

**PREDITORES DO RESÍDUO NA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA O MAPEAMENTO DO
DESCARTE IRREGULAR EM FOZ DO IGUAÇU – PR**

LUCCA GRZECZECZEN GONÇALVES



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA,
INFRAESTRUTURA E TERRITÓRIO (ILATIT)**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL (PPG ECI)**

**PREDITORES DO RESÍDUO NA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA O MAPEAMENTO DO
DESCARTE IRREGULAR EM FOZ DO IGUAÇU – PR**

LUCCA GRZECZECZEN GONÇALVES

Foz do Iguaçu
2021

LUCCA GRZECZECZEN GONÇALVES

PREDITORES DO RESÍDUO NA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA O MAPEAMENTO DO
DESCARTE IRREGULAR EM FOZ DO IGUAÇU – PR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Samuel Fernando Adami
PPG ECI UNILA

Profa. Dra. Edna Possan
PPG ECI UNILA

Prof. Dra. Juliana Rammé
CAU UNILA

Foz do Iguaçu, 12 de Julho de 2021.

Catalogação elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação
Catalogação de Publicação na Fonte. UNILA - BIBLIOTECA LATINO-AMERICANA - PTI

G895p

Grzeczeczen-Gonçalves, Lucca.

Preditores do resíduo na construção civil para o mapeamento do descarte irregular em Foz do Iguaçu - PR /
Lucca Grzeczeczen Goncalves. - Foz do Iguaçu, 2021.

71 fls.: il.

Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Instituto Latino-Americano de Tecnologia,
Infraestrutura e Território (ILATIT), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPG ECI).

Orientador: Dr. Samuel Fernando Adami.

1. Construção civil - Eliminação de resíduos. 2. Sistema de Informação Geográfica. 3. Gestão integrada de re-
síduos sólidos urbanos. I. Adami, Dr. Samuel Fernando. II. Título.

CDU 624(816.2

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família. Só a Beth, a Isa e o Leon sabem a novela que foi cursar um mestrado em Engenharia Civil em um período minimamente “emocionante” como o dos últimos anos.

Agradeço ao meu orientador, professor Samuel, que foi também o primeiro orientador que eu tive na vida, há nove anos atrás, e desde esta época ele vem sendo um grande amigo. Muito obrigado pela confiança e por ter me ajudado tanto ao longo do tempo.

Agradeço às professoras componentes das bancas de avaliação deste trabalho, professoras Edna, Juliana e Adelita. Cada uma delas têm, à sua maneira, características que eu admiro, que ajudaram a me tornar um estudante melhor.

Agradeço ao corpo docente do PPG ECI, em especial, professora Kátia, pelo exemplo da interação entre Arquitetura e Engenharia. E às minhas colegas de turma, Isadora, Luana, Thais e Yeny, cuja companhia facilitou tudo para mim. Também agradeço ao Vinícius que contribuiu para o levantamento de campo desta pesquisa.

Agradeço à UNILA pela Bolsa do Programa de Demanda Social que financiou o segundo ano do mestrado, e também ao setor de transporte da Universidade, que concedeu o veículo para o levantamento de campo, e para viagem de estudo à Usina de Reciclagem Future, cuja equipe também cabe um agradecimento.

Agradeço à *Global Affairs Canada* que possibilitou o intercâmbio com a Brandon University, pelo *Emerging Leaders in the Americas Program* (ELAP), para desenvolver o final desta pesquisa. Por isso, agradeço à professora Yasui, que me recebeu no Canadá, durante um inverno de 53 graus negativos, no ápice de uma pandemia do global. Também agradeço muito às minhas colegas de intercâmbio, Deborah e Samanta por terem atravessado o continente comigo, e por todo o apoio e parceria nestes últimos meses.

Por fim, agradeço a todos aqueles que estiveram de alguma forma envolvidos neste processo. A verdade é que cursar este mestrado foi para mim um desafio que se tornou entretenimento. E eu aproveitei cada segundo deste descanso ativo, ocupando a mente com tantas questões fascinantes que me foram apresentadas.

*We design our world,
and our world designs us back.
In short, design designs.*

Arturo Escobar

Nós desenhamos nosso mundo,
e nosso mundo nos desenha de volta.
Em poucas palavras,
o desenho desenha.

(Tradução livre)

RESUMO

Conhecer a viabilidade para a aplicação dos métodos de gestão do Resíduo da Construção e Demolição (RCD) descartado de forma irregular é o primeiro passo para seu eficaz gerenciamento, sendo fundamental para isso obter dados efetivos sobre localização, quantidade e classificação do resíduo. Assim, este trabalho teve por objetivo estabelecer um método facilitador para a identificação dos pontos de maior probabilidade do descarte irregular de RCD em cidades pequenas e médias. Se utilizou do geoprocessamento das características urbanas e ambientais, e do estudo de caso de Foz do Iguaçu – PR para validação do facilitador. Com base no mapeamento para o levantamento de campo estratégico, foi possível obter os dados primários para a avaliação do impacto ambiental, e consequente proposição de soluções para melhorias na esfera pública do município. Aponta-se como principal contribuição a proposição de um método com potencial de uso para a localização das áreas prioritárias para ações de limpeza, e para implantação dos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) de RCD - aportando melhorias no processo de gestão em desenvolvimento pela Prefeitura de Foz do Iguaçu - e podendo ser replicado em outras cidades de contexto similar, ou bairros e setores das cidades grandes.

Palavras-chave: entulho; Sistema de Informação Geográfica (SIG); atributos urbanos; gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU); economia circular.

ABSTRACT

Knowing the feasibility for application of irregular disposals of Construction and Demolition Waste (CDW) management methods is the first step for an effective measure, for that obtain proper data about localization, quantification and classification of the waste is essential. Thus, this work aimed to establish a method enabler for the identification of the points with higher probability of CDW irregular disposal in small and medium towns. The geoprocessing of urban and environmental characteristics, and the study case of Foz do Iguaçu – PR, were used to validate the enabler. Based on mapping for a strategic fieldwork, it was possible to obtain primary data for the environmental impact assessments, and consequent solutions proposition for improvements in the public sphere of the municipality. The main contribution of this dissertation is the proposal of a method with potential use for the localization of areas with priority for cleaning-up actions, and for the implementation of Voluntary Delivery Points of CDW - bringing improvements in the management process under development by the Foz do Iguaçu Hall - and can be replicated in other towns with similar context, or neighbourhoods and sector of large cities.

Key words: Dumping ground; Geographic Information System; Urban attributes; Urban Solid Waste Management; circular economy.

RESUMEN

Conocer la viabilidad para aplicación de los métodos de gestión de los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) es el primer paso para una gestión eficaz, siendo fundamental para eso obtener datos efectivos sobre localización, cuantidade y clasificación. Así este trabajo tuvo por objetivo establecer un método facilitador para la identificación de puntos con mayor probabilidad de deshechos irregulares de RCD en las ciudades pequeñas y medianas. Se utilizó del geoprocessamiento de las características urbanas y ambientales, y del estudio de caso de Foz do Iguaçu – PR para la validación del facilitador. Con base en el mapeo para el levantamiento de campo estratégico, fue posible obtener datos primarios para la evaluación del impacto ambiental, y consecutiva proposición de soluciones para mejoras en la esfera publica del município. Apuntase como principal contribución la proposición de um método con potencial de uso para localización de áreas prioritárias para acciones de limpeza, y para impantación de Puntos de Entrega Voluntaria de RCD – aportando mejoras en el proceso de gestión en dessarrollo por parte del Municipio de Foz do Iguaçu – y que se puede replicar em otras ciudades con contexto similar, o barrios y sectores de grandes ciudades.

Palabras clave: Basurales; Sistema de Información Geográfica; Atributos urbanos; Gestión de Residuos Sólidos Urbanos; economía circular.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama da comparação entre gestão hierarquizada e circular	09
Figura 2 – Do berço ao portão da fábrica de blocos cerâmicos	13
Figura 3 – Do berço ao portão da Usina de Reciclagem de RCD com detalhe para o ciclo de vida da edificação	14
Figura 4 – Mapa da localização e caracterização de Foz do Iguaçu em escala regional com detalhes demográficos	25
Figura 5 – Mancha urbana de Foz do Iguaçu com detalhes das zonas de expansão	26
Figura 6 – Regiões e bairros de Foz do Iguaçu.....	27
Figura 7 – Atributo territorial por número de ocorrência em pesquisas prévias.....	29
Figura 8 – Esquema da sobreposição de dados	32
Figura 9 – Mapa de preditores do descarte de RCD	33
Figura 10 – Mapa da localização pontos de descarte irregular de RCD	36
Figura 11 – Mapa da caracterização dos pontos de descarte irregular de RCD	37
Figura 12 – Fotografias dos pontos de descarte em zonas de expansão	38
Figura 13 – Fotografias dos pontos de descarte em zonas limítrofes	39
Figura 14 – Fotografias dos pontos de descarte em zonas de saturadas	40
Figura 15 – Fotografias dos pontos de descarte em zonas de expansão	41
Figura 16 – Bairros de Foz do Iguaçu por volume de resíduo encontrado	42
Figura 17 – Composição dos empilhamentos por volume de resíduo encontrado ..	43
Figura 18 – Secção 01 do mapa de localização dos pontos de descarte (regiões Norte)	44
Figura 19 – Fotografia da contaminação do Rio Almada na região Norte	46
Figura 20 – Secção 02 do mapa de localização dos pontos de descarte (regiões Centrais).....	48
Figura 21 – Fotografia dos pontos de descarte nas zonas limítrofes das regiões Centrais.....	50
Figura 22 – Secção 03 do mapa de localização dos pontos de descarte (regiões Sul).	52
Figura 23 – Fotografias dos pontos de descarte nas zonas de expansão urbana das regiões Sul.	54
Figura 24 – Proposta de implantação dos PEV	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – ODS voltados para a construção civil e a geração resíduo	05
Quadro 2 – Classificação CONAMA 307/2002, 431/2011 e formas de destinação .	17
Quadro 3 – Atributos encontrados na literatura utilizados para a predição de depósitos de resíduos sólidos	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de pontos e volume descartados nas regiões Norte.....	45
Tabela 2 – Composição e volume dos pontos descartados nas regiões Norte.....	47
Tabela 3 – Quantidade de pontos e volume descartados nas regiões Centrais	49
Tabela 4 – Composição e volume dos pontos descartados nas regiões Centrais....	51
Tabela 5 – Quantidade de pontos e volume descartados nas regiões Sul	53
Tabela 6 – Composição de volume dos pontos descartados nas regiões Sul.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CGU	Controladoria-Geral da União
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LEED	<i>Leadership in Energy & Environmental Design</i>
RCD	Resíduo de Construção e Demolição
RCC	Resíduo da Construção Civil
RSU	Resíduo Sólido Urbano
ODS	Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PEV	Pontos de Entrega Voluntária
PGRCC	Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PIGRCC	Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PMFI	Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu
PMEA	Política Municipal de Educação Ambiental
PNI	Parque Nacional do Iguaçu
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PR	Paraná
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SMMA	Secretaria Municipal do Meio Ambiente
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
UVR	Unidade de Valorização de Recicláveis

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2 Objetivo Específico.....	3
1.3 HIPÓTESES.....	3
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	4
2 CONTEXTUALIZANDO A GESTÃO DO RCD.....	5
2.1 A QUESTÃO DA ESCALA NA GESTÃO DO TERRITÓRIO	7
2.2 A GESTÃO HIERARQUIZADA X A GESTÃO CIRCULAR.....	8
2.3 A VIABILIDADE PARA A GESTÃO CIRCULAR DO RCD	11
3 O RCD COMO RECURSO	13
3.4 O RCD NO CANTEIRO DE OBRA, MAS NÃO NO PROJETO.....	15
4 A GESTÃO DO RCD EM FOZ DO IGUAÇU - PR.....	19
4.1 NORMATIVAS VIGENTES.....	19
4.2 AÇÕES VIGENTES.....	20
4.3 NORMATIVAS E AÇÕES FUTURAS	21
4.4 O MAPEAMENTO ESTRATÉGICO PARA EFETIVAÇÃO DA GESTÃO	22
5 O LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O DESCARTE IRREGULAR DO RCD EM FOZ DO IGUAÇU .	24
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	24
5.2 MÉTODO.....	28
5.2.1 Revisão de literatura para identificação das variáveis territoriais frequentemente utilizadas em pesquisas anteriores.....	28
5.2.2 Mapeamento dos atributos relacionados ao RCD em Foz do Iguaçu	31
5.2.3 Sobreposição de informações e análise do mapa para planejamento do trabalho de campo	31
5.2.4 Levantamento de campo expedito	35
6 RESULTADOS	37
6.1 CARACTERIZAÇÃO, QUANTIDADE E COMPOSIÇÃO DOS PONTOS DE DISPOSIÇÃO IRREGULAR DO RCD EM FOZ DO IGUAÇU - PR.....	38
6.2 SECÇÃO 01 – REGIÕES DO NORTE	45
6.3 SECÇÃO 02 – REGIÕES DO CENTRO	49
6.4 SECÇÃO 03 – REGIÕES DO SUL.....	53
6.5 PROPOSIÇÃO PARA LOCALIZAÇÃO DOS PEV EM FOZ DO IGUAÇU.....	56
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS.....	60

APÊNDICES..... 67

APÊNDICE A – PLANILHA DE DADOS..... 68

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação corrobora com a implementação de mudanças no setor da construção civil, apresentando um panorama do descarte irregular do Resíduo de Construção e Demolição (RCD) na cidade de Foz do Iguaçu – PR, obtido por meio de um método facilitador, baseado em geoprocessamento, para o mapeamento estratégico do levantamento de campo. Considerando que são inúmeras as possibilidades de aproximação ao tema, é necessário dizer que alcançar a sustentabilidade na indústria da construção passa pelo aprimoramento do planejamento dos processos de construção das cidades, assegurando o uso eficiente dos materiais e recursos (ONU, 2015), diminuindo a geração do resíduo.

O elevado nível de geração de RCD, acompanhado pela disposição clandestina, consiste em graves problemas ambientais, sociais e econômicos (ÂNGULO, 2005, 2011; BEIGL *et. al.*, 2008). Em contraste com setores industriais mais dinâmicos, a indústria da construção civil apresenta certa inércia em seus processos - dependentes do envolvimento de diversos atores - para o emprego de novas tecnologias e metodologias sustentáveis (BAPTISTA JUNIOR & ROMANEL, 2013). Em contramão disso, se pode dizer que a cadeia da construção civil vem passando por uma reformulação para aprimorar a qualidade do ambiente construído, reduzindo os impactos do processo, ainda que de forma incipiente.

Algumas iniciativas demonstram esta busca, por exemplo, os selos de avaliação da sustentabilidade de uma edificação, como o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações - PROCEL Edifica (PROCEL, 2003), e o *Leadership in Energy & Environmental Design* — LEED (USGBC, 1998). Estes selos são sistemas de certificação que avaliam o impacto do empreendimento construído em relação ao ambiente do entorno, criando critérios de avaliação para o manejo da água, das fontes de energia, dos materiais utilizados e também da geração e gestão dos resíduos, durante a execução de um projeto, e o posterior uso e manutenção das edificações.

No entanto, para uma análise mais criteriosa dos impactos ambientais do resíduo gerado pela construção civil, se faz necessário uma abordagem abrangente dos fatores que são determinantes para a ocorrência do

descarte irregular do RCD nos espaços públicos das cidades. Entende-se que existem características intrínsecas ao território que aumentam ou diminuem a probabilidade de existência de focos de entulho irregular. Por isso, este trabalho se baseou no mapeamento de preditores do RCD – ou características urbanas e ambientais -, como forma de facilitar o levantamento de dados primários, que sirvam de base para o planejamento urbano sustentável e o projeto para o ciclo de vida das edificações.

A premissa que serve de hipótese principal para esta pesquisa é que existem pontos nas cidades mais suscetíveis ao risco do descarte irregular de RCD. Além disso, se reconhece que nas etapas de planejamento, concepção e elaboração do projeto arquitetônico e urbano é onde o tratamento do RCD deve ser criteriosamente estudado para minimizar o impacto ambiental da construção das edificações nas cidades. Para isso, se entende que o projeto de arquitetura e o planejamento urbano devem ser flexíveis e adaptáveis para incorporar novas tecnologias e processos, procurando responder às seguintes indagações: Como gerar menos resíduo? De que forma reutilizar o material descartado pelas obras de construção, reforma e demolição? Qual a melhor forma de depositar aquilo que não pode ser mais utilizado? E principalmente, como evitar o descarte irregular do RCD? E como recuperar áreas já degradadas pelo depósito não conforme do resíduo?

Outrossim, esta dissertação ilustra o aspecto ambiental do descarte de entulho em áreas públicas de Foz do Iguaçu – PR por meio de um inventário contendo mapas de situação, informações do volume e composição e fotografias dos pontos de depósito. Mais do que contribuir com dados básicos para a gestão municipal do RCD, estes dados retratam a obscuridade das políticas de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), e consequentemente do RCD, na cidade. Realidade esta que é compatível com outros municípios de contexto territorial similar, conforme a literatura existente nesta temática.

Se espera com esta dissertação colaborar para a superação dos entraves nos procedimentos basilares da gestão do RCD, propiciando o estabelecimento de regiões prioritárias para a remoção do resíduo existente e a instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) para coleta do resíduo gerado por pequenos geradores em Foz do Iguaçu - PR.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar um método facilitador para o mapeamento estratégico dos pontos de descarte irregular de RCD na cidade de Foz do Iguaçu – PR.

1.2.2 Objetivo Específico

- Mapear os pontos de descarte irregular de RCD;
- Quantificar o número de focos de depósito irregular e o volume do RCD disposto;
- Classificar os materiais presentes nos empilhamentos;
- Apresentar o panorama do descarte irregular do RCD na cidade de Foz do Iguaçu - PR;
- Apontar os locais de atendimento prioritário para a limpeza e a instalação dos Pontos de Entrega Voluntária do RCD em Foz do Iguaçu - PR.

1.3 HIPÓTESES

- Existem características intrínsecas ao território que são determinantes para a ocorrência do descarte irregular de RCD;
- Determinados locais das cidades têm mais resíduo depositado de forma irregular em comparação à outras, demandando prioridade na gestão pública;
- Cidades pequenas no interior do território têm menor capacidade de gestão do RCD;
- O método do levantamento de campo expedito pode ser replicado em outras cidades pequenas e médias.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho foi organizado em cinco partes, além da introdução e das considerações finais. A primeira trata da contextualização da gestão de RCD nas cidades brasileiras, abordando a questão da escala na administração pública do território; o enlace entre economia circular e o gerenciamento do resíduo; e a viabilidade para efetivação da sustentabilidade no setor da construção civil. Na segunda parte se apresenta as oportunidades para o setor da construção civil, considerando o projeto para o ciclo de vida no processo construtivo das edificações e das cidades; e o entendimento do RCD como recurso. A terceira é dedicada a revisar a gestão do RCD em Foz do Iguaçu - PR, que serve de estudo de caso para a aplicação do levantamento de campo expedito. A metodologia utilizada, considera o estudo dos preditores do resíduo, e é apresentada na quarta parte do trabalho. Na última parte desta dissertação está a apresentação dos resultados encontrados por meio do mapeamento descarte irregular de RCD em Foz do Iguaçu. A avaliação do aspecto ambiental causado pela disposição irregular do resíduo na cidade, bem como seu volume, quantidade e composição, embasa a proposta para a localização dos PEV, e dos bairros de atuação prioritária para Ações de Limpeza a serem programadas pelo município.

