores (MIRANDA *et al.*, 2016).

Figura 43: Preço de venda dos agregados reciclados, por Estado brasileiro.



Fonte: MIRANDA *et al.*, 2016.

O custo de implantação de uma usina de reciclagem de RCC é composto pelos seguintes itens: aquisição de equipamentos (britador, esteiras, peneiras, calhas vibratórias, pá carregadeira, entre outros); aquisição de máquinas e veículos próprios; instalação de equipamentos; aquisição do terreno; obras civis (terraplenagem,

administração, guarita, barreira vegetal e obras de contenção) (JADOVSKI; MASUERO, 2006).

Já o custo de operação de uma usina de reciclagem de RCC é composto por mão-de-obra própria para operação da usina (salários, leis sociais, benefícios e EPI's); locação de veículos e máquinas (caso não sejam próprios); operação de veículos, máquinas e equipamentos próprios; insumos de produção (água e energia elétrica); despesas administrativas (mão-de-obra administrativa, telefone, vigilância e material de consumo); aluguel do terreno (caso não seja comprado) e impostos (PIS/COFINS, ICMS, imposto de renda e contribuição social) (JADOVSKI; MASUERO, 2006).

Por fim, o custo de manutenção de uma usina de reciclagem de RCC envolve a troca de peças de desgaste; manutenção preventiva dos equipamentos de britagem; manutenção preventiva de máquinas e veículos próprios; manutenção corretiva; depreciação de equipamentos; depreciação de máquinas e veículos próprios; manutenção das obras civis, terraplenagem e contenções; depreciação das obras civis (JADOVSKI; MASUERO, 2006).

7.3. Avaliação preliminar de impactos ambientais

O impacto ambiental, de acordo com a definição da Resolução CONAMA nº 01/86, é qualquer tipo de alteração no meio ambiente decorrente de mudanças nas propriedades físicas, biológicas e químicas, ocasionadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das ações humanas, no qual, de modo direto ou indireto, influenciem na saúde, nas atividades sociais e econômicas, no bem estar e na segurança da população, na qualidade dos recursos ambientais ou nas condições estéticas e sanitárias do meio ambiente (CONAMA, 1986).

A Avaliação de Impacto Ambiental é formada por um conjunto de procedimentos ou estudos, onde os Órgãos Ambientais possam analisar sistematicamente os potenciais impactos ambientais e sociais produzidos pela atividade do empreendimento, visando, entre outros, a concessão de Licenças Ambientais a serem obtidas ao longo das fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento. A normativa Federal nº 6.938/81, institui a sistemática desse conjunto de procedimentos ou estudos.

Para a estruturação do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos no município de Novo Hamburgo, prevê-se a implantação e operação de novos empreendimentos nas etapas de tratamento dos resíduos, aos quais deve-se considerar seus potenciais de degradação do meio ambiente.

Diante disso, requer-se uma avaliação inicial subsidiada na identificação e avaliação preliminar de impactos ambientais relativos às atividades nas fases de implantação e operação do empreendimento. Esta análise é essencial para nortear a apresentação de possíveis medidas mitigadoras e compensatórias para os impactos identificados, bem como para a gestão ambiental das obras e da operação. A previsão de impactos ambientais deve abranger todas as possíveis alterações ambientais provenientes do empreendimento, mesmo as consideradas como pouco significativas.

De modo a assessorar o processo de avaliação dos impactos presumidos, utilizam-se metodologias consolidadas ou adequações, almejando a identificação das possíveis interações entre os elementos do meio e os componentes do projeto, bem como o desenvolvimento do diagnóstico ambiental das áreas de influência. Para isso é necessária coleta de dados e de informações específicas do projeto a ser implantado, os quais são essenciais para a elaboração de uma análise de impactos ambientais consistente (SANCHEZ, 2013).

A presente análise será realizada a partir de dados gerais sobre a área pré-selecionada, a Central de Triagem de Resíduos da Roselândia, que possui características aparentemente favoráveis ao projeto, por se tratar de um local onde já ocorrem atividades associadas ao manejo de resíduos sólidos, não sendo necessária a alteração da atual dinâmica de uso e ocupação do solo para alocar e tratar os resíduos, tampouco será necessária a supressão da cobertura vegetal nativa.