2 CONTEXTUALIZANDO A GESTÃO DO RCD

Por ser inerente às cadeias produtivas, o resíduo deve ser considerado no processo de planejamento urbano. No contexto brasileiro, o que sobra das diversas atividades humanas é negligenciado, situação que acarreta em materiais de diversas origens acumulados conjuntamente em vias públicas (CGU, 2017). O Resíduo de Construção e Demolição (RCD) gerado pela indústria da construção civil representa um grande desafio para os profissionais do setor (PINTO, 1999).

Além disso, construir de forma consciente é fundamental para o cumprimento da Agenda 2030, que dita o ritmo das práticas sustentáveis ao pensar de forma global maneiras de agir localmente (ONU, 2015). Dentre as diretrizes propostas no documento, a questão do resíduo é citada de forma direta nos objetivos 11 e 12, e de forma indireta nos objetivos 8 e 9, conforme o quadro 1.

Quadro 1 – ODS voltados para a construção civil e a geração resíduo.

ODS	objetivo e metas
12	Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, com metas de alcançar o uso eficiente dos recursos naturais e reduzir a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.
11	Tornar as cidades resilientes e sustentáveis, com a meta de reduzir o impacto ambiental, prestando especial atenção à qualidade do ar e a gestão de resíduos municipais.
09	Garantir a construção de infraestruturas resilientes, promoção da industrialização inclusiva e sustentável e o fomento da inovação
08	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, com meta de melhorar progressivamente a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e se empenhar para dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental.

Fonte: (ONU, 2015).

Os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas 169 metas vêm para fortalecer demandas já existentes¹. Por isso, a gestão do RCD na cadeia da construção é uma necessidade urgente, e que significa

¹Em 2000, a Cúpula do Milênio das Nações Unidas estabeleceu os oito Objetivos Internacionais de Desenvolvimento para o ano de 2015. Estas metas não foram alcançadas, portanto, é a ocasião em que é firmada a Agenda 2030. Ainda antes, em 1993, a *International Organization for Standardization* (ISO) estabelece a série de normas ISO 14000, contendo diretrizes ambientais, movimento certamente impulsionado pela antiga Agenda 21, firmada durante a RIO-92.

superar questões básicas na forma em que as cidades brasileiras vêm sendo construídas.

Como instrumento de consolidação e implementação destes ODS, existem as regulamentações ambientais para as demais escalas administrativas. A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece que os municípios elaborem e implementem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil (PIGRCC). Também fixa a integração do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) aos demais projetos de obra, para assim passarem por avaliação nas secretarias municipais. Além disso, fica a cargo das prefeituras impedir que o RCD seja misturado aos demais tipos de RSU em aterro, ou depositado em áreas de bota fora².

Em 2007, passa a valer a Lei do Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007). Ao fim daquela década, vigora a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei nº 12.305/10), que reforça a responsabilidade dos municípios na gestão do RSU - e consequentemente do RCD, ainda que sugira o estabelecimento dos consórcios³ intermunicipais, microrregionais e metropolitanos. Outrossim, a PNRS contribui com conceitos importantes no marco regulatório nacional, como por exemplo, as noções de logística reversa⁴, de visão sistêmica⁵, da responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida⁶ dos materiais, e a proposição da instalação dos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) para a coleta do resíduo gerado por pequenas obras.

As regulamentações na escala do município serão retomadas mais a frente, no capítulo 4 desta dissertação, com a apresentação das normativas, políticas e ações para a gestão do RCD vigentes na cidade de Foz do Iguaçu – PR. Antes disso, cabe a compreensão de uma questão primordial para

² Termo utilizado para designar pontos de deposição irregulares do resíduo sólido urbano.

³ Lei dos Consórcios Públicos nº 11.107/1995 rege o estímulo a cooperação entre entes públicos para a cumprimento das tarefas.

⁴ O conceito de logística reversa deu aos envolvidos na cadeia de certo produto a responsabilidade de recuperação do resíduo no ciclo produtivo.

⁵ Considerar as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública.

⁶ A avaliação do ciclo de vida permite avaliar o impacto ambiental do empreendimento ao longo de sua vida útil: desde a concepção, passando pelo projeto, execução da obra, uso e eventuais reformas, até o descarte final.

a contextualização da gestão do RCD no Brasil, que envolve as implicações da escala a ser adotada para a efetivação das políticas públicas.

2.1 A QUESTÃO DA ESCALA NA GESTÃO DO TERRITÓRIO

Considerando que as normativas vigentes incumbem a gestão do RCD aos municípios, o entendimento da relação entre o porte das cidades e o planejamento para a gestão é essencial; na medida em que sempre existem discrepâncias: centro e periferia, cidade e campo, capital e interior (BACELAR, 2010). A ausência do poder público, e a sobreposição entre as escalas de gestão do território, são efeitos da falta de clareza dos marcos regulatórios brasileiros, onde as prefeituras têm autonomia para assumir ou não determinados serviços, assim como para aderir a programas ou políticas adotadas pelos estados e pelo Governo Federal (NUNES RODRIGUES & MOSCARELLI, 2015).

Ao passo de que autonomia não significa capacidade de gestão, a forte disparidade socioeconômica entre municípios, e entre os estados do país, acarreta em diferentes níveis de gestão. Estas clivagens são reproduzidas também entre as zonas e bairros de uma mesma cidade (ARROYO, 2008), e isto é motivo para o planejamento estratégico das políticas ambientais, para o enfrentamento da desigualdade estrutural de acesso ao meio ambiente saudável e sustentável (LOPES DE SOUZA, 2010), garantindo municípios livres do acúmulo de resíduo em vias públicas.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) caracteriza a rede urbana da seguinte forma: cidades pequenas até 100 mil habitantes; cidades médias, de 100 mil a 500 mil habitantes; cidades grandes têm população acima de 500 mil habitantes; metrópoles têm núcleos urbanos acima de 1 milhão de habitantes; e ainda, as megacidades acima de 10 milhões de habitantes (IBGE, 2017). Assim, a formação territorial brasileira se estrutura a partir de um sistema urbano hierarquizado (ARROYO, 2008). Inferiorizadas pela hierarquia nacional, e fora das regiões metropolitanas, as cidades pequenas conformam a maior parte do território brasileiro, com 94,46% do território - 5.262 municípios - com menos de 100 mil habitantes (IBGE, 2017).

Mesmo em termos populacionais, apenas 30% da população vive em cidades grandes, e com maior capacidade e recursos para a gestão

urbana. A maior parte da população, ou seja, 140 milhões de pessoas, vive, de fato, em cidades pequenas, contexto com baixa capacidade de gestão pública (PACHECO, 2020). Esta questão é aparentemente ignorada pelas normativas nacionais para a gestão do território e para a iniciativas de manejo do RCD, e do RSU.

Também, sobre a distribuição territorial dos municípios, o Brasil é constituído por enormes interstícios de territórios às margens das cidades grandes. Esta parcela do país, nos interiores da histórica ocupação desproporcional, e de maior expressividade territorial, certamente apresenta processos urbanos diferentes dos núcleos mais densos e com maior acesso à tecnologias do desenvolvimento (WAISMAN, 2013).

Até o ano de 2017, quase metade das 5.570 cidades brasileiras não tinham seus Planos Integrados para o manejo do RSU. Além disso, a existência destes documentos é mais frequente nas cidades mais populosas (IBGE, 2017). Isto significa que o problema da gestão de resíduos se agrava nas cidades localizadas à margem do desenvolvimento tecnológico (ESA *et. al.*, 2016) dos grandes centros urbanos. Neste caso, os municípios pequenos e médios penam com arrecadação insuficiente para implementação dos aterros sanitários, e com a ausência dos acordos intermunicipais, estagnados por questões político-partidárias nas lideranças políticas em escala local (BALDISSERA, 2015).

Em 2018, a Controladoria-Geral da União (CGU) publicou auditoria a respeito da prática da Lei de Resíduos Sólidos, sobretudo, considerando o cumprimento da meta de encerramento dos lixões, e a substituição dos aterros controlados por aterros sanitários, vencida em 2014. O relatório da CGU concluiu que a Lei não é plenamente válida, já que não oferece ao Estado ferramentas legítimas para cobrar que as cidades executem seus planos de gestão, e que aos municípios não foram atribuídas metas claras, tampouco foi sugerida uma metodologia básica para colocar em prática seus planos (CGU, 2017).

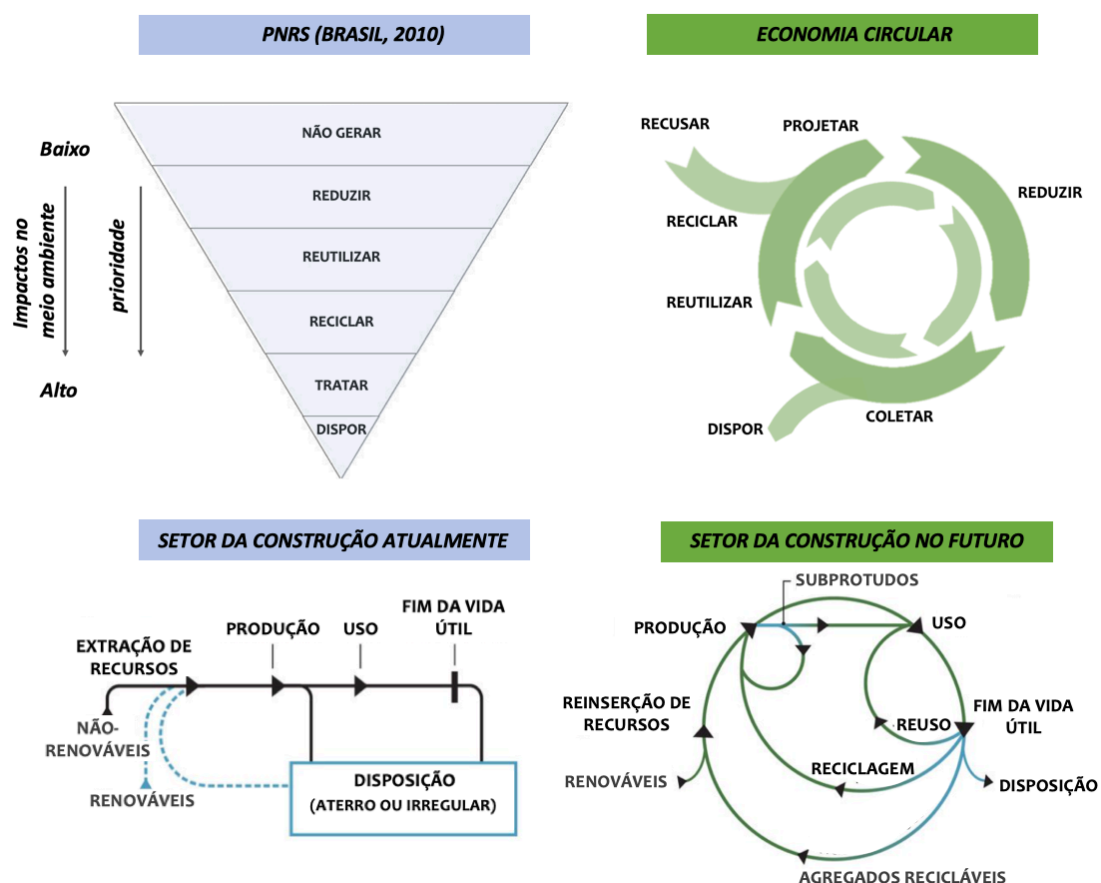
2.2 A GESTÃO HIERARQUIZADA X A GESTÃO CIRCULAR

Na referida Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) está definida a hierarquia para gestão dos resíduos, onde o princípio da não geração tem prioridade - seguido pelos procedimentos de: redução, reutilização,

reciclagem, outras formas de tratamento, e por fim da disposição do rejeito de forma ambientalmente correta. A prioridade para a não geração também consta nas normativas do CONAMA para a gestão do RCD. E no que tange ao meio científico, Yuan e Shen (2011) descrevem que a maior parte dos estudos a respeito do gerenciamento do RCD também priorizam a não geração deste nas cadeias produtivas envolvidas na construção das cidades.

No entanto, algumas pesquisas desenvolvidas pela indústria da construção demandam a atualização desta forma de hierarquização das etapas da gestão do resíduo, por exemplo, a metodologia de Produção Mais Limpa (P+L) (ARAUJO, 2002); a *Chemical Leasing*⁷; e principalmente a promoção do conceito de economia circular direcionada à indústria da construção (BENACHIO *et. al.*, 2020) (Figura 1).

Figura 1 – Diagrama da comparação entre gestão hierarquizada e circular.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados de BENACHIO *et. al.*, (2020), ZIMMERMAN *et. al.*, (2020), e BRASIL (2010).

⁷ As Nações Unidas promovem a premiação de instituições dedicadas aos modelos de negócios baseados em performance em uso. Disponível em chemicalleasing.org

Segundo Zimmerman *et. al* (2020) a adesão dos projetos aos princípios da economia circular traz os seguintes benefícios:

- (1) Os processos lineares de produção (início – meio – fim) tornam-se processos circulares;
- (2) Os recursos e matérias-primas não renováveis são substituídos por subprodutos e agregados recicláveis;
- (3) o projeto, que normalmente é exclusivamente voltado para a etapa a construção da edificação, se expande para reorganizar o ciclo de vida das edificações e de seus componentes por completo.

Em oposição à hierarquia das etapas de gestão, as metodologias circulares não priorizam uma etapa específica em detrimento de outras. Tendo como base princípios de gestão mais equitativos, é possível construir de forma sustentável e adequada ao contexto local. Esta forma de pensar os processos produtivos contribui para dar maior evidência em etapas que demandam planos de ação, como por exemplo de manejo do resíduo já existente e descartado de forma irregular no território das cidades.

No entanto, o gerenciamento cíclico se torna dificultoso quando as informações a respeito do montante de resíduo existente são poucas (PINTO, 1999) e existe a necessidade de se realizar o levantamento de dados primários para conhecer a viabilidade de aplicação dos métodos de gestão (WU *et. al.*, 2014). Além disso, cabe considerar que a sustentabilidade nos países de desenvolvimento tardio, depende antes da superação das necessidades básicas, como por exemplo, do saneamento e da infraestrutura básicos, e a carência de dados primários⁸ (ONU, 2015).

Assim, se entende como necessário reestabelecer a atenção da gestão do RCD focalizando as formas disponíveis para a recuperação do material descartado, bem como, o planejamento para limpeza dos pontos de descarte irregular, para coleta e tratamento do resíduo a ser reinserido no ciclo produtivo, e da deposição correta do rejeito ao final do ciclo de vida.

⁸A supracitada Agenda 2030 prima pelo reconhecimento de que os dados de referência para o atendimento das metas permanecem indisponíveis em países como o Brasil, sendo necessário o fortalecimento da coleta de dados, e do desenvolvimento de capacidades, para obtenção dados de referência nacionais e globais onde estes ainda não existam.

2.3 A VIABILIDADE PARA A GESTÃO CIRCULAR DO RCD

O histórico impasse das políticas urbanas (MARICATO, 2014) envolvendo administração pública, empresas e profissionais da construção civil, e o direito à cidade (ARANTES *et. al.*, 2002), somado à ausência de informações básicas para a aplicação de planos (JOHN, 2000; ONU 2015) e projetos sustentáveis, acarretam em décadas de atraso no manejo do entulho gerado nas cidades brasileiras.

Além disso, quando se trata do investimento em tecnologias de produção ambientalmente adequadas, existem incertezas a respeito da viabilidade dos procedimentos a serem adotados pelas empresas e profissionais do setor da construção civil (JADOVSKI, 2005). Pensar a sustentabilidade é uma tarefa que envolve todas as etapas da construção de uma edificação e o desenvolvimento de infraestrutura urbana, no entanto, o estágio inicial de planejamento dos planos e projetos são os que mais contribuem para a prevenção da geração do RCD (WANG *et. al.*, 2014).

Neste contexto, é possível estabelecer uma aproximação aos conceitos de vida útil, desempenho e durabilidade⁹ (MEHTA & MONTEIRO, 2008 *apud* POSSAN, 2010), até então pouco explorados pelas normas prescritivas nacionais, mas de urgente necessidade. Controvertida às questões de durabilidade, a arquitetura contemporânea tem como característica a mudança de uso em um período de tempo reduzido, ou temporário (BARTH, 2015). Fenômeno este que pode estar associado a pouca manutenção ou às tendências renovadas ao gosto do mercado¹⁰. Ambas as condições exigem ambientes que possam ser modificados, ações estas que geram grande volume de material descartado pelos canteiros de obra.

Tanto a arquitetura construída para durar mais, atendendo as normativas vigentes, quanto aquela dita temporária, ou flexível, podem aportar

⁹ Desempenho significa performance em uso, ou resultado do funcionamento de um produto. Já durabilidade diz respeito à capacidade de manter este funcionamento ao longo do tempo. A norma ISO 13823 apresenta os princípios gerais para a durabilidade do projeto de estruturas.

¹⁰ Neste caso, se objetiva citar a geração de resíduos por obsolescência estética, sem problematizar os mecanismos para manter o funcionamento do mercado, da produção e consequentemente dos lucros.

avanços no planejamento e na gestão dos resíduos da construção civil. Bem como, também a administração pública deve presar pelo direito igualitário à cidade sustentável e resiliente, para o atendimento às metas globais (ONU, 2015). Assim, se faz necessário compreender os problemas causados pela falta da gestão e do gerenciamento do RCD, e as oportunidades relacionadas à reinserção do resíduo no ciclo produtivo, como por exemplo, os benefícios destas ações nos aspectos ambientais, sociais e econômicos das cidades.

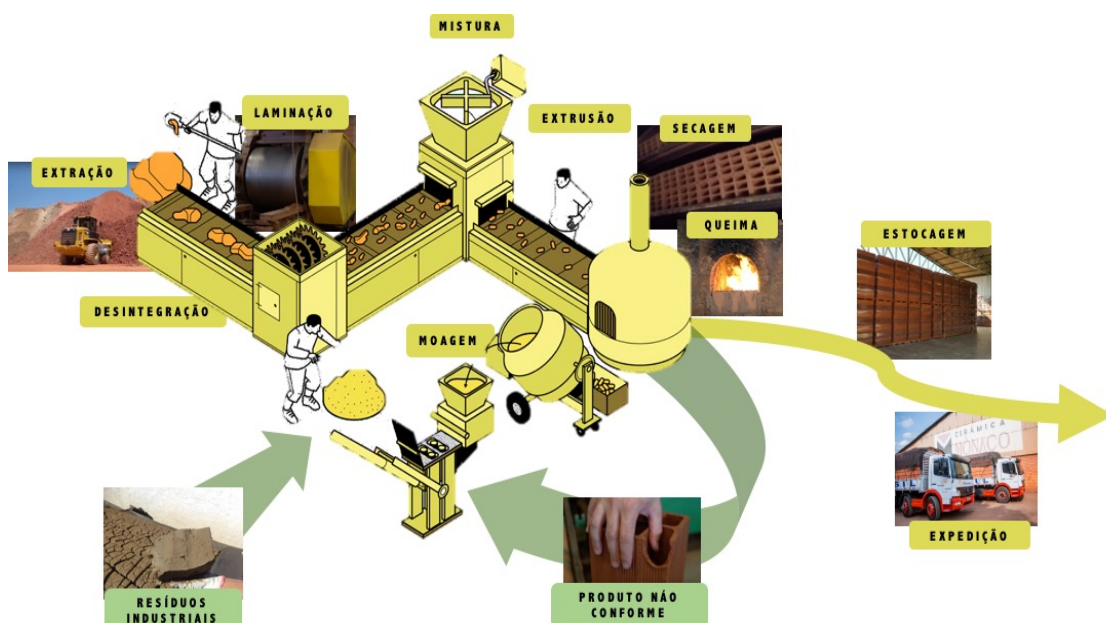
3 O RCD COMO RECURSO

Minimizar o impacto do desenvolvimento urbano é possível quando se abre o escopo de análise do “produto final edificação” para o ciclo de vida: construção – reforma – demolição. E nestes estágios, considerar as noções de durabilidade, desempenho do ambiente construído, projeto para o ciclo de vida¹¹ e, em última instância, o projeto para a desconstrução do edifício no limite de sua vida útil, ou quando necessária a alternância de seu uso (SILVA, 2016).

O conceito de ciclo de vida é explorado no contexto nacional por meio da norma ABNT de Desempenho Habitacional (nº 15.575), em vigor desde 2013. O projeto para o ciclo de vida inclui considerar as melhores alternativas desde a obtenção das matérias-primas, passando pelo processo produtivo, pelos impactos na geração dos resíduos, emissões e consumo energético, até chegar ao fim da vida útil dos sistemas da construção e do edifício como um todo.

No setor da construção civil, a fabricação de blocos cerâmicos, por exemplo, faz uso de agregados reciclados, resíduos industriais e dos produtos não conformes, como componentes da mistura (VINHAL, 2016). O esquema na figura 2, ilustra em verde escuro os fluxos de retorno.

Figura 2 – Do berço ao portão da fábrica de blocos cerâmicos.



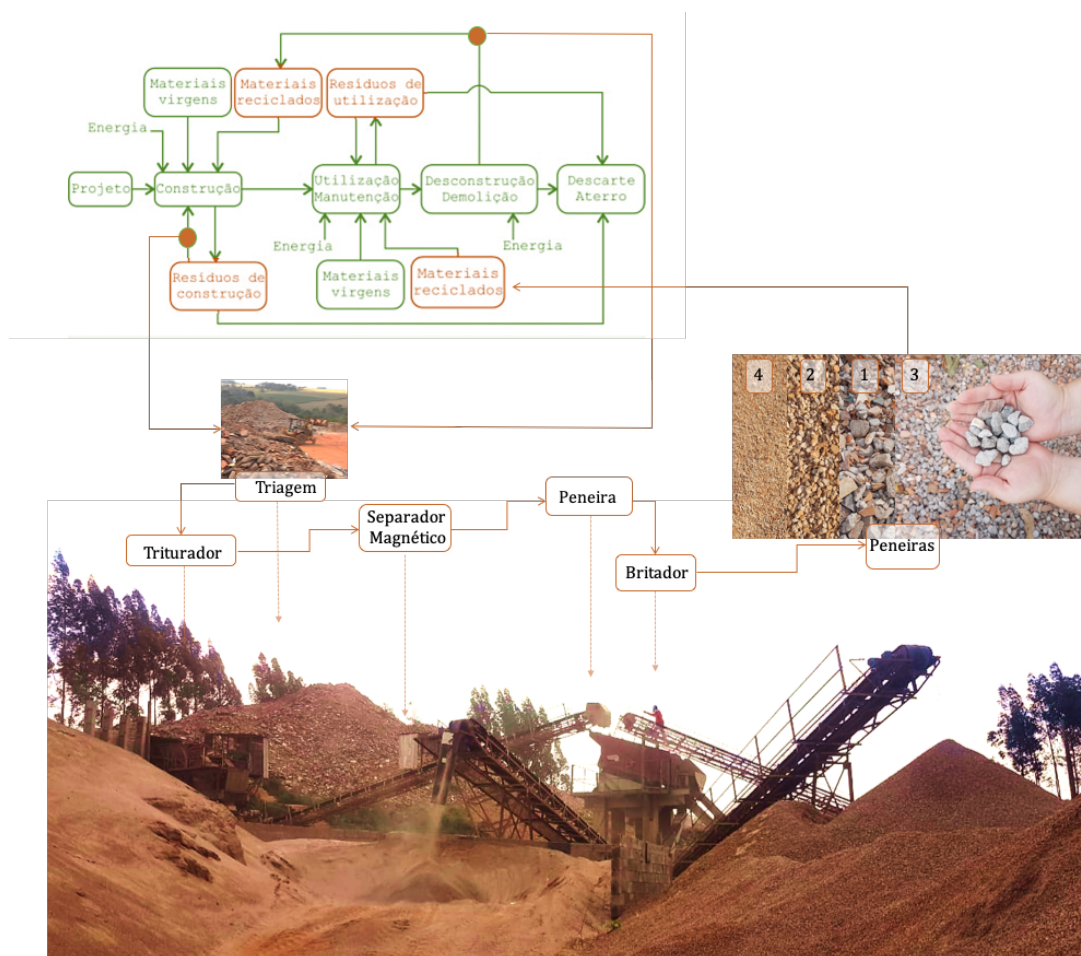
Fonte: Elaborado pelo autor com imagens da Cerâmica Mônaco em São Paulo.

¹¹Desde o ano 2000, está em desenvolvimento a série de normas ISO 15686 que trata do processo de decisão projetual tomando em consideração a vida útil de um sistema, componente, edificação ou outros tipos de obra de engenharia, como pontes e túneis.

Desta forma, a gestão e o reaproveitamento do RCD geram impactos positivos na cadeia da construção já que interferem na redução do consumo de recursos naturais e na quantidade de entulho depositado (QUESADA-RUIZ *et. al.*, 2019), além de possibilitar a reinserção do material descartado na economia circular da construção civil (BENACHIO *et. al.*, 2020). No entanto, a viabilidade para produção de agregados reciclados, depende da disponibilidade de resíduo depositado para tratamento e de sua composição.

Dito de outra forma, há outro trecho do ciclo produtivo entre a geração do resíduo e seu aproveitamento (Figura 3), onde a matéria-prima dos agregados reciclados depende diretamente das perdas não incorporadas pela obra (WU *et. al.*, 2019). Além da necessidade de que os materiais descartados tenham a destinação apropriada, o que não é padrão majoritário das obras gerenciadas nas cidades brasileiras.

Figura 3 – Do berço ao portão da Usina de Reciclagem de RCD com detalhe para o ciclo de vida da edificação.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados de (BARTH, 2015) e imagens da visita técnica à Usina de Reciclagem Future em Cascavel - PR.

As tecnologias¹² envolvidas no processo de produção do agregado reciclado - mostrado na figura anterior - são similares às utilizadas pela mineração. A separação granulométrica é feita por grande parte das 360 usinas brasileiras de reciclagem de RCD (ABRECON, 2018). Este tratamento mecânico está condicionado a uma série de requisitos, como as viabilidades técnica e econômica, além do contexto político, e dos agentes envolvidos neste segmento do setor da construção. Este âmbito de falta de garantias para o investimento em reciclagem de RCD, acompanhado pelas falhas projetivas no que tange a redução da geração dos resíduos, contribui para a saturação do gerenciamento e da gestão do resíduo da construção civil.

Pode-se dizer ainda, que existe um consenso de que diminuir a geração de resíduos significa também reduzir a necessidade do reuso, da reciclagem e da deposição final adequada. No entanto, quando carecem iniciativas dedicadas a buscar alternativas para o tratamento do resíduo já existente – e conhecer sua composição – menor o avanço visível para mitigação do impacto ambiental dos depósitos irregulares, e maiores as incertezas de retorno do material descartado como matéria prima para a economia circular.

3.4 O RCD NO CANTEIRO DE OBRA, MAS NÃO NO PROJETO

Para tratar deste tópico se utilizou de uma breve revisão da literatura existente na área de perda de materiais, durabilidade e gestão do canteiro de obras, bem como, se considerou as convenções adotadas para a execução dos sistemas predominantes na arquitetura nacional¹³. A constatação da necessidade de conhecer a composição do resíduo gerado em obra dura mais de trinta anos. Desde a publicação de trabalhos como o de Pinto (1989), Agopyan et. al. (1998), e Andrade et. al. (2001), informações desta natureza evidenciam a ineficiência do processo de construção das edificações nas cidades brasileiras no que tange ao manejo do RCD.

A quantificação, a classificação, e o levantamento dos possíveis

¹² Lima (2012) coloca o processo de reciclagem de RCD realizado no Brasil como “circuitos emergentes”, em oposição ao “circuito padrão” adotado na reciclagem em países europeus, cujas tecnologias estão mais avançadas.

¹³ Alvenaria de blocos cerâmicos e estruturas de concreto armado (OLIVEIRA et. al., 2011).

fatores que decorrem em ineficiências, permitem a proposição de projetos e planos com menos perdas, maior racionalização de matérias-primas e, conseqüentemente, a menor geração dos resíduos. Como procedimento basilar na hierarquia dos métodos para a gestão do RCD em obra, classificar o material existente é fundamental para o planejamento da desconstrução da edificação ao final da vida útil de seus componentes; para a redução das incertezas na produção de agregados reciclados; e para dimensionar as ações futuras para o atendimento das normativas vigentes (JHON, 2000).

Na literatura existente se pode dizer que não existe uma homogeneidade no escopo de estudo. Alguns trabalhos se dedicam a avaliar o volume e composição do RCD gerado em obras em mais de uma cidade (FORMOSO *et. al.*, 2002), outros têm como área de estudo um único município (CARNEIRO, 2005; BERNARDEZ *et. al.*, 2008). Bem como, alguns autores identificam a composição de resíduos em apenas etapas específicas da obra, (MIRANDA *et. al.*, 2009) e outros autores abordam as construções abrangendo todas as etapas (ARAÚJO & CARNAÚBA, 2010).

Outra diferença diz respeito aos métodos utilizados pelos autores para quantificar e classificar os resíduos. Um exemplo disso é o trabalho de Ângulo *et. al.* (2011), que demonstra uma forma direta, e outra indireta, de representar a composição do RCD gerado no interior de São Paulo; por meio dos alvarás de obras e de levantamento de campo, respectivamente. Este mesmo trabalho também leva em consideração a produção do RCD pelos “agentes informais” ou obras de reforma, e pelos “formais” que são as obras de construção, levando em conta o aumento do consumo de energia elétrica e a composição das caçambas, respectivamente.

Um ponto em comum entre os estudos desenvolvidos no Brasil é a utilização da resolução CONAMA nº 307/2002 para a classificação dos materiais encontrados como resíduo em suas respectivas pesquisas. Dita norma apresenta a classificação do RCD conforme sua característica físico-química, que implica em diferentes formas de tratamento e destinação final.

Sendo assim, os resíduos reutilizáveis e recicláveis são classificados como classe A e B respectivamente, por exemplo: tijolo, madeira e

gesso¹⁴; pertencem à classe C os resíduos cuja reciclagem é economicamente inviável, ou não exista tecnologia que possibilite a reciclagem, como o concreto armado; na classe D estão relacionados os dos resíduos contaminantes considerados como perigosos, como as tintas e os solventes (quadro 2).

Quadro 2 – Classificação CONAMA nº 307/2002 e nº 431/2011 e formas de destinação

Classes	Materiais predominantes	Destinação
A	Tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, areia, pedra e agregados.	Reuso e reciclagem como agregados. Ou disposição temporária para futuro beneficiamento.
B	Plásticos/PVC, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e o gesso.	Reciclagem para outras destinações, ex. insumo energético. Ou disposição temporária para futura reciclagem.
C	Isopor, lixas, massa corrida e sacos de cimento.	Disposição final segregada.
D	Amianto, tintas, óleos e solventes.	Disposição final segregada.

Fonte: BRASIL (2002; 2011).

Esta mesma definição para separação dos materiais descartados será retomada na etapa de análise dos dados levantados a respeito do aspecto ambiental em Foz do Iguaçu, e demonstrada no capítulo 6 desta dissertação.

De acordo com a classificação do CONAMA e a partir da revisão dos trabalhos da literatura que tratam da composição do resíduo gerado pela indústria da construção brasileira em diferentes contextos urbanos, é possível resumir três pontos consensuais:

(1) A maior parte do volume de resíduo gerado pertence à classe A (PINTO, 1989; ANDRADE *et. al.*, 2001; FORMOSO *et. al.*, 2002; CARNEIRO, 2005; BERNADES *et. al.*, 2008); ARAÚJO & CARNAÚBA, 2010), ou seja, está disponível para o reuso ou/e a reciclagem como agregados;

(2) Existe a necessidade de se realizar a triagem do resíduo ainda no canteiro de obra, com o fim de diminuir o índice de contaminação do

¹⁴ Resolução CONAMA nº 431/11 altera a classificação do gesso, de classe C para classe B. O resíduo de gesso pode ser utilizado na compostagem (TUBAIL, K. *et. al.*, 2008). No entanto, ainda que existam tecnologias viáveis para a reciclagem, isto não implica que estas tecnologias estejam disponíveis.

material a ser reciclado (BERNADES *et. al.*, 2008; OLIVEIRA *et. al.*, 2011, ÂNGULO *et. al.*, 2011), TESSARO *et. al.*, 2012, KERN *et. al.*, 2015);

(3) O RCD é efetivamente gerado nas fases de execução da obra que não foram adequadamente projetadas na etapa de planejamento. Por exemplo, no procedimento de quebra de alvenaria para a abertura de janelas, ou por causa da falta de integração do projeto elétrico e hidráulico ao arquitetônico (FORMOSO *et. al.*, 2002; OLIVEIRA *et. al.*, 2011). Portanto, considera-se que o RCD ainda não é tratado uma questão a ser planejada em projeto.

Finda o reconhecimento do panorama geral da gestão do resíduo nas cidades brasileiras, e do entendimento do RCD como recurso para o ciclo produtivo da construção civil, as constatações elencadas nos tópicos anteriores são aplicadas ao contexto de Foz do Iguaçu – PR. Buscou-se tratar sobre a gestão municipal do RCD, com enfoque para a disposição irregular do entulho em áreas públicas da cidade. Para isso, no próximo capítulo se apresenta o contexto atual da gestão pública municipal do RCD, retomando as normativas e ações vigentes em Foz do Iguaçu.

4 A GESTÃO DO RCD EM FOZ DO IGUAÇU - PR

4.1 NORMATIVAS VIGENTES

A Política Municipal de Saneamento Básico, Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (nº 198/2012 e atualizações) dá providências para a criação de um Plano Integrado de Gestão dos Resíduos Sólidos - contemplando a criação do Plano Integrado de Gestão dos Resíduos da Construção Civil, que até o ano de 2021 não foi implantado.

As informações apresentadas no documento referentes à Gestão Integrada do RCD são:

(1) A Célula de Inertes do Aterro Sanitário Municipal é o destino final para a deposição do material descartado pelas atividades da construção civil, e é onde se realiza a triagem do material não separado na origem;

(2) Atualmente o RCD classe A entregue no aterro é reutilizado para melhoria das condições das vias internas para o tráfego do maquinário e caminhões caçambas, bem como, para o encobrimento das jazidas do aterro;

(3) O prognóstico contendo o “Projeto Resíduo de Construção” (Apêndice 05 da Política Municipal de Saneamento Básico) apresenta diretrizes para a criação da política municipal de gestão do Resíduo da Construção Civil (RCC), que, por sua vez, não teve continuidade até o ano de 2021.

Neste interim, o decreto nº 24.774 de 2016 é a única normativa vigente no que tange à aplicação das políticas municipais de gestão do RCD. Este decreto restringe a aprovação de alvarás para as obras que não apresentarem a forma de destinação do resíduo gerado por meio do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC).

Desta forma, a legislação municipal para manejo do RCD encarga unicamente o gerador do resíduo, de certa forma, desconsiderando o princípio de responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida dos materiais (Lei 12.305/2010). Este fato contribui para a elaboração dos PGRCC apenas por formalidade - e não em prol do gerenciamento de projeto eficiente e sustentável – e para o descarte irregular do resíduo gerado.

4.2 AÇÕES VIGENTES

Apesar do atraso da criação e implantação dos Planos Integrados de Gestão Municipal do RCD, é possível elencar alguns avanços recentes nas ações adotadas pela Prefeitura em relação ao resíduo. Em 2017¹⁵ foi possível o desenvolvimento do Programa Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA). Este programa efetivou a coleta seletiva de materiais recicláveis provenientes do resíduo domiciliar, com a participação das cooperativas, ou Unidades de Valorização de Recicláveis (UVR) (BUCHE, 2021).

Considerando apenas o RCD, a partir de 2019, por meio da parceria entre as Secretarias de Obras, da Saúde, de Direitos Humanos, e do Meio Ambiente, o Projeto Caçambas vem sendo desenvolvido no município, com o objetivo de colaborar com a limpeza de entulhos, dando prioridade às comunidades em vulnerabilidade social. Dentre as ações desenvolvidas pelo projeto está a implantação das Ações de Limpeza, que consistem na distribuição de caçambas para a entrega voluntária de Resíduos da Construção Civil, por meio de um sistema de rodízio em mutirão entre as regiões da cidade a cada duas semanas (SMMA, 2020).

Os mutirões de limpeza e os pontos móveis para a entrega voluntária de RCD funcionam por meio da parceria entre a Prefeitura Municipal e as Associações de Moradores dos bairros. A localização destes pontos é definida considerando: a) a proximidade das Associações de Moradores; b) o mapa de proliferação do mosquito *Aedes Aegypti* elaborado pelo Centro de Controle de Zoonoses; c) o registro de casos de Dengue (idem, 2020).

Também, ao final de 2020, foi aprovado o Projeto de Lei 128/2020 para a Política Municipal de Educação Ambiental (PMEA) que busca promover a percepção da sustentabilidade pela população, por meio de diretrizes para a educação formal e não-formal – nas escolas, e nos espaços públicos das comunidades. A PMEa visa aproximar as comunidades ao planejamento e gestão do RSU, viabilizando informações como: a correta destinação de

¹⁵ Até 2017 a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) de Foz do Iguaçu não detinha de servidores públicos próprios, sendo a maioria cedidos por outras secretarias. A partir de sua reestruturação interna - com a criação dos cargos públicos nas áreas de engenharia ambiental, engenharia química, geologia, biologia e educação social.

resíduos e separação dos materiais; a introdução ao Programa de Coleta Seletiva, e deve ser apropriada pela gestão do RCD, e ao Programa Caçambas.

Outro reflexo das políticas de educação ambiental adotadas pelo município é a capacitação das secretarias, autarquias e fundações municipais por meio do Curso de Educação Ambiental na Administração Pública. Este vínculo é fundamental, visto que a eficiência da gestão passa por ter servidores capacitados, que acompanhem, verifiquem e proponham melhorias nos métodos adotados para a gestão dos resíduos sólidos, bem como da limpeza urbana, propiciando a participação da comunidade.

4.3 NORMATIVAS E AÇÕES FUTURAS

O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) é um dos Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituído há mais de dez anos. O Sistema tem como objetivo disponibilizar estatísticas e indicadores dos serviços públicos de gestão e gerenciamento de Resíduos Sólidos, de modo a permitir seu contínuo monitoramento (BRASIL, 2012).

O levantamento de dados básicos a respeito do resíduo gerado nas cidades brasileiras deve ser integrado ao SINIR para que as prefeituras possam alcançar maior clareza e eficiência para a tomada de decisão. No entanto, a aderência ao Sistema pela gestão municipal em Foz do Iguaçu – e nas diversas regiões do país – pode ser questionada pela falta de continuidade da política nacional nas demais escalas da administração pública. Assim, a portaria nº 280/2020 reforça a resolução CONAMA nº 313/2002, solicitando o abastecimento anual do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos, com o conjunto de informações sobre a geração, tipologia, armazenamento e destinação final dos resíduos sólidos gerados pelas cidades a partir de 2021.