Nas fases de planejamento, implantação e operação das unidades de tratamento deste estudo, todos os impactos ambientais decorrentes deverão ser identificados e avaliados. Deverão ser considerados, não se limitando a estes, os seguintes impactos:

a) Fase de Planejamento

- Da geração de expectativa na população, embora atualmente existam atividades associadas ao empreendimento local, a expectativa e o nível

de aceitação e rejeição da população ao empreendimento deve ser considerada.

b) Fase de implantação e operação

- Sobre o desencadeamento e intensificação de processos de dinâmica superficial: deve ser avaliada a probabilidade de ocorrência de instabilidades de terrenos, no caso em que este tipo de impacto ocorra, a implantação de medidas preventivas e mitigadoras devem ser consideradas;
- A alteração dos níveis de ruído por meio da movimentação de veículos e máquinas durante as obras: No início da fase de implantação, pode-se considerar que as fontes sonoras sejam potencialmente incômodas e durante a operação deve-se considerar níveis de ruído em menor intensidade;
- Dos riscos de acidentes de trabalho: estão associados à implantação e operação do empreendimento, dos quais os impactos negativos referem-se aos potenciais acidentes de trabalho no pátio de obras dos operários no exercício de suas funções, que na maior parte das vezes, decorrem da ausência de técnicas apropriadas e equipamentos de segurança. Além disso, na fase de operação existem riscos de contaminação do trabalhador, por meio do contato direto com os resíduos no exercício de sua função;
- Da geração de resíduos sólidos: os dados qualitativos e quantitativos do potencial de geração de resíduos sólidos durante a implantação e operação do empreendimento deverão ser avaliados, tanto com relação ao aumento da geração, quanto ao armazenamento e destinação final;
- Das interferências em áreas protegidas: identificar todas as áreas protegidas localizadas na área de influência do empreendimento para avaliação dos impactos gerados nestas áreas, tanto de forma direta como de forma indireta. Ressalta-se que o terreno do Aterro desativado e a Central de Triagem de Resíduos da Roselândia localiza-se na Área de Proteção Ambiental Norte, no qual as atividades associadas ao

empreendimento devem considerar minimamente os impactos no ambiente, na paisagem, na infraestrutura e na mobilidade;

- Dos impactos sobre a fauna: as atividades de construção e operação geram movimentação de máquinas e veículos, ruídos, presença de trabalhadores, entre outras causas de afugentamento e perturbação à fauna silvestre. Mesmo que a transformação já seja em ambiente antropizado, é necessário levar em conta os impactos sobre a fauna devido a proximidade com a área de vegetação. Além disso, considerar os perigos provenientes dos animais domésticos para a proposição de medidas mitigadoras;
- Das interferências em recursos hídricos: no entorno da Central de Triagem de Resíduos da Roselândia, bem como do aterro desativado em processo de monitoramento que se encontra na mesma área, existe o curso d'água Arroio Roselândia, de modo que possíveis interferências neste de nos demais corpos hídricos do entorno deverão ser ponderados na avaliação de impacto;
- Das alterações na qualidade do ar: o empreendimento em sua fase de implantação e operação poderá ocasionar modificação na qualidade do ar devido o aumento dos deslocamentos de veículos com emissão de poluentes, bem como em função das obras que podem elevar a quantidade de material particulado em suspensão no ar;
- Das alterações na qualidade do solo: durante o processo de implantação existe o risco de contaminação do solo proveniente de eventuais vazamentos de substâncias químicas associadas aos usos de equipamentos, por exemplo, óleos e combustíveis.

c) Fase de Operação

- Alterações na qualidade do solo e das águas subterrâneas: decorrentes do manuseio e armazenamento de resíduos, que podem ocasionar a contaminação do solo e das águas subterrâneas quando não são

adotadas medidas de proteção e impermeabilização do solo adequadas;

- Alterações na qualidade da água superficial: podem sofrer impactos da mesma forma que ocorre quando há alterações na qualidade dos solos e águas subterrâneas causadas pela ausência de artefatos de proteção e contenção eficientes ou manuseio inapropriado dos resíduos.