Levando em conta as ações já desenvolvidas pela prefeitura, esta dissertação busca contribuir para o aprimoramento do Projeto Caçambas, com a proposição de pontos fixos para a entrega voluntária (PEV) do RCD nas áreas da cidade que apresentam maior volume de descarte de entulho. Também se propõe o método do levantamento de campo expedido - baseado em variáveis geográficas relacionadas ao risco do descarte do RCD - com o objetivo de

agilizar a coleta de dados básicos, para viabilizar as Ações de Limpezas já implementadas pelo município. Compreende-se que a efetivação das normativas e ações futuras no município depende do levantamento expedito dos dados básicos, possibilitado por meio o uso dos Sistemas de Informação Geográficas (SIG) abordado no próximo subitem.

4.4 O MAPEAMENTO ESTRATÉGICO PARA EFETIVAÇÃO DA GESTÃO

Na busca por práticas ambientalmente adequadas e economicamente viáveis para lidar com o RCD, outros países com contextos similares ao brasileiro têm investido em pesquisas com foco na gestão e no reaproveitamento deste. É o caso da Argentina (VERGARA, 2015), Colômbia (ZAFRA *et. al.*, 2012), Tunísia (AYDI *et. al.*, 2012), Tailândia (SUKHOLTHAMAN *et. al.*, 2017), e mais recentemente, da Síria (MADI & SROUR, 2019) onde o resíduo de demolição de guerra tem evidenciado o debate sobre a disposição de resíduos inertes.

Para as metodologias utilizadas em estudos sobre RCD, e RSU de forma geral, Yuan e Shen (2011) situam a descrição analítica, a simulação ou modelagem, a análise estatística e a análise de custo benefício. Já para o levantamento de dados, Wu *et. al.* (2014) consideram a visita de campo um método dispendioso a nível regional, já que utiliza demasiados recursos humanos, econômicos e de tempo de trabalho. No entanto, para cidades de portes pequenos e médio, o campo permite análises mais aprofundadas, como por exemplo, dos materiais presentes nas pilhas de descarte ilegal (LAU *et. al.*, 2008) e dos aspectos qualitativos envolvendo a danificação da paisagem urbana. Além disso, a proeminência do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para a tomada de decisão na gestão urbana também é uma tendência positiva apontada pelos autores mencionados anteriormente.

O SIG é utilizado em duas principais situações envolvendo o mapeamento temático da gestão dos resíduos urbanos. A mais usual, é para determinar áreas adequadas para a implantação de aterros sanitários, plantas de tratamento de resíduos, usinas de reciclagem e pontos de entrega voluntária (AYDI *et. al.*, 2013; MADI & SROUR, 2019). A segunda trata de um método ainda incipiente no debate a respeito do RSU, no qual existem condições ligadas aos

atributos geográficos que proporcionam maior probabilidade ao descarte irregular (SILVESTRI & OMRI, 2018; QUESADA-RUIZ, 2019).

Entende-se que a distribuição espacial do resíduo no território estabelece relação com certas características de pontos das cidades, por isso, entre os objetivos desta pesquisa está a montagem de um banco de dados geográficos com variáveis ambientais utilizadas para predição de suscetibilidade ao dano gerado pelo descarte irregular de RCD. Os métodos de localização baseados em variáveis geográficas são comumente utilizados por darem melhores evidências no que diz respeito às características intrínsecas ao território (SENER *et. al.*, 2006; MONDELLI *et. al.*, 2007), sendo fortes indicadores para a tomada de decisão.

Com o mapeamento dos atributos urbanos ligados ao descarte irregular é possível deduzir os locais de maior probabilidade de acúmulo de resíduo não tratado adequadamente. O levantamento de campo expedido é uma forma de encurtar a etapa de coleta de dados, reduzindo assim o custo, a equipe, e o tempo necessários para a obtenção de informações basilares para a gestão estratégica do RCD nos planos municipais, e para o abastecimento dos Sistemas, Inventários e Atlas nacionais de panorama geral.

Assim, no próximo capítulo se apresenta a metodologia método utilizada para a localização de pontos de descarte irregular, mediante a combinação do uso do SIG e do levantamento de campo.

5 O LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O DESCARTE IRREGULAR DO RCD EM FOZ DO IGUAÇU¹⁶

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Foz do Iguaçu é uma cidade média localizada no interior do estado do Paraná. Está situada na fronteira internacional entre Brasil, Paraguai e Argentina, configurando-se como a maior cidade-gêmea do país, mantendo forte relação com *Ciudad del Este*, no Paraguai, e *Puerto Iguazu*, Argentina (RAMMÉ, 2020).

No território nacional, Foz do Iguaçu e Cascavel são os maiores municípios na região oeste do estado do Paraná, tendo ao seu entorno 27 municípios pequenos, com populações menores de 15 mil habitantes, e também 6 municípios com menos de 55 mil habitantes. Este aspecto configura a importância regional destas cidades para a efetivação do supracitado consórcio público intermunicipal para o cumprimento das tarefas das prefeituras, como a efetivação dos Planos Regionais de Gestão Integrada do Resíduo Sólido Urbano.

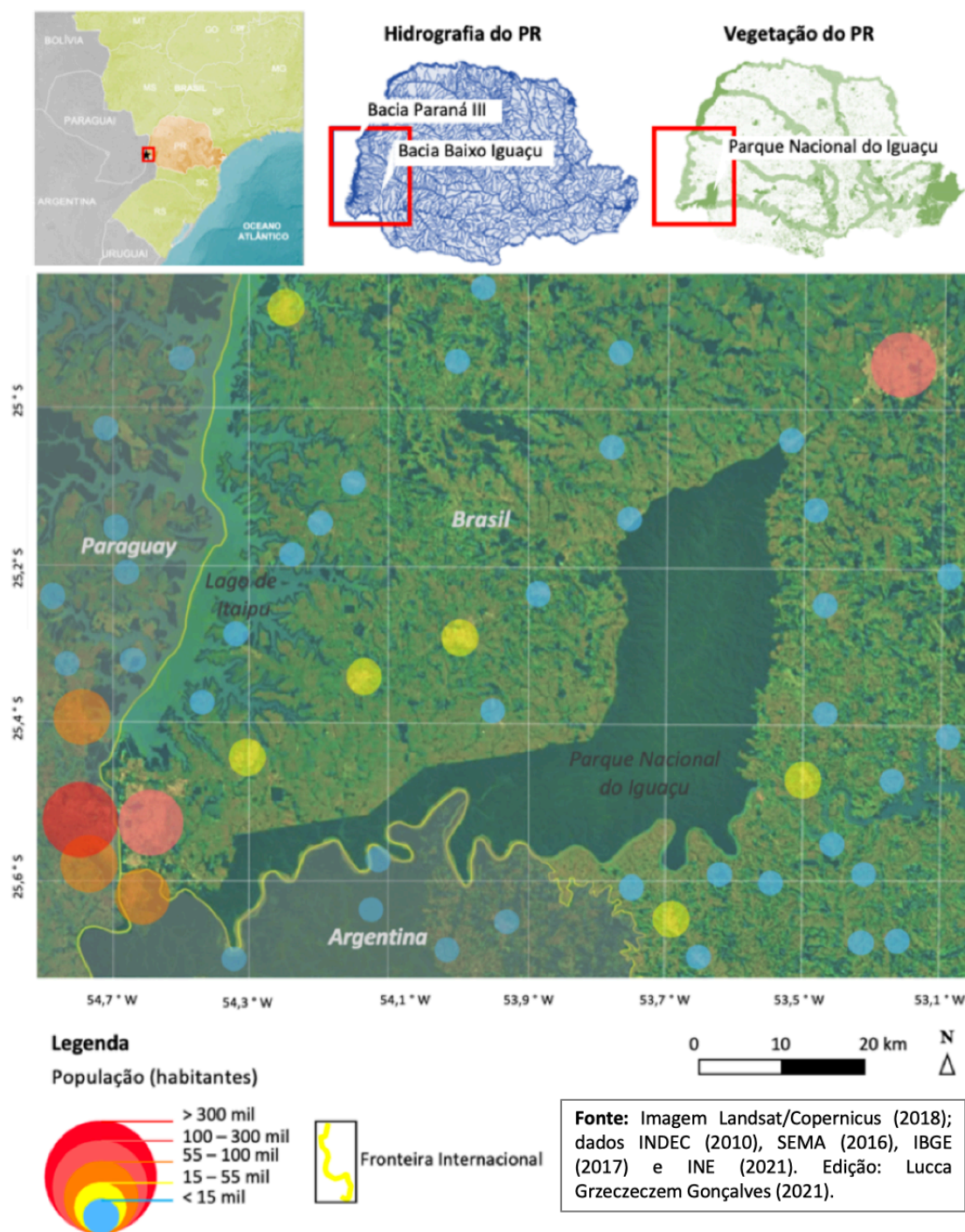
Outra característica importante para a definição de ações futuras é de que a cidade está situada entre a Bacia Hidrográfica do Paraná III e a Bacia do Baixo Iguaçu, estando à jusante dos passivos ambientais¹⁷ da região oeste do estado. Na rede hidrográfica que abrange a área de estudo se destacam: os rios urbanos - Tamanduá e M'Boicy; rios de fronteira - Paraná, com a presença do Reservatório da Usina de Itaipu, e o Iguaçu, onde estão localizadas as Cataratas do Iguaçu.

A vegetação predominante é a floresta estacional semidecidual (IBGE, 2012), com áreas de conservação da Mata Atlântica como o Parque Nacional do Iguaçu (PNI), que se configura como barreira para os fluxos viários vindos do Sul e Sudeste do Estado. As características de Foz do Iguaçu na rede hierárquica de cidades do oeste do Paraná podem ser conferidas na figura 4.

¹⁶ Uma versão prévia desta parte do trabalho foi publicada nos anais no VIII Seminário Tecnologias Limpas, promovido pela ABES/RS, UFRGS e o CNTL, em Porto Alegre, sendo um dos 20 trabalhos selecionados para apresentação oral.

¹⁷ Segundo (PORTO & PORTO, 2008) a gestão de bacias hidrográficas permite o reconhecimento unitário de interação dos meios físico, biótico, social, econômico e cultural de uma determinada região onde o impacto ambiental é compartilhado.

Figura 4 – Mapa da localização e caracterização de Foz do Iguaçu em escala regional, com detalhes demográficos.

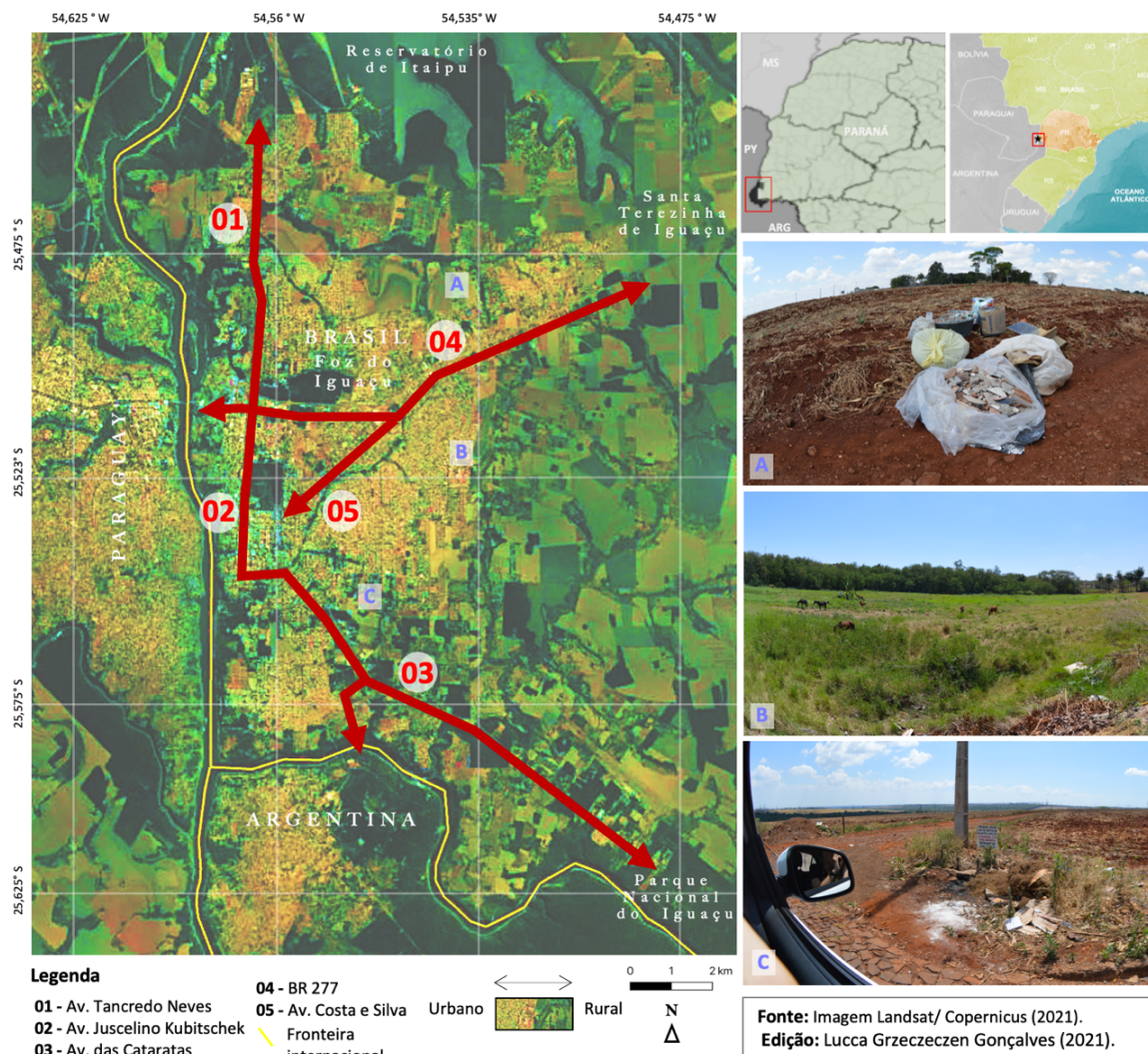


Fonte: Elaborado pelo autor com imagem Landsat/Copernicus, e dados do (IBGE, 2017).

Também deve ser considerado o processo de urbanização de Foz do Iguaçu, que se configura de modo disperso e horizontalizado, constituindo uma malha urbana com diversas centralidades conformadas a partir da

construção das vilas de Itaipu, nos anos 70 (RAMMÉ, 2020), e interstícios de zonas rurais propícias a ser tornarem pontos viciados de descarte irregular de resíduo e bota-foras (ver fotos A, B e C na figura 5).

Figura 5 – Mancha urbana de Foz do Iguaçu com das zonas de expansão urbana.

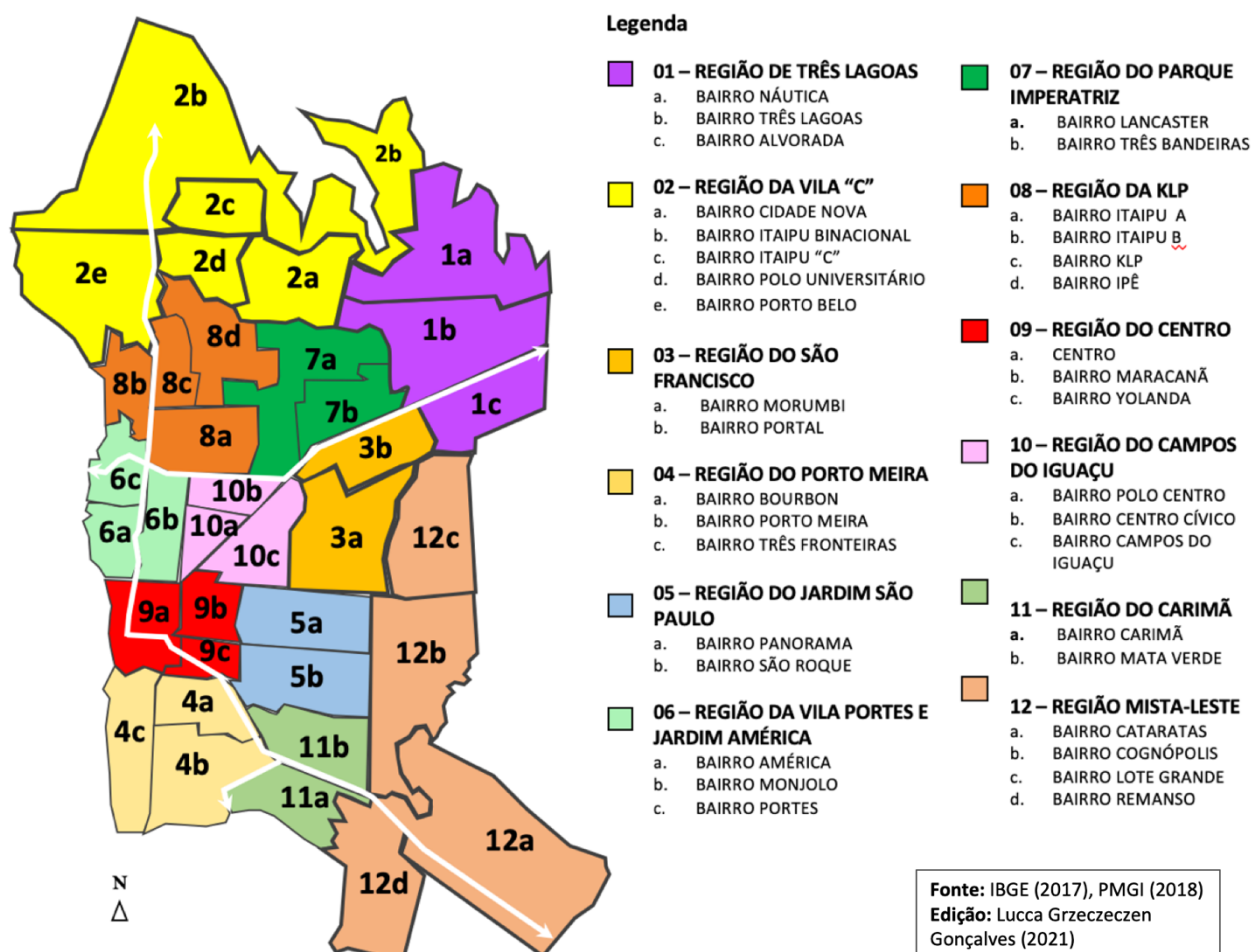


Fonte: Elaborado pelo autor com imagem Landsat/Copernicus, e dados da PMFI (2018).

A presença do PNI e do Reservatório da Usina Hidroelétrica de Itaipu, bem como, a fronteira nacional entre o Paraguai e a Argentina, são fundamentais para compreender a morfologia, e a paisagem urbana, de características policêntrica, que se espalha ao longo das principais vias de acesso à cidade – BR 277 e Avenida Costa e Silva, e o eixo turístico constituído pelas Avenidas Tancredo Neves, Juscelino Kubitschek e Das Cataratas.

O último aspecto a ser caracterizado é a divisão do território de Foz do Iguaçu em 12 regiões e 37 bairros¹⁸ (PFI, 2018), conforme a imagem abaixo, que foi utilizada para a apresentação dos resultados no próximo capítulo.

Figura 6 - Regiões e bairros de Foz do Iguaçu - PR.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do IBGE (2017) e da PMFI (2018).

Complementar às formas de gestão, às informações e aos dados já utilizados pelo município, a última parte desta pesquisa visa contribuir para o aprimoramento do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, com atenção ao manejo do RCD. Assim, no próximo subitem desta dissertação foram detalhados os procedimentos metodológicos utilizados para o

¹⁸ A lei complementar nº 303/2018 alterou a configuração dos bairros de Foz do Iguaçu, reduzindo os 290 bairros para 37.

levantamento dos locais do descarte irregular de RCD, conjuntamente com a composição e o volume do montante, e das características intrínsecas às determinadas partes da cidade.

5.2 MÉTODO

Para realizar o mapeamento dos locais de depósito clandestino de RCD foram necessárias as seguintes etapas de pesquisa: (1) Revisão de literatura para seleção das variáveis territoriais relacionadas ao resíduo, e frequentemente utilizadas em pesquisas anteriores; (2) Atualização da base de dados geográficos utilizadas, e mapeamento das variáveis encontradas; (3) Sobreposição de informações, e análise do mapa para planejamento do trabalho de campo; (4) Levantamento de campo expedito.

5.2.1 Revisão de literatura para identificação das variáveis territoriais frequentemente utilizadas em pesquisas anteriores

Para levantar as publicações foram utilizadas plataformas de busca de artigos com confiabilidade científica. Foram selecionados os trabalhos que apresentassem temáticas compatíveis com a caracterização das áreas de descarte irregular utilizando os seguintes termos: *Geographical fator, Spatial patterns, Uncontrolled/illegal landfills, waste disposal sites, geographical attributes, Probability of occurrence of illegal dumping, Geographical Information System, e developing countries*.

Ao todo, excluindo repetições, foram estudados trinta e dois trabalhos, dos quais nove foram compilados por conter informações fundamentais para a construção da base de atributos de análise utilizada por este trabalho. Os atributos encontrados foram: acessibilidade; proximidade de áreas urbanas; proximidade de vegetação; proximidade de corpos d'água; declividade; situação cadastral do terreno; visibilidade/vigilância; densidade populacional; pedologia/litologia/morfologia; histórico do terreno; indicadores econômicos; proximidade de aterros regulares; e proximidade de áreas industriais.

Os dados foram tabulados no quadro 3, sendo as mais utilizadas pelos autores estudados: acessibilidade; proximidade de áreas urbanas;

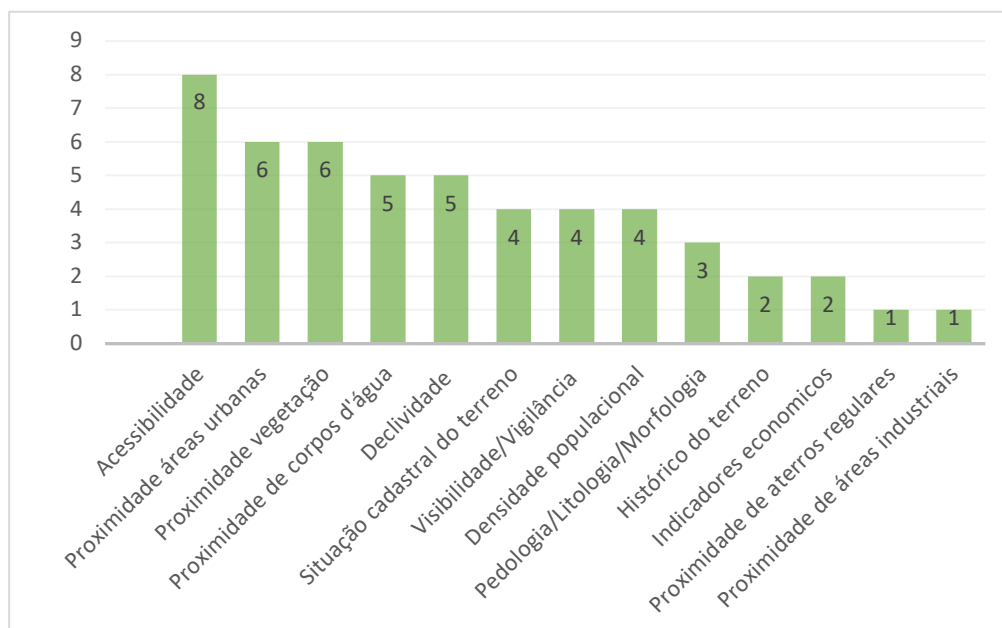
proximidade de vegetação; proximidade de corpos d'água. Esta informação foi organizada no gráfico que segue (Figura 7).

Quadro 3: Atributos encontrados na literatura utilizados para a predição de depósitos de resíduos sólidos.

Atributos encontrados na literatura	Ocorrência (Total)	Autores (ano)								
		QUESADA-RUIZ et. al. (2019)	JORDÁ-BORRELL et. al., (2014)	LEÃO et. al. (2001)	MADI & SROUR (2019)	SEROR & PORTNOV (2018)	PAZ et. al. (2018)	BIOTTO et. al. (2009)	SILVESTRI & OMRI (2008)	SUKHOLT HAMAN et. al. (2017)
Acessibilidade	8	x	x	x	x	x	x	x	x	
Proximidade áreas urbanas	6	x	x	x	x	x	x			
Proximidade vegetação	6	x	x	x	x	x			x	
Proximidade de corpos d'água	5	x	x	x	x		x			
Declividade	5	x	x	x	x				x	
Situação cadastral do terreno	4	x	x				x	x		
Visibilidade/Vigilância	4	x	x			x			x	
Densidade populacional	4	x	x					x		x
Pedologia/Litologia/Morfologia	3		x	x			x			
Histórico do terreno	2	x					x			
Indicadores economicos	2	x								x
Proximidade de aterros regulares	1							x		
Proximidade de áreas industriais	1							x		

Fonte: Resultado da pesquisa.

Figura 7 – Atributo territorial por número de ocorrência em pesquisas prévia



Fonte: Resultado da pesquisa.

Os atributos encontrados com ocorrência superior a cinco publicações foram detalhados a seguir:

1. Acessibilidade: Se refere à distância em relação ao sistema viário; à existência de vias de acesso ao ponto de descarte; à possibilidade de acesso de veículos de

transporte de resíduos, como caminhões caçamba. Ou seja, a probabilidade de existir entulho em um determinado ponto da cidade diminui se não há formas de chegar a este ponto (SILVESTRI & OMRI, 2008).

2. Proximidade de áreas urbanas: Relação entre os pontos de disposição irregular e a malha urbana. Está ligado a noção NIMBY¹⁹, muito associada à gestão de resíduo sólidos em pesquisas de abrangência global, e de expansão urbana. A probabilidade de RCD descartado de forma irregular é maior em pontos com menor infraestrutura urbana e periferias, e menor em áreas centrais (QUESADA-RUIZ *et.al.*, 2019).
3. Proximidade de vegetação: O dano causado pelo resíduo na vegetação é apontado como indicador visual. Além disso, os bosques urbanos e matas ciliares diminuem a visibilidade dos bota-foras, aumentando a probabilidade de ocorrência do descarte. Outrossim, algumas Áreas de Preservação Permanente e Reservas Ambientais apresentam maior vigilância, sendo menos propícias (MADI & SROUR, 2019).
4. Proximidade de corpos d'água: Os cursos de água são sumidouros em potencial, já que a água encobre e arrasta o material ao longo de seu leito. Alguns rios e córregos são utilizados para o desague de águas residuais, impulsionando o risco de dano pelo descarte RCD nestes pontos (LEÃO *et. al.*, 2001).
5. Declividade: Pontos do relevo com maior declividade, como barrancos e encostas, estão mais sujeitos a receber maior quantidade de resíduo por sua capacidade acumulativa e pela facilidade de encobrimento das práticas ilegais (JORDÁ-BORRELL *et. al.*, 2014).

¹⁹ Do acrônimo em inglês “fora do meu quintal” (*Not In My BackYard*) está relacionada a não aceitação dos passivos ambientais nas proximidades de áreas residenciais, acarretando na existência de zonas de sacrifício em lugares marginalizados.

Entre os atributos detalhados, três - a proximidade de áreas urbanas, vegetação e corpos d'água - fazem parte de uma categoria de análise recorrentemente utilizada por entidades gestoras para a tomada de decisão, que é o mapeamento da cobertura do solo, ou do uso e ocupação do solo (QUE-SADA-RUIZ *et.al.*, 2019). Já a acessibilidade pode ser verificada a partir da análise da morfologia urbana e da malha viária (SILVESTRI & OMRI, 2008). O atributo de declividade pode ser obtido por meio do mapa de relevo, ou também da planta de curvas de níveis da cidade. Sendo assim, os cinco atributos mais utilizados serviram de base para realização de um mapa com indicadores de risco para o descarte do resíduo em Foz do Iguaçu – PR.

5.2.2 Mapeamento dos atributos relacionados ao RCD em Foz do Iguaçu

Os atributos territoriais mais relacionados ao descarte de resíduos por outros autores foram mapeados e sobrepostos utilizando o software livre QGIS; a base de dados do IBGE, e do Atlas Ambiental da Microrregião de Foz do Iguaçu – PR (ADAMI *et. al.*, 2019), na projeção UTM, *datum* SIRGAS 2000, fuso 21S.

Durante esta etapa, foi necessário realizar a retificação das bases disponibilizadas e posterior desagregação dos atributos desejados. A partir das folhas matriciais reprojetadas e georreferenciadas foram vetorizados os planos com as informações elencadas acima, formando então, o mapa com a sobreposição de atributos que indica o risco de descarte irregular, e que foi utilizado como guia para a organização do levantamento de campo.

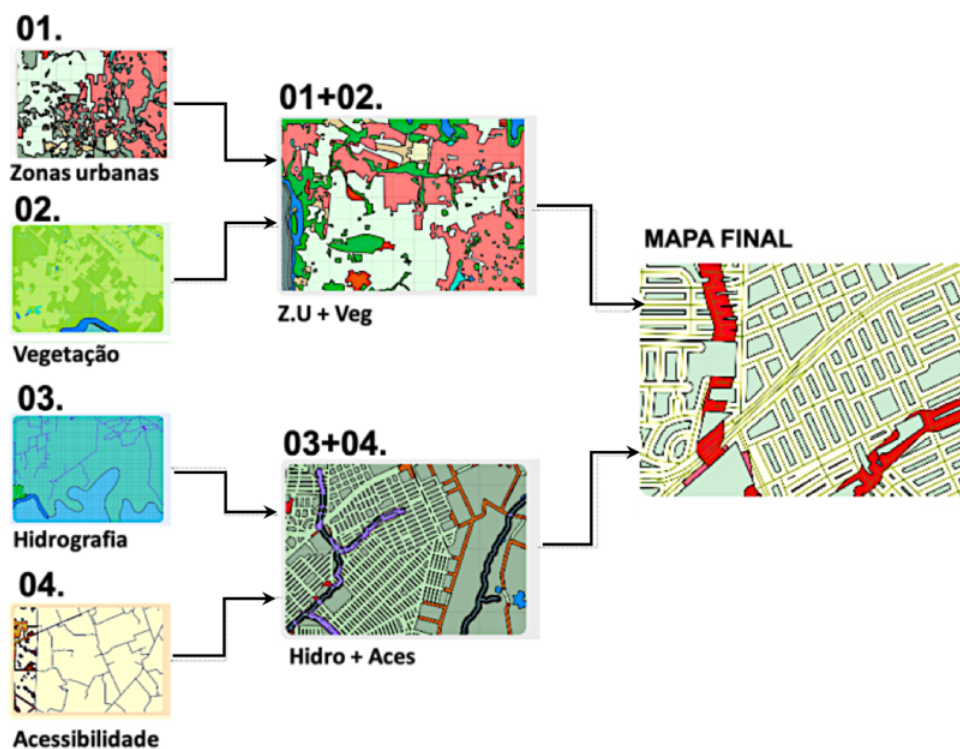
5.2.3 Sobreposição de informações e análise do mapa para planejamento do trabalho de campo

O atributo de declividade foi descartado na etapa de sobreposição de informações porque os dados obtidos a partir das informações de relevo disponíveis para a cidade de Foz do Iguaçu – PR não são compatíveis com a escala de análise local.

Para o cruzamento dos dados (Figura 8) os atributos foram desagregados das bases de dados e combinados: As zonas urbanas (01) e as

áreas com vegetação (02) foram separadas dos demais tipos de uso do solo e combinadas entre si (01+02) por serem arquivos de forma poligonal no SIG. Assim como também foram agrupados os dados vetoriais de hidrografia (03) – considerando raio de 50 m do leito do corpo hídrico – e de vias (04) – raio de 25 m do limite da via considerando o atributo de acessibilidade – constituindo o agrupamento de vetores (03+04). A sobreposição entre os agrupamentos vetoriais e poligonais de atributos possibilitou a criação do mapa final.

Figura 8 – Esquema da sobreposição dos dados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

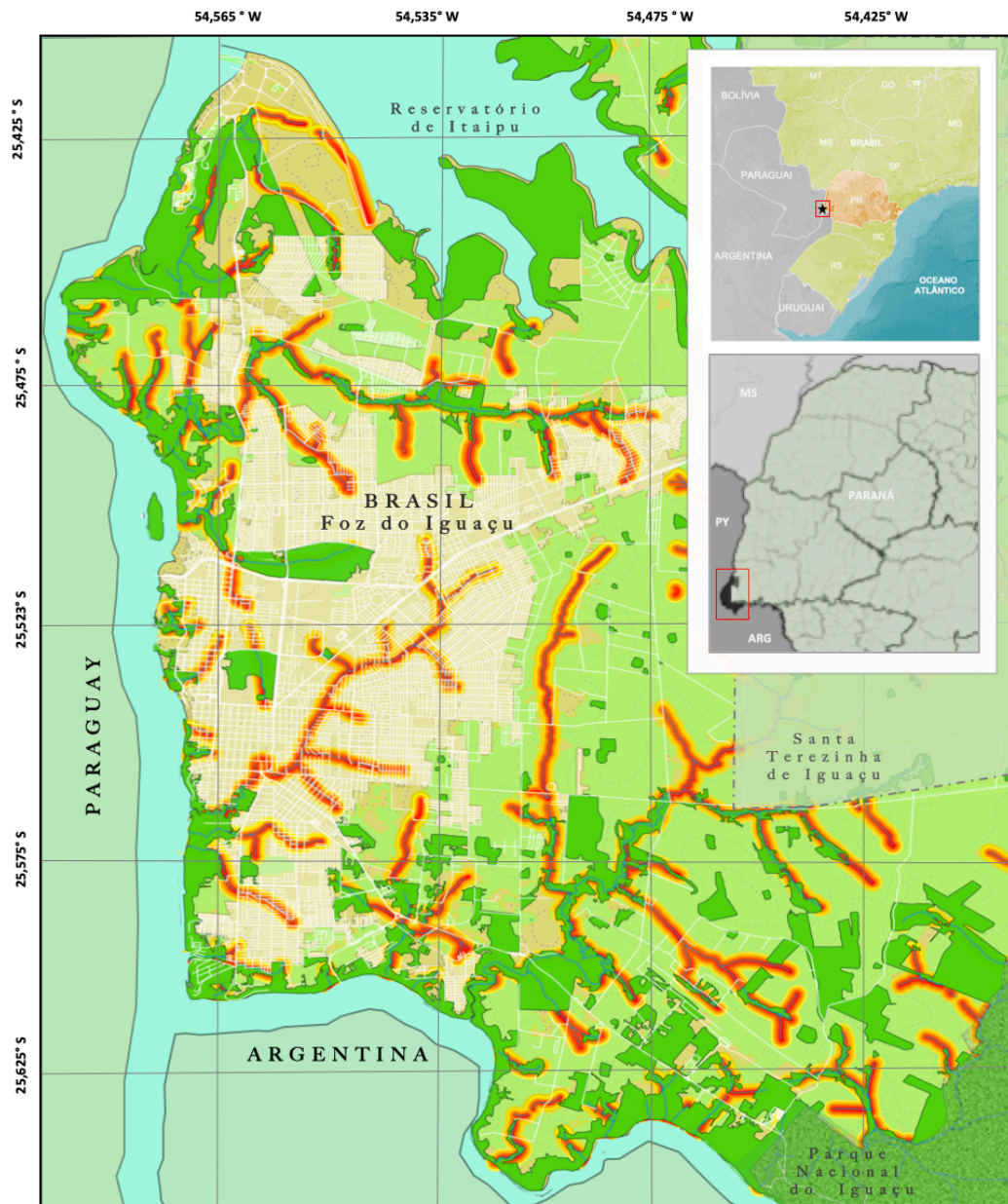
Foi realizado a sobreposição dos mapas e o recorte das áreas onde ambos os atributos ocorreram. Posteriormente, foi estabelecida uma hierarquia onde a probabilidade de ocorrência do descarte irregular é maior quando houve a sobreposição de todas as variáveis; média onde há a combinação entre três ou duas variáveis, e pequena onde exista apenas uma variável ou inexistam preditores do resíduo.

As vias de circulação da cidade foram classificadas dentro do espectro vermelho – amarelo, onde as cores mais quentes representam os pontos com a ocorrência de todas as variáveis territoriais que configuram

vulnerabilidade ambiental, e consequentemente, maior risco de existência de entulho ilegal.

No total, Foz do Iguaçu apresenta 245 áreas suscetíveis ao depósito ilegal (Figura 9). Somadas, estas áreas representam pouco mais de 295 hectares, o que equivale ao mesmo número de campos de futebol.

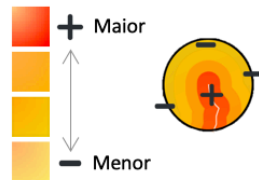
Figura 9 – Mapa de preditores do descarte de RCD.



Legenda

- Malha urbana
- Zona Rural
- Vegetação
- Rios e lagos
- Limite do Município
- Relevo

Risco do descarte irregular



ARG – Argentina (*Puerto Iguazu*)
PY – Paraguai (*Ciudad Del Este*)



Fonte: Grzeczeczen-Gonçalves (2021). Base do Atlas Ambiental da Microrregião de Foz do Iguaçu – PR (ADAMI *et al.*, 2019), na projeção UTM, *datum* SIRGAS 2000, fuso 21S; IBGE (2017) PMFI (2018). **Edição:** Lucca Grzeczeczen Gonçalves (2021).

Fonte: Resultado da pesquisa.

5.2.4 Levantamento de campo expedito

O levantamento das áreas indicadas pelo mapa de predição foi realizado em três dias, sendo 26 e 27 de Setembro de 2019 e 12 de Outubro de 2019. Nos dois primeiros dias houve a participação de uma equipe de três pessoas, ocasião em que foi levantado os dados correspondentes a quase que a totalidade do território municipal. As áreas que não foram cobertas nestes dias foram verificadas por uma equipe de duas pessoas no dia 12 de Outubro de 2019.

As vias de circulação de Foz do Iguaçu foram percorridas de carro em busca dos locais de deposição de RCD, com base no mapa de preditores do resíduo. Para cada ponto de descarte irregular encontrado, foram coletados os seguintes dados:

- Localização: coordenadas de longitude e latitude, coletadas com aparelho GPS de navegação, com acurácia aproximada de 10m.
- Volume: mensurado de forma indireta²⁰, considerando que o empilhamento de RCD assume a forma de um poliedro regular (LAU *et. al.* 2008) assimilado ao formato do recipiente de transporte do resíduo desde a obra até o ponto de despejo. Adotando-se empilhamentos trazidos por: caminhão (15 m³); caçamba (5 m³) carrinho de mão (> 1 m³).
- Composição²¹: O tipo do resíduo foi classificado entre as Classes A, B, C e D, conforme a Resolução nº 307/2002 do CONAMA e suas atualizações, além destas, também foram adotados: Resíduo Sólido Urbano (RSU); Matéria Orgânica (MO); Resíduo Volumoso (RV).

Além dos dados acima, outro aspecto importante registrado no campo foi a caracterização do entorno de acordo com as características da paisagem urbana, registrados por meio de fotografias.

²⁰ Neste aspecto, cabe ressaltar que se pretendia obter este dado por meio da medição da base e altura do empilhamento. No entanto, na maioria dos pontos de descarte, não haviam condições de realizar a medição por motivos de: grandes volumes; terreno íngreme ou de difícil acesso; interferência de pessoas; insegurança da equipe.