Em relação aos impactos urbanísticos, levar em consideração a valorização ou desvalorização imobiliária, a geração de tráfego e demanda de transporte público, geração de empregos, e uso e ocupação do solo.

Sobre a valorização ou desvalorização imobiliária, avaliar os impactos positivos e os negativos sobre a valorização imobiliária do entorno da área de influência.

Da geração de tráfego e demanda de transporte público, os impactos associam-se à elevação dos níveis de emissão de material particulado e ruído, assim como de riscos de acidentes decorrentes do aumento no tráfego de caminhões. Além disso, como impacto positivo tem-se a geração de emprego, mas a contração de mão-de-obra durante as fases de implantação e operação do empreendimento poderá causar pressão na demanda por transporte público, tendo em vista o aumento no número de vagas de emprego diretos e/ou indiretos, bem como os permanentes e/ou temporários.

Os funcionários devem ser orientados e treinados para exercer as funções ou as atividades diretamente associadas à operação do empreendimento, bem como serviços administrativos e de apoio.

Do uso e ocupação do solo, para as atividades referentes à deposição de Resíduos Sólidos e Centrais de Triagem no Município de Novo Hamburgo está delimitada a ocorrer em zoneamento específico, e estão enquadrados nos macrozoneamentos definidos pelo Plano Diretor Urbanístico e Ambiental do Município de Novo Hamburgo denominadas Zona Mista – Wallahai, de Zona de Atividade Primária - ZAP e Área de Proteção Ambiental – APA Norte, em consonância com a Lei Municipal N° 1.216/2004, que institui o Plano Diretor Urbanístico e Ambiental do Município, também pela Lei Complementar N° 2.150/2010 e pelo Decreto Municipal N° 5.282/2012.

8. ASPECTOS ECONÔMICO-FINANCEIROS DO PROJETO

O estudo contemplará uma descrição de todos os componentes de custos (operacionais, tributários, administrativos), despesas e investimentos periódicos necessários para análise de viabilidade do escopo dos serviços propostos, de acordo com a legislação vigente.

Para isso, constarão no documento as premissas macroeconômicas e financeiras (fiscais e tributárias), bem como um detalhamento do fluxo de caixa projetando todas as entradas e saídas de recursos financeiros para o período proposto.

Serão apresentados os cálculos dos principais indicadores econômicos, como a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto, Valor Presente Líquido (VPL), *payback*, entre outros.

Será apresentada uma previsão de todas as fontes de receitas associadas à prestação dos serviços e a estimativa de pagamento de contraprestação pública. O estudo incluirá um cronograma físico-financeiro detalhado dos investimentos distribuídos anualmente por etapa e por fase de implantação.

Todos os dados e métodos considerados no estudo serão selecionados com base em referências técnicas e bibliográficas. Vale ressaltar que o Caderno III – Modelagem Econômico-Financeira atenderá aos itens solicitados no Procedimento de Manifestação de Interesse nº 01/2018.

9. ASPECTOS JURÍDICOS DO PROJETO

No Caderno IV – Modelagem Jurídica, foram abordados todos os aspectos de cunho jurídico e institucional pertinentes ao projeto, de forma a conferir a segurança necessária à sua estruturação e implantação, como: i) o marco regulatório dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, em nível federal, estadual e municipal; ii) os contratos atualmente em vigor no Município de Novo Hamburgo, iii) a comparação da concessão administrativa com outras opções (concessão patrocinada, comum, contratos de prestação de serviços), inclusive por meio de exemplos, de modo a demonstrar as

vantagens da integração dos serviços por meio da concessão administrativa. Por outro lado, foram apresentados os pontos de atenção da alternativa sugerida.

Alinhando-se com as premissas econômicas e financeiras, os estudos acerca do comprometimento da receita corrente líquida do município foram aprofundados. Além disso, foram abordados temas como a taxa de lixo e a contraprestação devida na concessão. No que se refere às garantias, foram analisadas as diversas possibilidades que embasaram a construção de um modelo e fluxo de pagamento para o projeto, com a utilização de recursos do FPM.

Partindo das premissas técnicas e econômicas, desenhou-se uma matriz de riscos no contrato de concessão, de forma a alocar adequadamente os riscos envolvidos no projeto, de acordo com a aptidão de cada parte em gerenciá-los e mitigá-los. Em face desse compartilhamento, foram sugeridos seguros e garantias pertinentes e capazes de mitigar os riscos.

Indicou-se o caminho para o cumprimento das condições de validade do contrato, de acordo com a Lei nº 11.445/2007 e foram sugeridas diretrizes de regulação do contrato em conformidade com a legislação e as melhores práticas, que poderá ser utilizada em outras situações pelo Município. Os temas de educação ambiental, controle social e inclusão do social, também, foram abordados, indicando as ações que podem ser implementadas.

Ao final da modelagem jurídica foi apresentada a minuta do Edital e seus anexos, incluída a minuta do Contrato, bem como a sugestão de um projeto de lei municipal que permita a viabilização do Projeto.

Espera-se, com esse caderno, que o município de Novo Hamburgo tenha a segurança indispensável ao desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

ABLP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA. As vantagens da triagem mecanizada. Revista de limpeza pública. 2014. Disponível em: <<http://www.ablp.org.br/revistaPDF/edicao86.pdf>>.

ABLP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA. Coleta mecanizada é tendência. 2015. Disponível em: <<http://www.ablp.org.br/revistaPDF/LP90.pdf>>

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004. Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro (RJ). 2004. 71 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.515-1: Passivo ambiental em solo e água subterrânea. Parte 1: avaliação preliminar. Rio de Janeiro (RJ). 2007.

ABRECON – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. Relatório Pesquisa Setorial 2014/2015. 2015.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014, pág. 118. São Paulo. 2014.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2016. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017. São Paulo. 2018.

ARAYA, k. S. R. A IDENTIFICAÇÃO DOS PASSIVOS AMBIENTAIS EM ATENDIMENTO À POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. UFRGS, 2013. 27 p. (Artigo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Rio Grande do Sul. 2013.

AZAMBUJA, E. Projeto Básico de Readequação do Aterro Sanitário Novo Hamburgo/RS: Relatório. Novo Hamburgo. 2006.

BLASCO, J. Plano Metropolitano de Gestão Integrada de Resíduos com foco em Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e Resíduos da Construção Civil e Volumosos (RCCV): benchmarking internacional referencial RSS. Consórcio IDP Ferreira Rocha. Belo Horizonte: ARMBH. 2015.

BRASIL. Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e também dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 19 jul. 2000. p.1.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília. 2005. Disponível em: <<https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=102253>>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília. 2006.

BRASIL. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>.

BRASIL. Ministério das Cidades; Ministério do Meio Ambiente. Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem. Brasília. 2008. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_publicacao/125_publicacao20012011032243.pdf>.

BRASIL. Decreto Nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília. 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm>.

BRASIL. Lei 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. Brasília. 2010b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. Brasília: MMA. 2010c. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/3_manual_implantao_compостagem_coleta_seletiva_cp_125.pdf>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Planos Estaduais de Resíduos Sólidos: orientações gerais. Brasília: SRHU/MMA. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: MMA. 2012a. Disponível em: <http://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. ICLEI – Brasil. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília: MMA. 2012b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento 4. ed. Brasília. 2015. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/-/asset_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/manual-de-saneamento?inheritRedirect=false>.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento: Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2015. Brasília. 2017.

BRASIL. Medida Provisória Nº 868, de 27 de dezembro de 2018. 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 competência para editar normas de referência nacionais sobre o serviço de saneamento; a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos; a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País; 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. Brasília. 2018. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7904407&ts=1552079749008&disposition=inline>>.

BRASILEIRO, L.L.; MATOS, J.ME. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Cerâmica 61 (2015), pág. 178-189. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v61n358/0366-6913-ce-61-358-00178.pdf>>.

CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES - CB3E. Classificação de climas brasileiros empregada na atualização dos Regulamentos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações. Florianópolis: CB3E. 2017. 8 p.

CHITES, R. Gestão dos resíduos sólidos urbanos em Novo Hamburgo/RS: seus espaços e agentes. Porto Alegre. 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/128032/000975588.pdf?sequence=1>>

CONAMA. Resolução N° 001, de 23 de janeiro de 1986. Brasília. 1986. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>>.