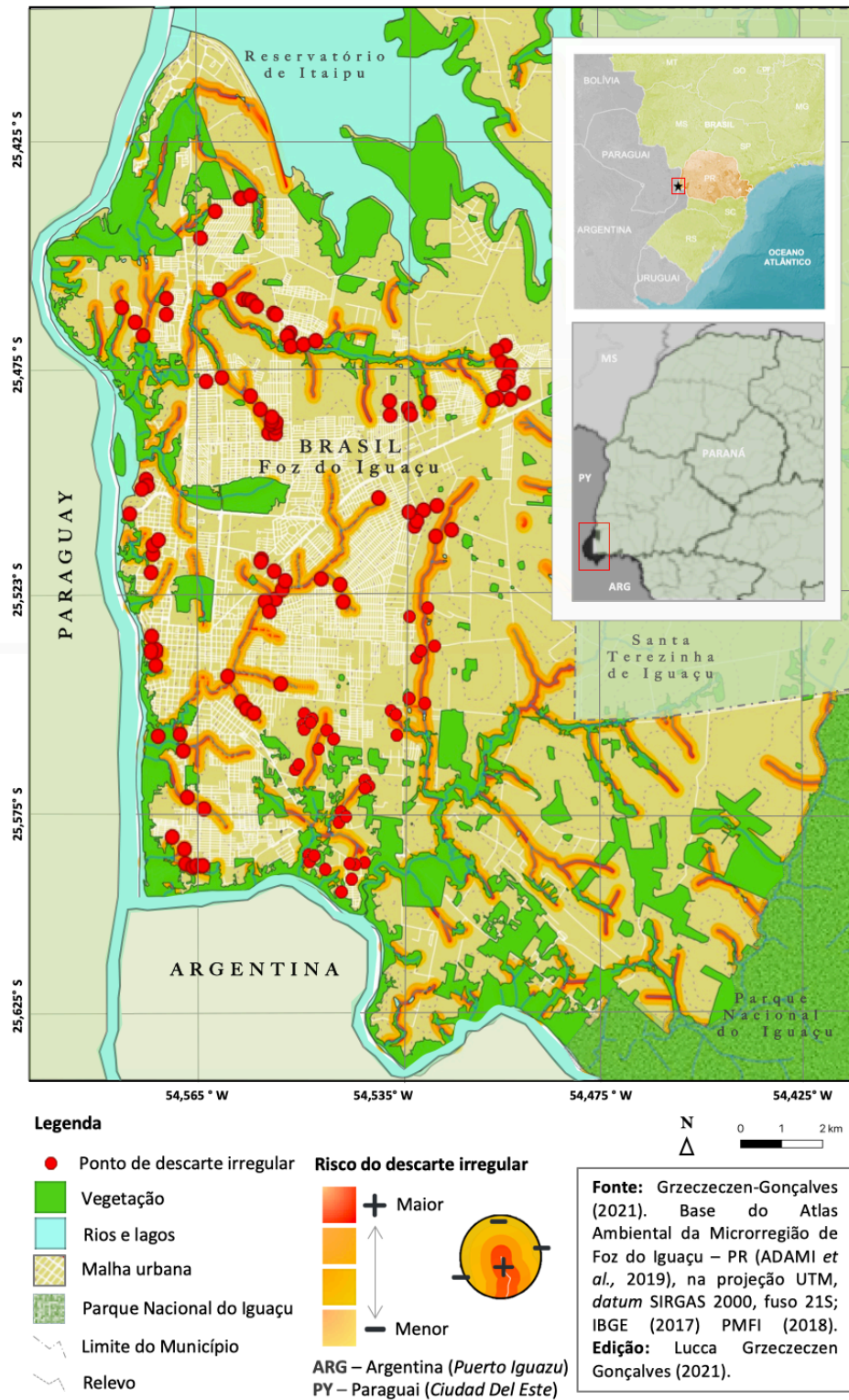
²¹ A maioria dos pontos de descarte continham mais de um material misturados, dificultando a leitura de campo por material específico, sendo a forma mais conveniente a classificação por meio das categorias da resolução CONAMA.

Os dados foram organizados em planilha (apêndice B) de acordo com: a data do levantamento, a área, o ponto específico, as coordenadas do ponto, o volume estimado, a classe do resíduo, a origem provável, a forma de disposição e o material predominante no empilhamento. A análise dos dados obtidos por geoprocessamento foi realizada por meio do recurso tabela dinâmica do software Excel e é apresentada no próximo capítulo.

6 RESULTADOS

Foram encontrados 144 pontos com a presença do entulho depositado em vias públicas (Figura 10).

Figura 10 – Mapa da localização dos pontos de descarte irregular RCD.

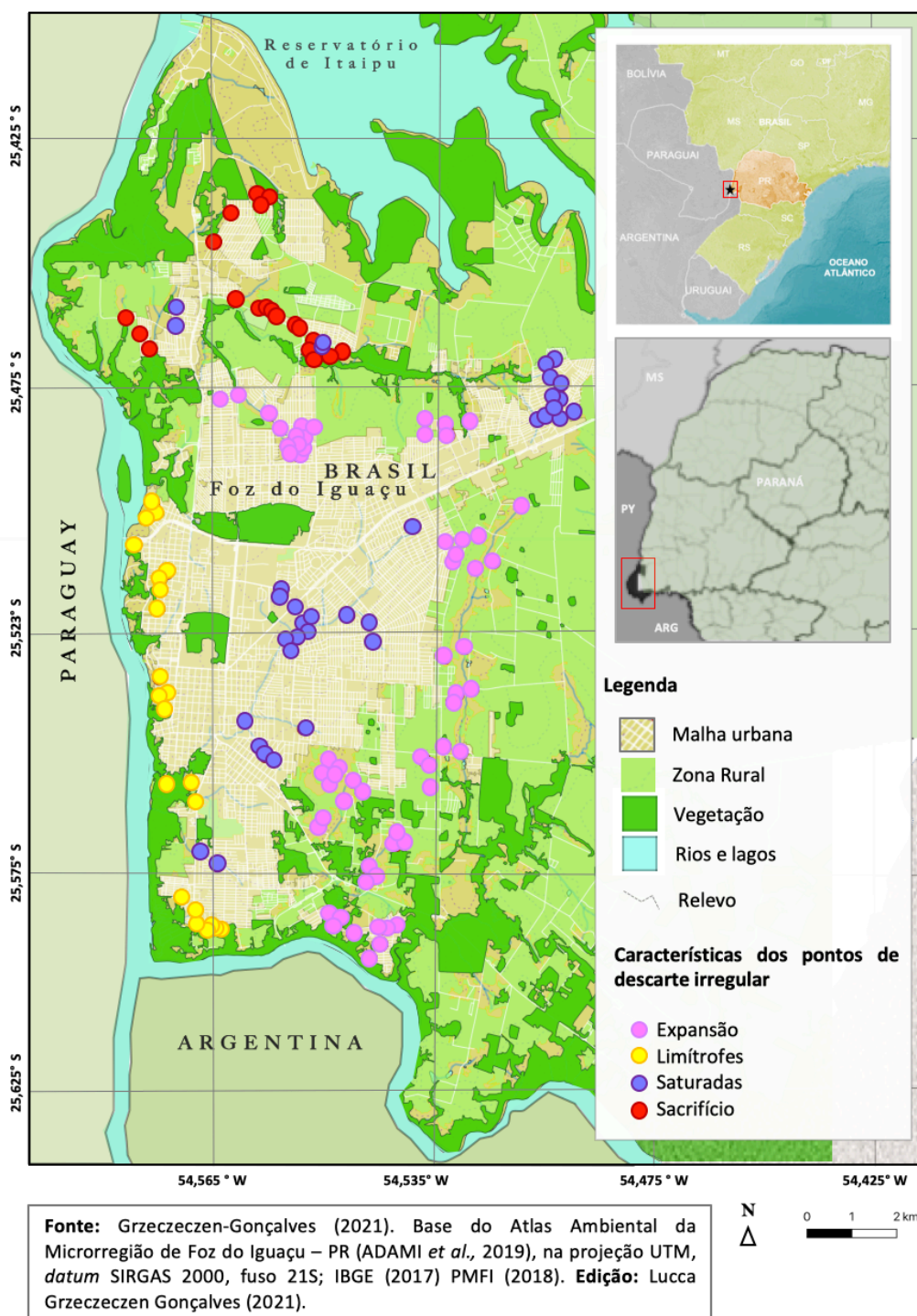


Fonte: Resultado da pesquisa.

6.1 CARACTERIZAÇÃO, QUANTIDADE E COMPOSIÇÃO DOS PONTOS DE DISPOSIÇÃO IRREGULAR DO RCD EM FOZ DO IGUAÇU - PR

A disposição irregular em Foz do Iguaçu pôde ser categorizada de acordo com suas características e mapeada conforme a figura 11.

Figura 11 – Mapa da caracterização dos pontos de descarte irregular RCD.

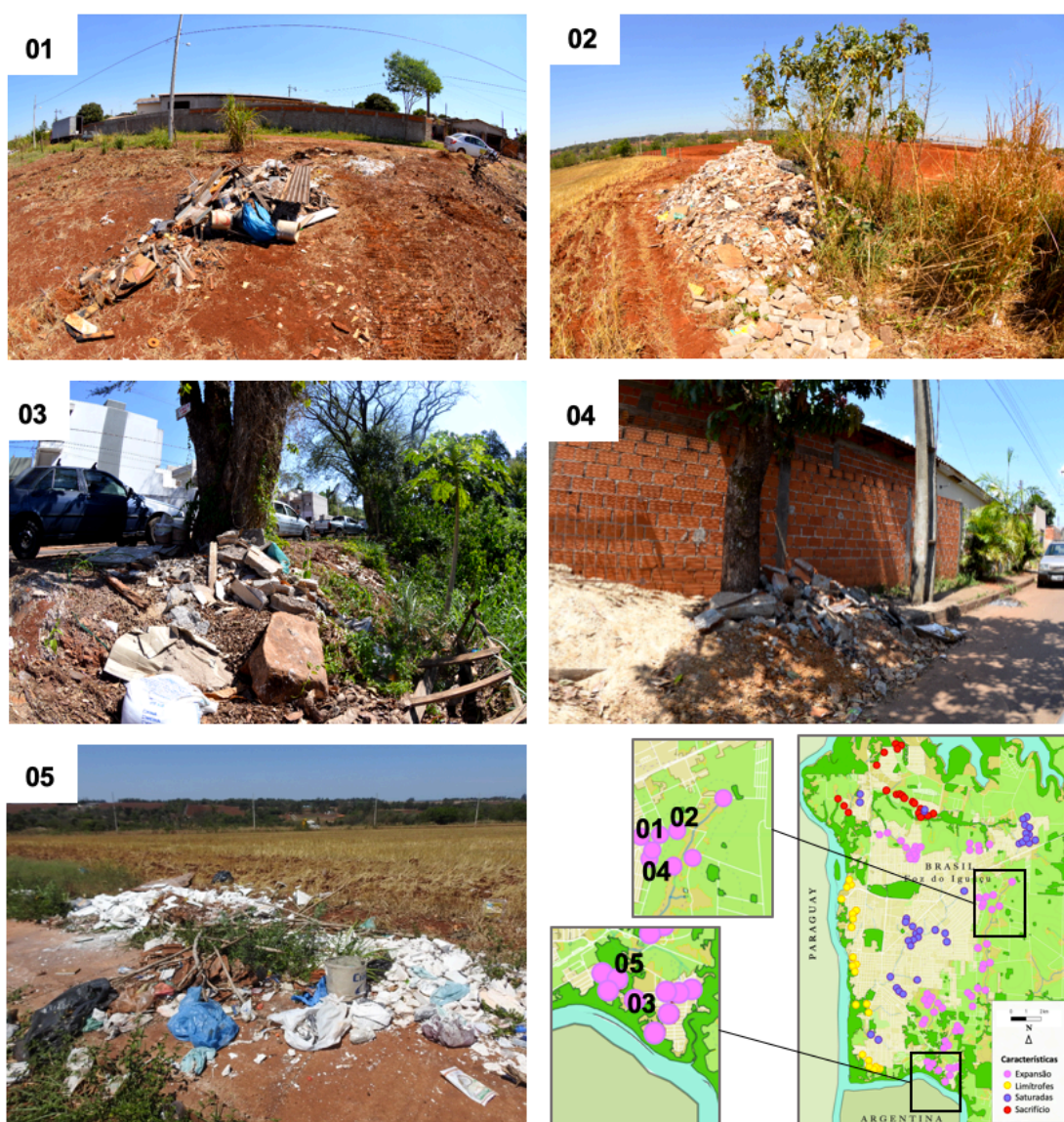


Fonte: Resultado da pesquisa.

A definição de cada ponto de acordo com sua característica principal foi realizada considerando o levantamento fotográfico e a experiência empírica do levantamento de campo.

Sendo assim, as zonas de expansão da malha urbana são localizadas próximas às áreas agricultáveis do município. São exemplos: novos loteamentos, bairros e condomínios. A fotografias dos pontos localizados em zonas de expansão, em diferentes regiões da cidade, são apresentadas na figura 12.

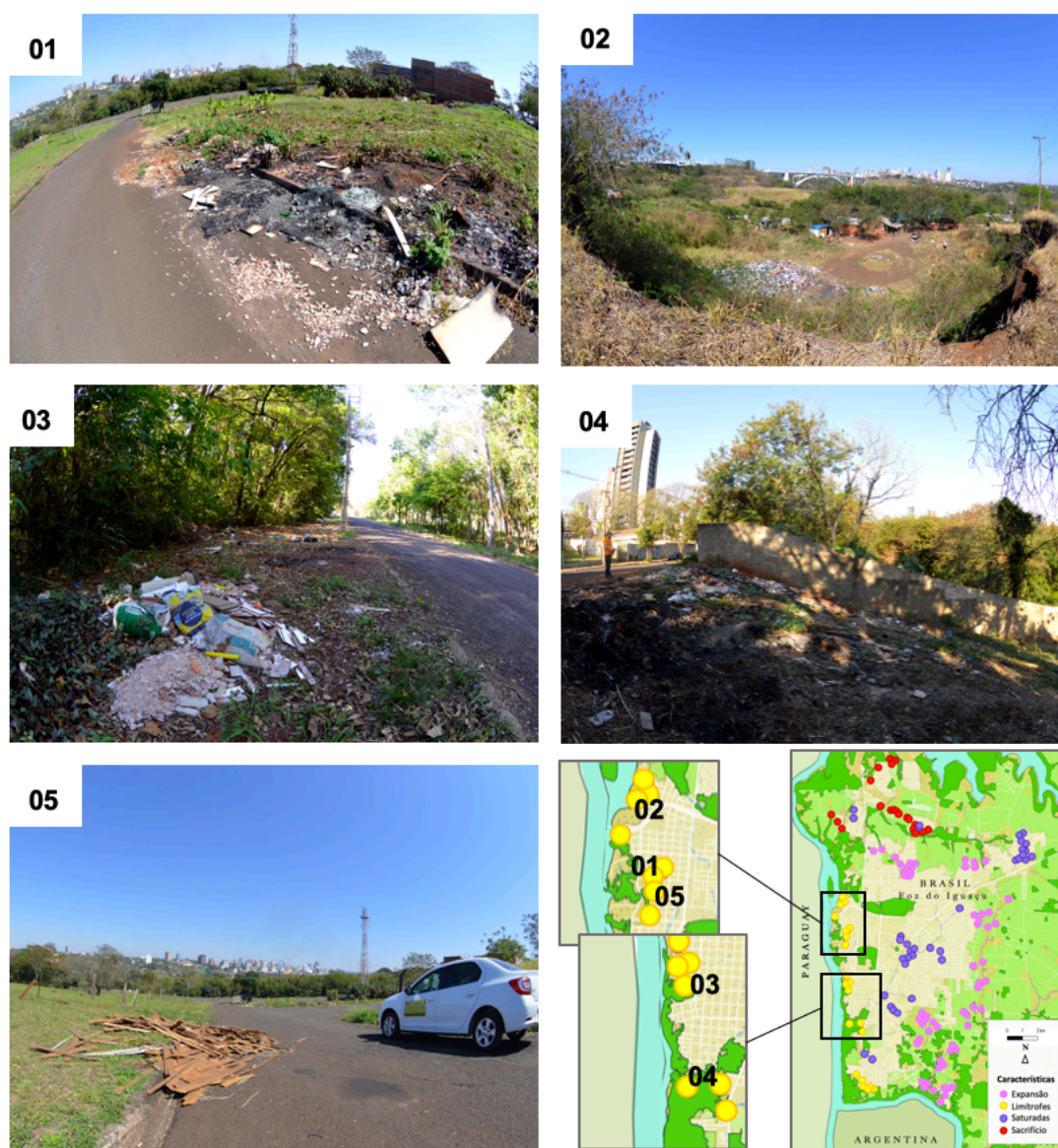
Figura 12 – Fotografias dos pontos de descarte em zonas de expansão.



Fonte: Resultado da pesquisa.

As zonas limítrofes são caracterizadas pela interrupção do traçado urbano, ocasionada por exemplo: pelas fronteiras; rios, córregos e banha-dos; pelos becos e ruas sem saída; bosques e vegetação; muros, cercados. Estas zonas estão relacionadas a facilidade de encobrimento do resíduo, à baixa circulação de pessoas e vigilância, bem como, ao estigma de insegurança. As fotos dos pontos localizados em zonas limítrofes estão organizadas na figura 13.

Figura 13 – Fotografias dos pontos de descarte nas zonas limítrofes.

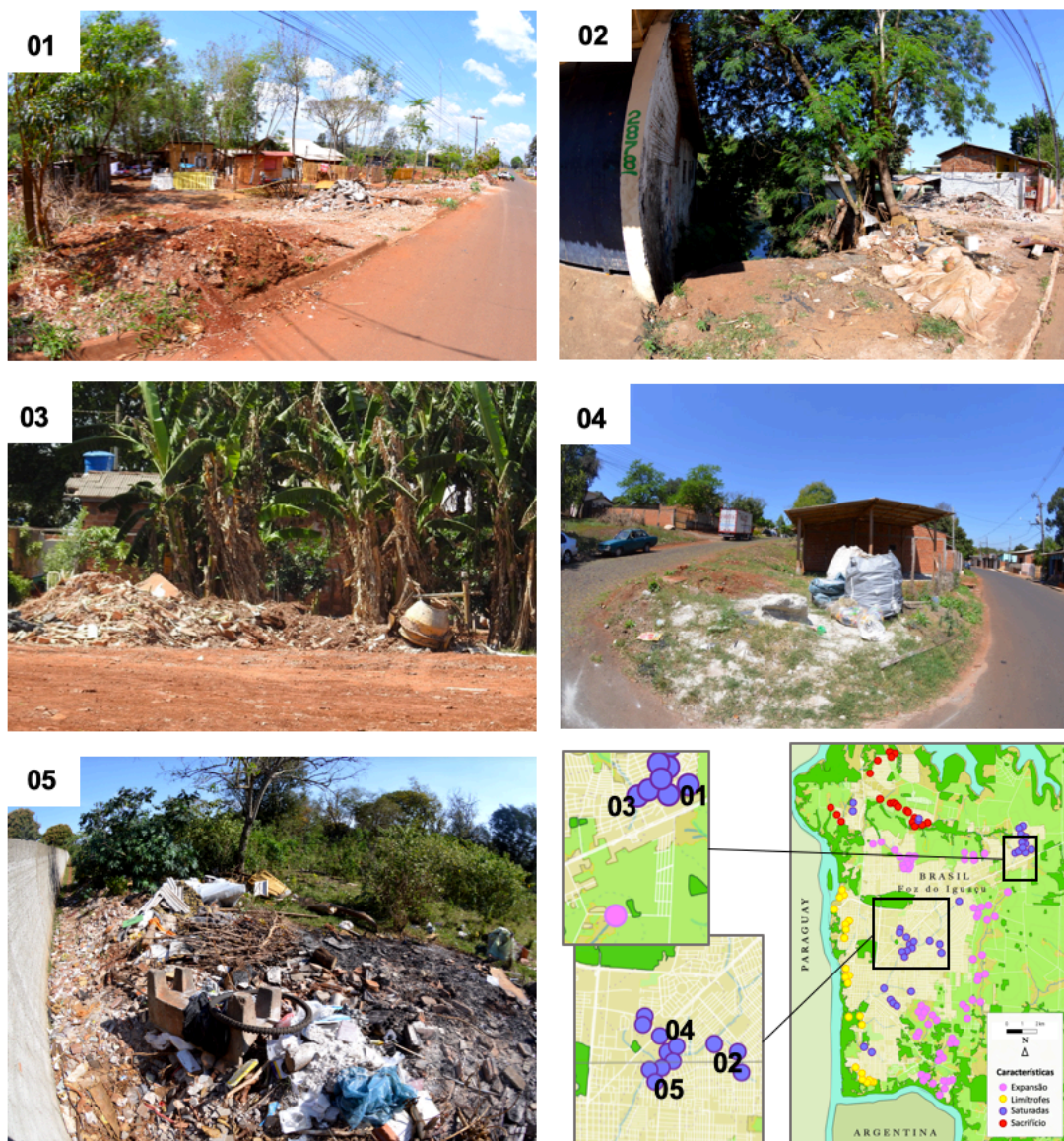


Fonte: Resultado da pesquisa.