CONAMA. Resolução N° 307, de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. DOU n° 136, de 17/07/2002, págs. 95-96. Brasília. 2002

CONAMA. Resolução N° 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA n° 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. DOU n° 158, de 17 de agosto de 2004, Seção 1, página 70. Brasília. 2004.

CONAMA. Resolução N 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. DOU no 84, de 4 de maio de 2005. Brasília. 2005.

CONAMA. Resolução N° 431, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3° da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. DOU n° 99, de 25/05/2011, pág. 123. Brasília. 2011.

CONAMA. Resolução N° 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2°, 4°, 5°, 6°, 8°, 9°, 10 e 11 da Resolução n° 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. DOU N° 14, quinta-feira, 19 de janeiro de 2012. Brasília. 2012.

CONSINOS – CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO RIO DOS SINOS. Quem somos. S/D. Disponível em: <<http://consinos.org.br/>>.

CONSÓRCIO PÚBLICO DE SANEAMENTO BÁSICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS - PROSINOS. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Novo Hamburgo. Novo Hamburgo: PROSINOS. 2012. 438 p.

CONSÓRCIO PRÓ-SINOS. Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos municípios integrantes do Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos Pró-Sinos. São Leopoldo. 2012. Disponível em: <<http://www.consorcioprosinos.com.br/planos-e-acoes/planos-de-residuos-solidos>>.

FADE/UFPE - FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. 2013. Disponível em: <<http://www.abetre.org.br/estudos-e-publicacoes/publicacoes/publicacoes-abetre/UFPEFADETecnologiasparaRSU2013.pdf>>.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos / Fundação Estadual do Meio Ambiente; Fundação Israel Pinheiro. Belo Horizonte: FEAM, 2010.

FILHO, C.M. A modernidade nos coletores compactadores de lixo de carga traseira. In: Revista Limpeza Pública. Nº 90. 2015. Disponível em: <<http://www.ablp.org.br/revistaPDF/LP90.pdf>>.

FREITAS, R.C.S. de. Tratamento de efluentes oriundos da lavagem de veículos de coleta de resíduos sólidos. Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <<http://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli806.pdf>>.

GROTTI, D.A.M.; SAADI, M. O Procedimento de Manifestação de Interesse. In: Parcerias Público-Privadas: reflexões sobre os 10 anos da Lei 11.079/2004, Marçal Justen Filho, Rafael Wallbach Schwind, coordenadores – 1. Ed. – São Paulo: Editora Revista dos Tribunais. 2015. 154 p.

GUTBIER, M.S.; GOETZ, R.G.; RAMBO, V.B. Programa Catavida: A Economia Solidária possibilitando novas trajetórias. In: Economia Solidário e Políticas Públicas. Ed.56. 2014.

IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. Cartilha de limpeza urbana. S/D. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/cartilha_limpeza_urb.pdf>.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Instrução Normativa IBAMA Nº 1 DE 25/01/2013. Brasília. DO em 30 jan 2013, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Brasília. 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=330010>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. Panorama. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/novo-hamburgo/panorama>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS
ANÍSIO TEIXEIRA. Resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica -
IDEB 2017. Brasília: INEP. 2018a. 32 p.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS
ANÍSIO TEIXEIRA. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB: IDEB -
Resultados e Metas. Brasília. 2018b. Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br>>. Acesso
em: 29 mar. 2019.

INSTITUTO WEB-RESOL. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.
S/D. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha8/capitulo12b2.php>>.

JADOVSKI, I.; MASUERO, A.B. Estudo dos custos de implantação, operação e
manutenção de usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição.
Florianópolis. 2006.

LOPES, V.S.A. Estudo comparativo de alternativas para o tratamento dos resíduos de
serviços de saúde: incineração e desinfecção térmica. 2008.

MACHADO, G.B. Central de triagem. Portal de resíduos sólidos. 2013. Disponível em:
<<https://portalresiduossolidos.com/central-de-triagem/>>.

MAMEDE, M. C. dos S. Avaliação econômica e ambiental do aproveitamento
energético de resíduos sólidos no Brasil. Dissertação de mestrado. Campinas. 2013.

MAVROPOULOS, A. Estudo para a gestão de resíduos de serviços de saúde no Brasil.
Relatório Final. Grécia. 2010.

MCDOUGALL, F. R.; WHITE, P. R.; FRANKE, M.; HINDLE, P.. Integrated Solid
Waste Management: a Life Cycle Inventory. 2ª ed.: Blackwell Science Ltd, 2001. ISBN
0-632-05889-7.

MEYSTRE, J. de A. Análise do coprocessamento de resíduo sólido urbano na indústria de cimento Portland no Brasil. Tese de Doutorado. Itajubá. 2016.

MIRANDA, L. F. R.; TORRES, L.; VOGT, V.; BROCARD, F. L. M.; BARTOLI, H. Panorama atual do setor de reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo. 2016. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016_paper_708.pdf>.

MULLER, J. Programa de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos. 2º Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos nas Universidades. Universidade Federal Santa Maria. Santa Maria. 2004. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/isrmu/conferencias/Jackson_Muller.pdf>

NOVO HAMBURGO. Lei nº 1031, de 24 de dezembro de 2003. Consolida a legislação tributária municipal instituindo o código tributário do município consolidado e dá outras providências. Novo Hamburgo. 2003.

NOVO HAMBURGO. Lei nº 1.216, de 20 de dezembro de 2004. Institui o Plano Diretor Urbanístico Ambiental – PDUA do Município de Novo Hamburgo e dá outras providências. Novo Hamburgo. 2004. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-novo-hamburgo-rs>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

NOVO HAMBURGO. Decreto nº 4.129, de 21 de dezembro de 2009. Declara o Parque Municipal Henrique Luís Roessler Unidade de Conservação Municipal, e dá outras providências. Novo Hamburgo. 2009. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rs/n/novo-hamburgo/decreto/2009/413/4129/decreto-n-4129-2009-declara-o-parque-municipal-henrique-luis-roessler-unidade-de-conservacao-municipal-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

NOVO HAMBURGO. Secretaria do Meio Ambiente de Novo Hamburgo. Certidão de Anuência. Novo Hamburgo. 2013. Disponível em: <https://semam.novohamburgo.rs.gov.br/modules/conteudo/i_conteudo.php?codigo=58>. Acesso em: 11 abr. 2019.

NOVO HAMBURGO. Plano Municipal de Saneamento Básico. Novo Hamburgo: PMNH. 2014. 280 p.

NOVO HAMBURGO. Secretaria Municipal de Educação. Proposta do Plano Municipal de Educação de Novo Hamburgo 2015-2025. Novo Hamburgo: SMED. 2015. 94 p.

NOVO HAMBURGO. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Novo Hamburgo/RS 2017. Novo Hamburgo: SEMAM. 2017a. 99 p.

NOVO HAMBURGO. Lei nº 2985/2017, de 06 de janeiro de 2017. Consolida a legislação municipal que dispõe sobre a estrutura administrativa organizacional da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo. Novo Hamburgo. 2017b.

NOVO HAMBURGO. Decreto nº 8142/2017, de 15 de dezembro de 2017. Estabelece o índice de atualização monetária aplicável aos tributos municipais para o exercício de 2018, nos termos da Lei Municipal nº 1.031/2003, de 24 de dezembro de 2003. Novo Hamburgo. 2017c.

NOVO HAMBURGO. Programa de Gestão Social de Resíduos Sólidos. Novo Hamburgo. S/D. Disponível em: <https://www.mprs.mp.br/media/areas/ressanear/arquivos/apresentacoes/oficina_5/apresentacao_novo_hamburgo_vera_lombo.pdf>.

PESSOA, M. L. (Org.). Idese do RS. In: _____. Atlas FEE. Porto Alegre: FEE. 2017a. Disponível em: <<http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/socioambiental/idese-do-rs/>>. Acesso em: 1 de abril de 2019.

PESSOA, M. L. (Org.). Clima do RS. In: _____. Atlas FEE. Porto Alegre: FEE. 2017b. Disponível em: <<http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/socioambiental/clima/>>. Acesso em: 1 de abril de 2019.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO; IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FJP - FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil: Novo Hamburgo. 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/novo-hamburgo_rs>.

RESENDE, L.H.S. Análise da gestão de resíduos sólidos de construção civil de Belo Horizonte (MG) a partir da percepção dos atores Envolvidos. Belo Horizonte. 2016. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-AAXFR7/disserta__o_luiz_henrique_siqueira_resende.pdf?sequence=1>.