Outra característica presente no ambiente dos pontos de descarte ilegal são as zonas saturadas. Estas áreas representam porções da cidade

com insuficiência das infraestruturas e serviços urbanos, e dano aos recursos naturais exacerbado (VERGARA, 2015). Como é possível observar nas fotografias da figura 14, estas zonas possuem uma relação com condições precárias de habitação. Em grande parte dos pontos levantados se pôde perceber a coleta do material descartado por outras obras para constituição de componentes construtivos dos casebres onde vivem as populações mais carentes.

Figura 14 – Fotografias dos pontos de descarte em zonas saturadas.

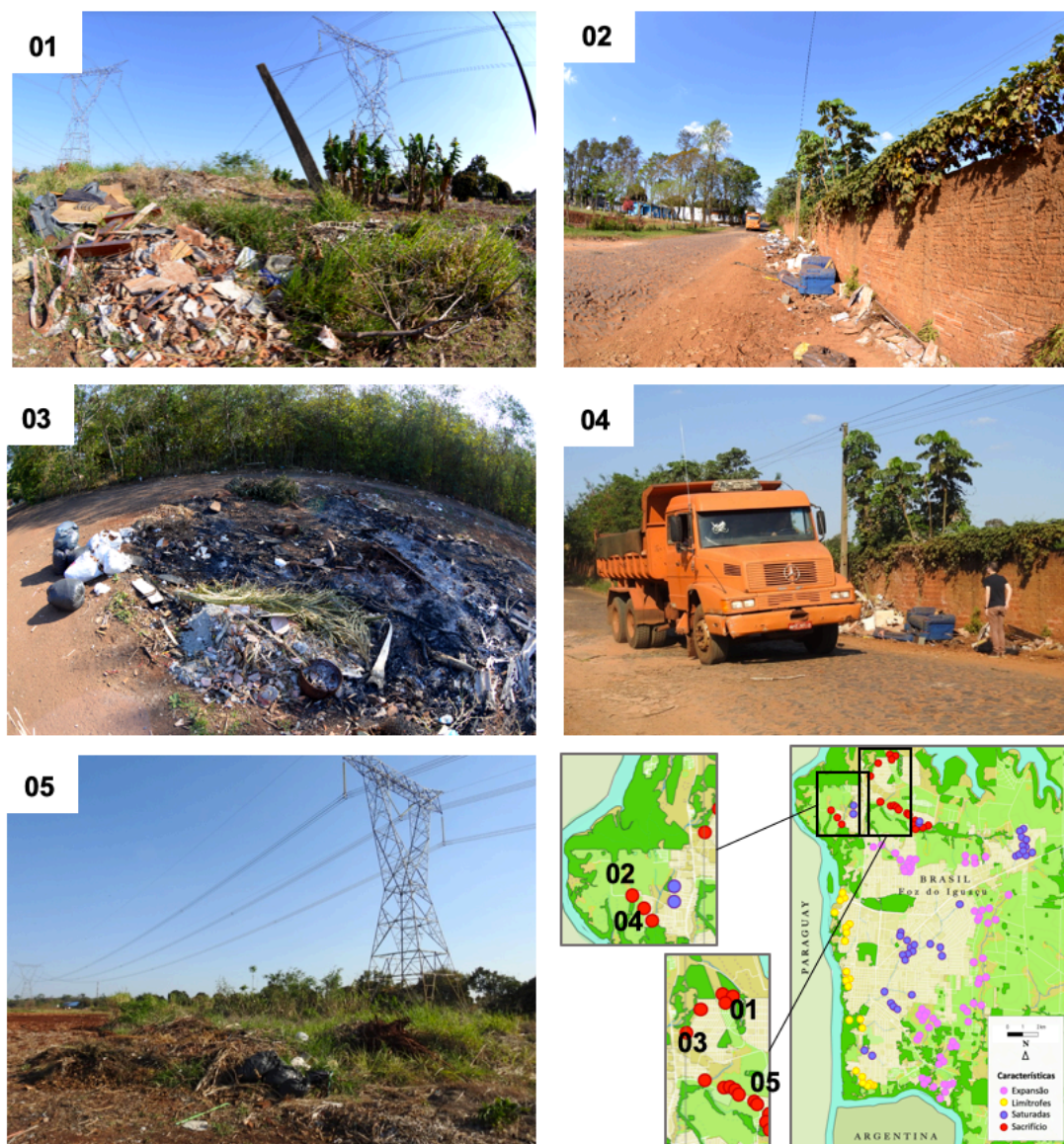


Fonte: Resultado da pesquisa.

Por fim, a última característica do ambiente onde foram depositados resíduos de forma irregular é a das zonas de sacrifício. Estas parcelas da

cidade são áreas geográficas prejudicadas pelo dano ambiental, ou desinvestimento econômico, geralmente relacionado ao uso da terra indesejado localmente (LERNER, 2010). Como é possível observar nas imagens 01, 05 da figura 15 a presença dos resíduos nas zonas de servidão de Itaipu; e nas imagens 02 e 04 a proximidade com o Aterro Sanitário Municipal.

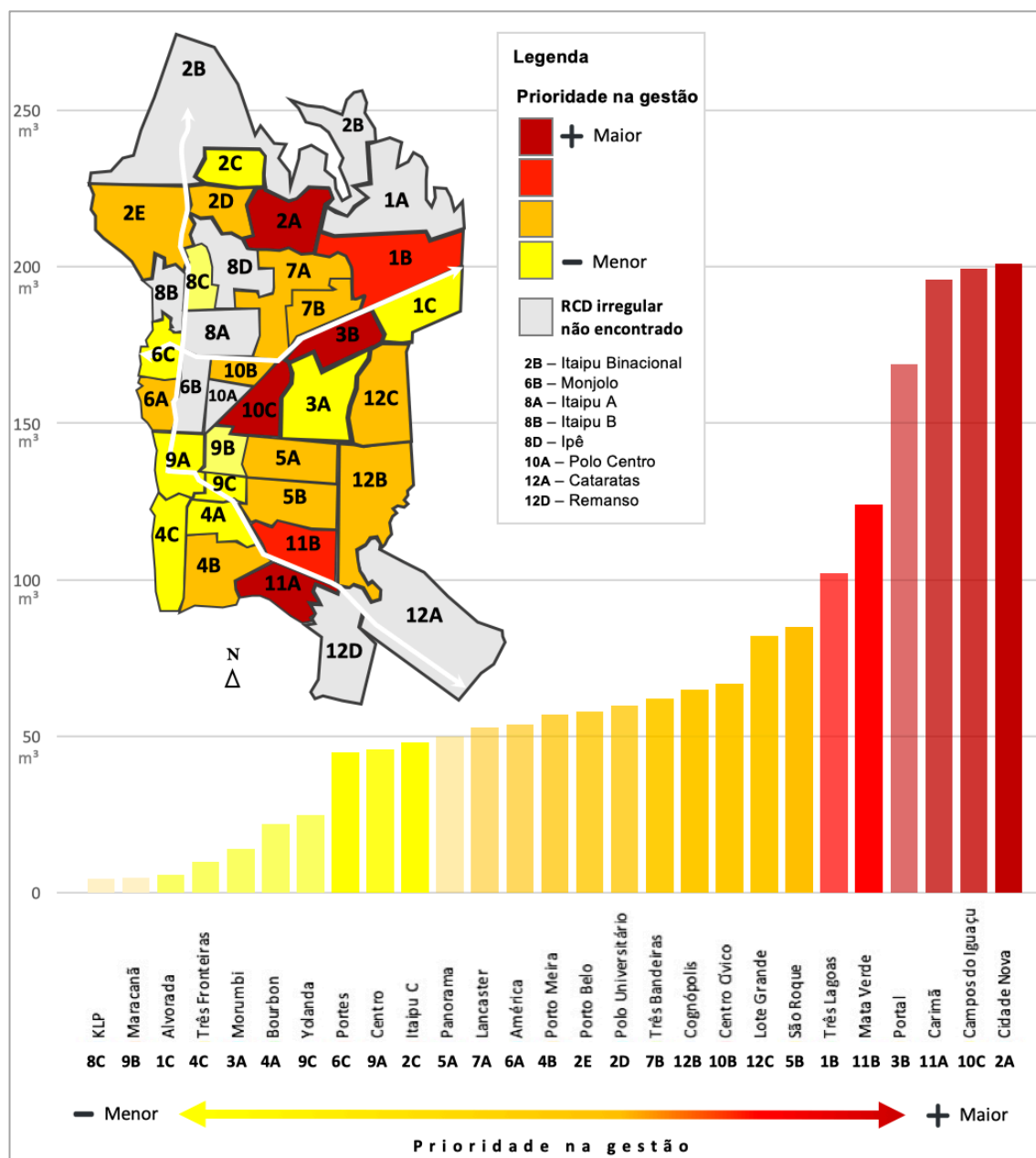
Figura 15 – Fotografias com pontos de descarte em zonas de sacrifício.



Fonte: Resultado da pesquisa.

Ao analisarmos a cidade como um todo, pode-se afirmar a existência de um volume de 1910 m³ de resíduo, o equivalente a 382 caçambas de RCD irregular (ver figura 16).

Figura 16 – Bairros de Foz do Iguaçu por volume de resíduo encontrado.



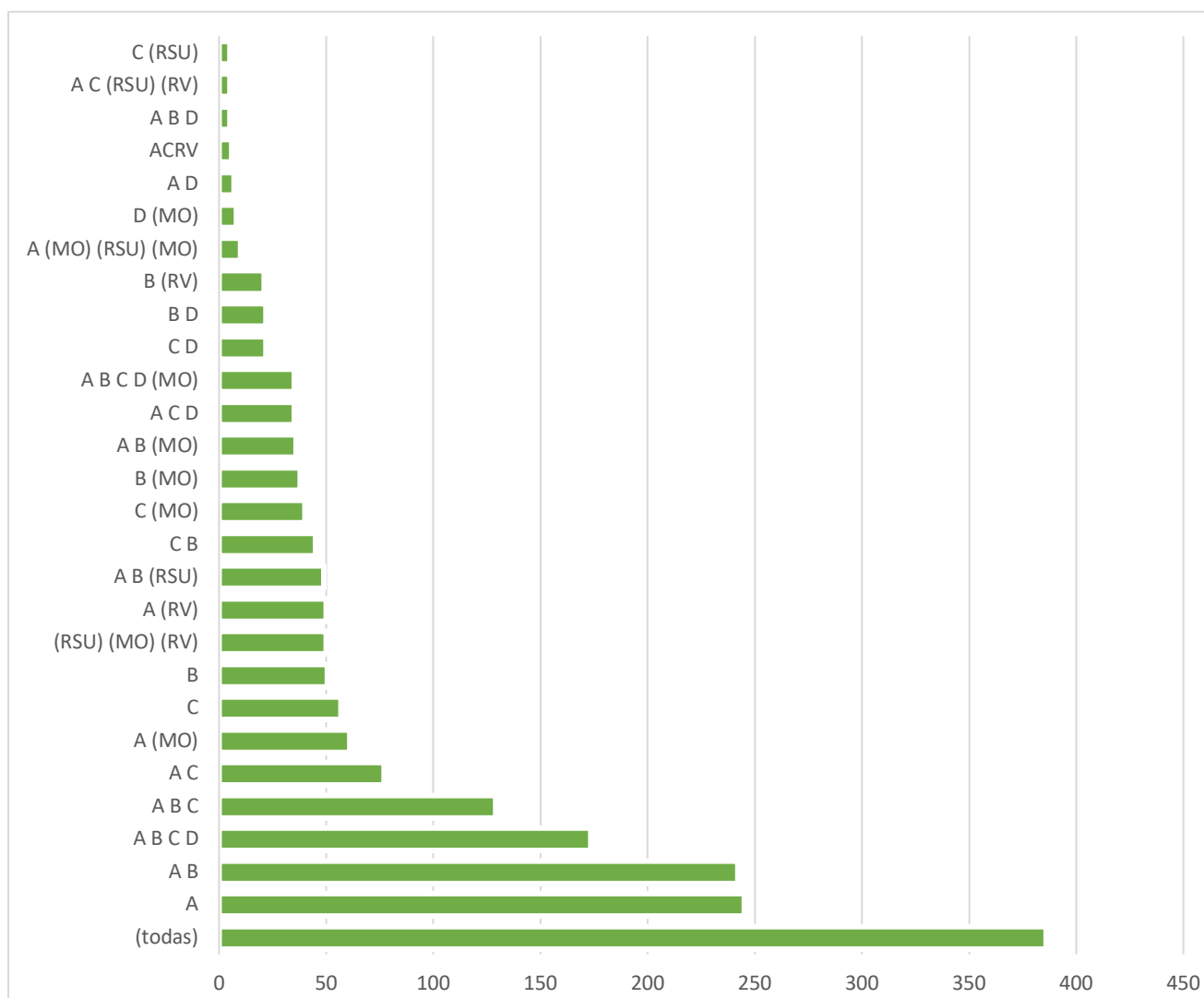
Fonte: Resultado da pesquisa.

Os pontos com maiores volumes estão localizados nos bairros Cidade Nova (2A), Campos do Iguaçu (10C), Carimã (11A), Portal (3B) e Mata Verde (11B). Estes bairros contam com volume superior a 20 caçambas, ou mais 100 m³ de resíduo. Nestas localidades as Ações de Limpeza, e a instalação do Ponto de Entrega Voluntária, devem ser priorizados.

No que tange a composição do resíduo depositado de forma irregular em Foz do Iguaçu, é possível constatar que sua maioria é

conformada por materiais de todas as classes misturadas. Ao todo, se registrou 28 tipos de mistura entre as classes (Figura 17).

Figura 17 – Composição dos empilhamentos por volume predominante do resíduo.



Legenda: A B C D - CONAMA nº 307/2002 e atualizações; (RSU) - Resíduo Sólido Urbano; (MO) - Matéria Orgânica; (RV) - Resíduo Volumoso; (todas) – Mistura de todas as classes.

Fonte: Resultado da pesquisa.

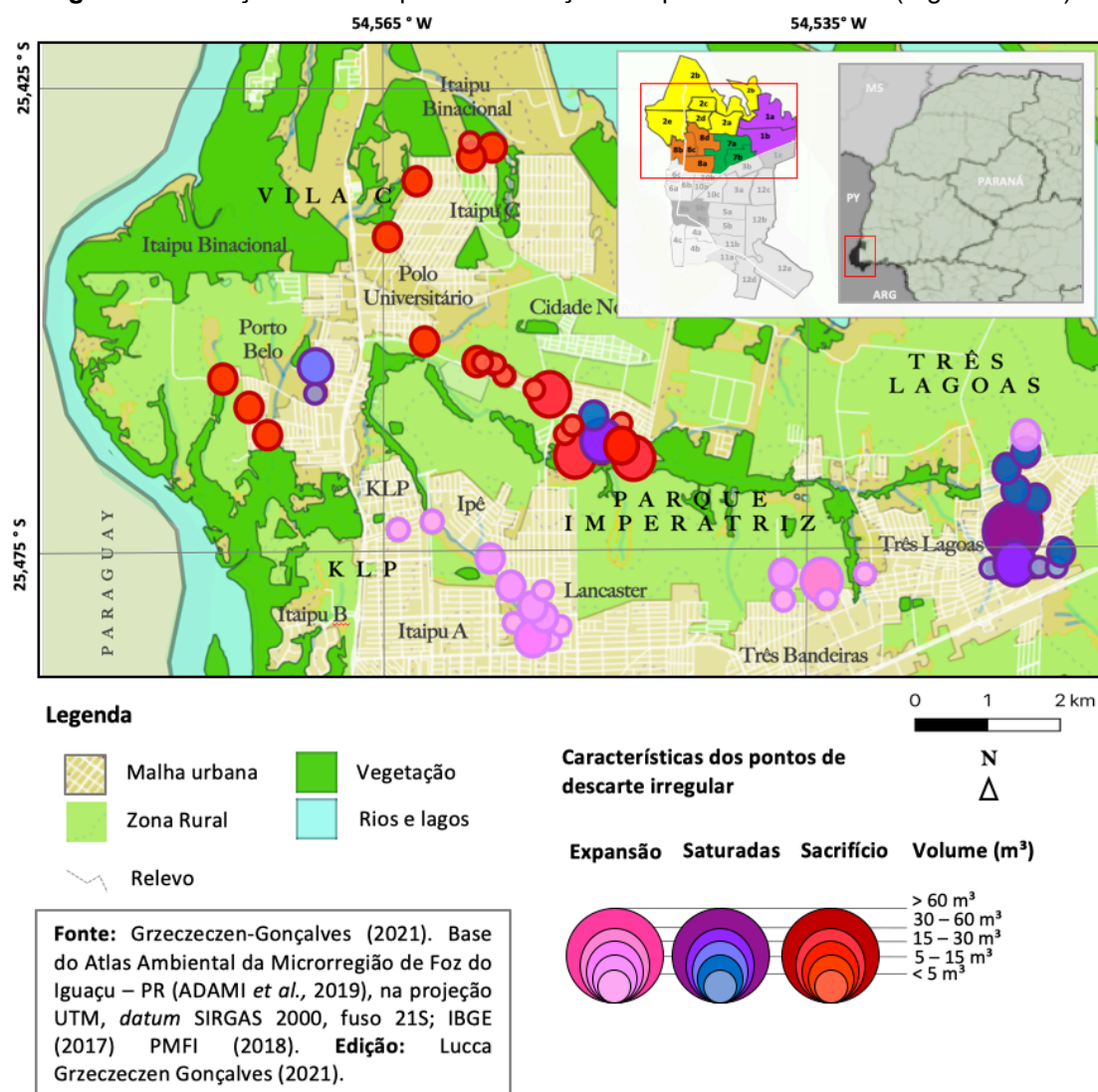
O resultado mais expressivo é que grande parte do material disposto de forma irregular tem composição diversa, sendo 20% do volume total. No entanto, 13% do material é da classe A, e outros 13% do volume é das classes A e B misturadas. Isso representa 26% do montante total, sendo então, a maior parte dos materiais descartados passível de reciclagem após triagem, ou diretamente, no caso dos empilhamentos de classe A não contaminados.