REVALORE. Viabilidade ambiental e econômica da recuperação energética de resíduos por meio de combustível derivado de resíduo – cdr. Conferência Waste to Energy 2014.

RIBEIRO, R.L.M. Dimensionamento de um coletor compactador de resíduos sólidos urbanos sobre chassi. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019856.pdf>>.

RIO GRANDE DO SUL. Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2014. Disponível em: <<http://www.pers.rs.gov.br/noticias/arq/ENGB-SEMA-PERS-RS-40-Final-rev01.pdf>>.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 14.733, de 15 de setembro de 2015. Dispõe sobre a estrutura administrativa e diretrizes do Poder Executivo do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. DOE n.º 177, de 16 de setembro de 2015. Rio Grande do Sul. 2015.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Planejamento, Mobilidade e Desenvolvimento Regional. Departamento de Planejamento Governamental. Perfil Socioeconômico COREDE Vale do Rio dos Sinos. Porto Alegre: DEPLAN. 2015. 51 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Bacias Hidrográficas: G020 - Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Porto Alegre. 2019a. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/g020-bacia-hidrografica-do-rio-dos-sinosBacias>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Unidades de Conservação. Porto Alegre. 2019b. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-2016-10>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Portal de Licenciamento Ambiental - Estado do Rio Grande do Sul: Municípios afetados por UC municipais. Porto Alegre. 2019c. Disponível em: <<http://www.licenciamentoambiental.rs.gov.br/html/MunicipiosAfetadosUCMun>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

RORIZ, M. Classificação de climas do Brasil – Versão 3.0. ANTAC: São Carlos. 2014. 5 p.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. 2.Ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2013.

SCHNEIDER, D.F. Relatório de monitoramento ambiental e geotécnico. Novo Hamburgo. 2018.

SEBRAE/RS - SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO RIO GRANDE DO SUL. Perfil das cidades gaúchas - Novo Hamburgo. Porto Alegre: SEBRAE/RS. 2019. 21 p.

SILVA, C. A. R. da. Estudo do agregado reciclado de construção civil em misturas betuminosas para vias urbanas. Ouro Preto. 2009. Disponível em: <<https://nugeo.ufop.br/download-tese/135/estudo-do-agregado-reciclado-de-construcao-civil-em-misturas-betuminosas-para-vias-urbanas>>.

SINDUSCON – SP – Sindicato da Construção do Estado de São Paulo. Gestão ambiental de resíduos da construção civil – avanços institucionais e melhorias técnicas. São Paulo: Sinduscon-SP, 2015. 149p.

STRAPAZOON, R; NUNES, J. Direção do presídio tenta convênio para apenados trabalharem no município. São Leopoldo. 2017. Disponível em: <https://www.jornalvs.com.br/_conteudo/2017/02/noticias/regiao/2072438-direcao-do-presidio-tenta-convenio-para-apenados-trabalharem-no-municipio.html>.

TORRES, L. A lógica perniciosa do aterro de inertes – enterrar tudo. São Paulo. 2016. Disponível em: <<http://abrecon.org.br/logica-perniciosa-do-aterro-de-inertes-enterrar-tudo/>>.

ZINI, L.B. Diagnóstico do tratamento de resíduos sólidos de serviços de saúde no Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011.



À PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVO HAMBURGO
SECRETARIA MUNICIPAL DE ADMINISTRAÇÃO
Rua Guia Lopes, nº 4201, 8º andar, Canudos
Novo Hamburgo – RS

Procedimento de Manifestação de Interesse PMI N° 01/2018

Este **Caderno**, contendo o **PROJETO CONCEITUAL**, integrante da Manifestação de Interesse da **ZIGUIA ENGENHARIA LTDA** para a elaboração de projeto de Parceria Público-Privada (PPP) e estudos complementares de serviços integrados de limpeza urbana, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Município de Novo Hamburgo/RS, de acordo com as disposições do Edital de Procedimento de Manifestação de Interesse PMI N° 01/2018, encerra-se nesta página.

Sérgio Augusto Caruso
ZIGUIA ENGENHARIA LTDA