Para uma análise mais aprofundada, o mapa de localização do RCD descartado de forma irregular foi seccionado em três partes apresentadas a seguir.

6.2 SECÇÃO 01 – REGIÕES DO NORTE

A secção 01 do mapa do município ilustra a localização dos pontos de descarte encontrados nas regiões Três Lagoas, Vila C, Parque Imperatriz e KLP, relacionando suas características de situação, e volume (Figura 18).

Figura 18 – Secção 01 do mapa de localização dos pontos de descarte (regiões Norte).



Fonte: Resultado da pesquisa.

Os bairros localizados nestas regiões apresentam juntos 52 pontos de descarte totalizando pouco mais de 588 m³ de resíduo (Tabela 01).

Tabela 1– Quantidade de pontos e volume descartados nas regiões Norte.

Número de pontos				
Bairros	Sacrifício	Saturada	Expansão	Total
Cidade Nova	9	2	-	11
Três Lagoas	-	11	-	11
Lancaster	-	0	9	9
Três Bandeiras	-	0	5	5
Porto Belo	3	2	-	5
Itaipu C	5	-	-	5
Polo Universitário	4	-	-	4
KLP	-	-	2	2
Total Geral	21	15	16	52

Volume (m³) por característica do ponto				
Bairros	Sacrifício	Saturada	Expansão	Total
Cidade Nova	-	151	50	201
Três Lagoas	10	-	92	102
Três Bandeiras	62	-	-	62
Polo Universitário	-	60	-	60
Porto Belo	-	30	28	58
Lancaster	53	-	-	53
Itaipu C	-	48	-	48
KLP	4,5	-	-	4,5
Total Geral	129,5	289	170	588,5

Fonte: Resultado da pesquisa.

Os bairros Cidade Nova e Três Lagoas apresentam o maior número de focos viciados de entulho, contendo o maior volume de RCD comparado com os demais bairros das regiões Norte, bem como é onde se encontram os empilhamentos de maior volume ($> 60 \text{ m}^3$) em um único ponto. O bairro Lancaster apresenta o segundo maior número de pontos, apesar de contar com o terceiro menor volume disposto na região. Nas regiões estudadas nesta secção, não foram encontrados pontos de descarte irregular nos bairros Itaipu A, Itaipu B e Ipê.

Outrossim, a parte Norte da cidade apresenta pontos relacionados às zonas de sacrifício devido às terras de servidão das linhas de transmissão de energia entre a Usina Hidrelétrica de Itaipu e a Subestação de Furnas –

bairros Itaipu C, Polo Universitário e Cidade Nova; também do Aterro sanitário no bairro Porto Belo.

Nas zonas de expansão urbana nos bairros KLP, Ipê, Lancaster, Três Bandeiras, e Três Lagoas ocorrem os pontos de descarte com menor volume, porém maior proximidade entre os pontos. Também se registrou a presença dos pontos de descarte em zonas saturadas como nos bairros Três Lagoas e Porto Belo, ambos na periferia da cidade em lugares com pouca infraestrutura e agrupamentos de sub-habitação²². O Rio Almada que divide as regiões do Parque Imperatriz e da Vila C é onde se encontram os pontos mais críticos no que tange ao impacto ambiental, com locais de assoreamento e contaminação pelo RCD depositado em grande quantidade e volume em suas margens, como é possível observar na figura 19.

Figura 19 – Fotografia da contaminação do Rio Almada na região Norte.



Fonte: Resultado da pesquisa.

A composição do RCD também foi estimada e pode ser relacionada com o volume dos empilhamentos e sua localização entre os bairros.

²² Sub-habitação: habitação precária, muitas vezes construída com sobras de materiais, carente de infraestrutura e serviços públicos.

Assim como na totalidade da cidade, a mistura de todos os tipos de resíduo é a de maior volume entre os pontos descartados nas regiões Norte da cidade, com 136 m³ equivalente à aproximadamente 27 caçambas de material contaminado, cuja reciclagem é inviável. O volume equivalente de 131 m³ foi encontrado contendo resíduos apenas da classe A, como tijolos e outros materiais possíveis de serem reciclados como agregados para a construção civil. Os dados a respeito da composição do resíduo de acordo com o volume encontrado nas regiões Norte de Foz do Iguaçu, podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2– Composição e volume dos pontos descartados nas regiões Norte.

Volume (m³) por composição do resíduo									
Composição (Classes)	Cidade Nova	Itaipu C	KLP	Lan-cas-ter	Polo Univer-sitário	Porto Belo	Três Ban-deiras	Três La-goas	Total
(todas)			-	28	-	35	46	27	136
A	67	15	-	5	-	5	-	39	131
A B C D		-	-	-	58	8	-	-	66
A (MO)	42	-	-	-	2	-	-	6	50
(RSU) (MO) (RV)	50	-	-	-	-	-	-	-	50
A C D	25	-	-	-	-	-	10	-	35
A B C	1	20	-	-	-	10	-	-	31
A B (MO)	-	-	-	11	-	-	-	15	26
A B C D (MO)	10	-	-	-	-	-	-	-	10
A (MO) (RSU)	-	10	-	-	-	-	-	-	10
D (MO)	-	3	-	5	-	-	-	-	8
B	-	-	2,5	-	-	-	5	-	7,5
A B (RSU)	-	-	-	-	-	-	-	7	7
A D	6	-	-	-	-	-	-	-	6
B (RV)	-	-	-	-	-	-	-	6	6
A B	-	-	2	2	-	-	1	-	5
A C	-	-	-	-	-	-	-	2	2
C	-	-	-	2	-	-	-	-	2
Total Geral	201	48	4,5	53	60	58	62	102	588,5

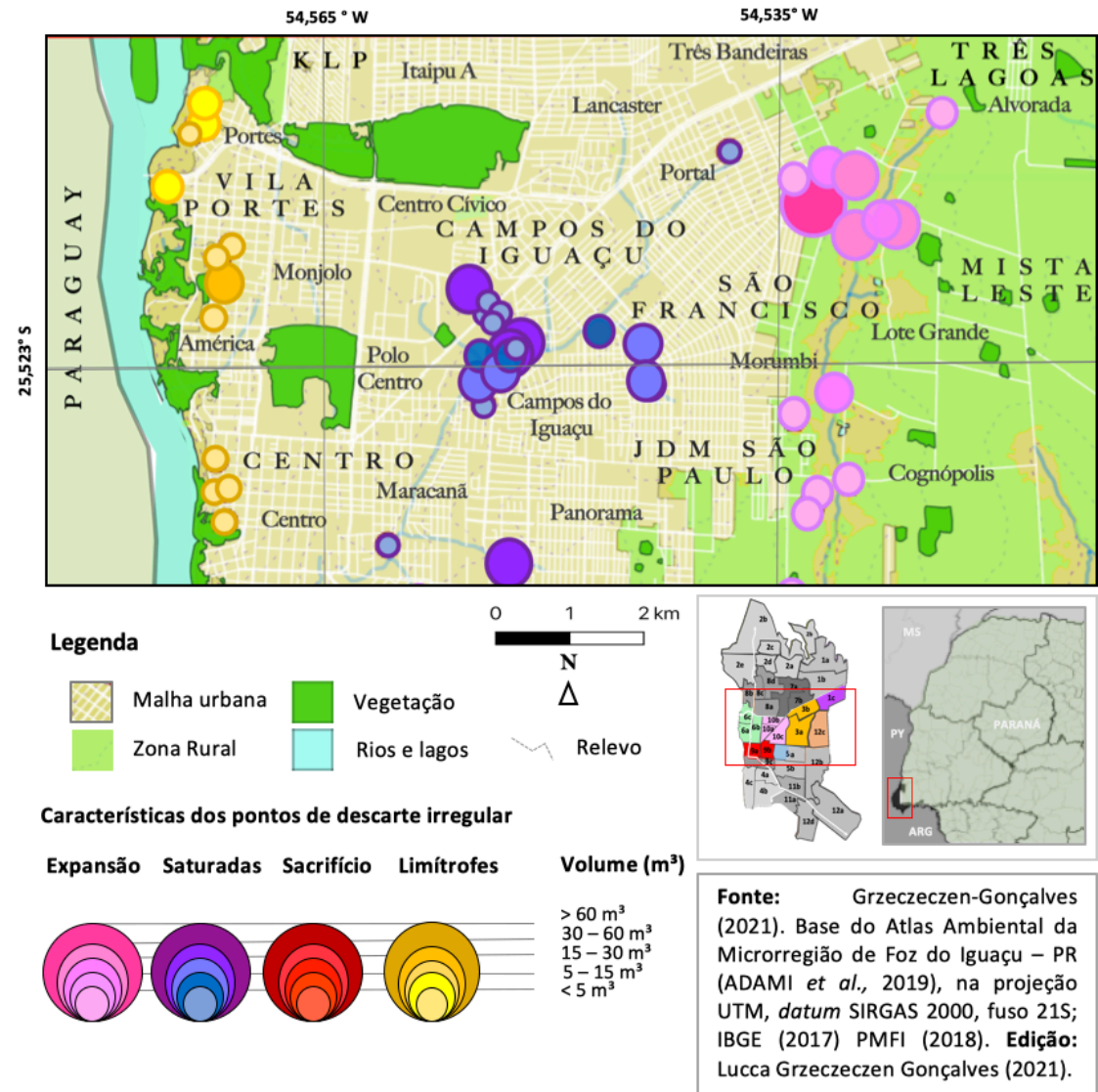
Legenda: A B C D - CONAMA nº 307/2002 e atualizações; (RSU) - Resíduo Sólido Urbano; (MO) - Matéria Orgânica; (RV) - Resíduo Volumoso; (todas) – Mistura de todas as classes.

Fonte: Resultado da pesquisa.

6.3 SECÇÃO 02 – REGIÕES DO CENTRO

A secção 02 do mapa de localização do RCD mostra os pontos de descarte das regiões: Vila Portes, Centro, Campos do Iguaçu, Jardim São Paulo, São Francisco e Região Mista Leste (Figura 20).

Figura 20 – Secção 02 do mapa de localização dos pontos de descarte (regiões Centrais).



Fonte: Resultado da pesquisa.

Nestes bairros existem 44 pontos de descarte que somados configuram mais de 722 m³ de resíduo descartado de forma irregular. O bairro Campos do Iguaçu é o que contém o maior volume, com quase 200 m³, e o maior número de pontos de RCD. O bairro Portal é o segundo com maiores quantidades de empilhamentos de grande volume (> 60 m³), porém tem quase 3 vezes menos pontos do que o Campos do Iguaçu (Tabela 3).

Tabela 3 – Composição e volume dos pontos descartados nas regiões Centrais.

Número de pontos				
Bairros	Expansão	Limítrofes	Saturada	Total
Campos do Iguaçu	-	-	13	13
Portal	4	-	1	5
América	-	4	-	4
Centro	-	4	-	4
Portes	-	4	-	4
Centro Cívico	-	-	3	3
Cognópolis	3	-	-	3
Lote Grande	3	-	-	3
Morumbi	2	-	-	2
Alvorada	1	-	-	1
Maracanã	-	-	1	1
Panorama	-	-	1	1
Total	13	12	19	44

Volume (m³) por característica do ponto				
Bairros	Expansão	Limítrofes	Saturada	Total
Campos do Iguaçu.	-	-	199,5	199,5
Portal	168	-	1	169
Lote Grande	82	-	-	82
Centro Cívico	-	-	67	67
América	-	54	-	54
Panorama	-	-	50	50
Portes	-	45	-	45
Centro	-	16	-	16
Cognópolis	15	-	-	15
Morumbi	14	-	-	14
Alvorada	6	-	-	6
Maracanã	-	-	5	5
Total	285	115	322,5	722,5

Fonte: Resultado da pesquisa.

Os bairros constituintes das regiões mais centrais do município como o Centro, e Maracanã apresentam os empilhamentos de menor tamanho (< 5 m³). E as maiores concentrações de pontos de descarte podem ser encontrados no bairro Lote Grande, com menor número de pontos, porém maior volume.

Os pontos localizados nos bairros Centro, América e Portes podem ser relacionados com a proximidade das fronteiras do território brasileiro. Estes pontos que já apresentam estigmas relacionados às práticas ilegais, também constituem alguns fatores como a menor circulação de pessoas, maior declividade e vazios urbanos, que contribuem para o descarte do resíduo em áreas públicas, como é possível observar nas imagens abaixo (Figura 21).

Figura 21 – Fotografia dos pontos de descarte nas zonas limítrofes das regiões Centrais.



Fonte: Resultado da pesquisa.

Os pontos localizados no Campos do Iguaçu estão, em grande parte das vezes, relacionados à situação precária de vida da população que vive

nas áreas saturadas da cidade, em sub-habitações situadas nas margens dos rio M'Boicy e seu afluente o córrego Mimbi.

Ao descortinar o tipo de material encontrado nestes pontos, é possível perceber que 190 m³ de resíduo misturado entre todas as classes foi o maior volume encontrado. Esta porção equivale à 38 caçambas (de 5 m³) cuja reciclagem é inviável. Seguido por pouco mais de 82 m³ de resíduos pertencentes às classes A B C e D não segregados, por tanto, para se realizar a reciclagem destes materiais, seria necessária primeiramente a triagem, onerando o processo (Tabela 4).

Tabela 4 – Composição e volume dos pontos descartados nas regiões Centrais.

Composição (Classe)	Volume (m³) por composição do resíduo												Total
	Alvo-rada	Amé-rica	Cam-pos do Igu	Cen-tro	C. Cívico	Cog-nópolis	Lote Grande	Mara-canã	Mo-rumbi	Pano-rama	Por-tal	Por-tes	
(todas)	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	125	25	190
A B C D	-	-	40,5	-	-	10	32	-	-	-	-	-	82,5
A C	-	-	40	-	15	-	-	-	-	-	-	5	60
C	-	-	5	-	-	-	-	-	-	50	-	-	55
A B	-	5	35	-	-	-	-	-	4	-	3	-	47
C B	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45
C (MO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	40
A (RV)	-	-	-	-	30	-	-	-	10	-	-	-	40
A B C	-	-	5	-	-	-	20	5	-	-	-	3	33
B	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	30
B (MO)	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
B D	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	22
A	-	4	3	11	-	-	-	-	-	-	-	-	18
A B (RSU)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12
A C (RV)	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
A (MO)	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	1	-	6
C (RSU)	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	5
A D	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	6	54	199,5	16	67	15	82	5	14	50	169	45	722,5

Legenda: **Classes** - A B C D - CONAMA nº 307/2002 e atualizações; (RSU) - Resíduo Sólido Urbano; (MO) - Matéria Orgânica; (RV) - Resíduo Volumoso; (todas) – Mistura de todas as classes.

Fonte: Resultado da pesquisa.

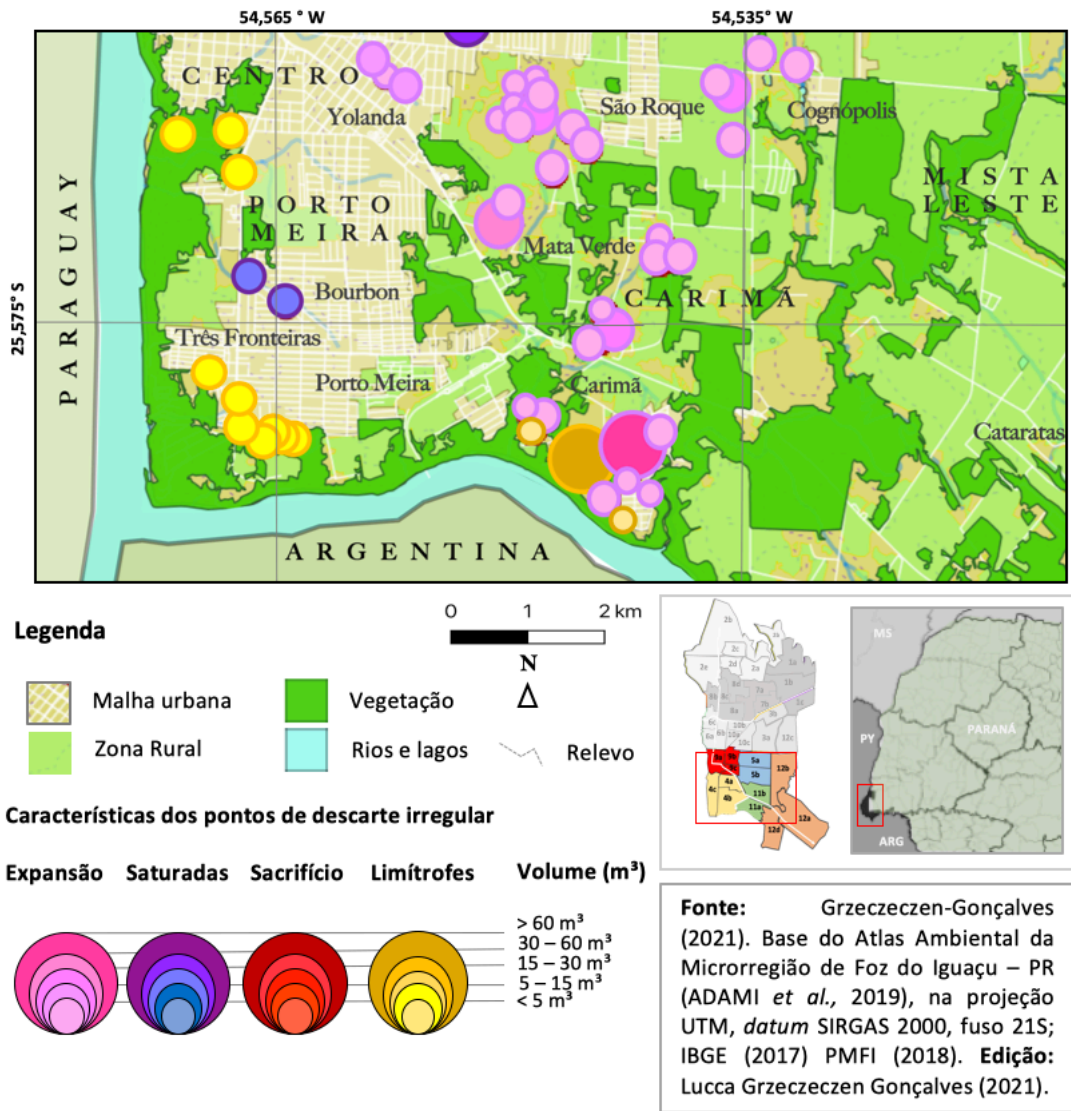
A quantidade de material descartado que poderia ir diretamente para um novo ciclo na construção civil – classes não misturadas - é

aproximadamente 14 vezes menor que o total do volume jogado no meio ambiente das regiões centrais. Também o volume de material que poderia servir de insumo energético é aproximadamente 22 vezes menor do que o volume total. Considerando parcela de resíduo que não contém materiais recicláveis apenas 10%, é possível dizer que aproximadamente a totalidade do RCD descartado nas regiões centrais contém materiais recicláveis contaminados por outros tipos de resíduo.

6.4 SECÇÃO 03 – REGIÕES DO SUL

Ao sul de Foz do Iguaçu foram mapeados agrupamentos de pontos nos bairros das regiões do Centro, Carimã e Mista Leste (Figura 22).

Figura 22 – Secção 03 do mapa de localização dos pontos de descarte (regiões Sul).



Fonte: Resultado da pesquisa.

Nos bairros das regiões Sul foram encontrados 48 pontos com 619 m³ de resíduo total. O volume e a quantidade de pontos estão detalhados na tabela 5.

Tabela 5 – Quantidade de pontos e volume dos pontos descartados nas regiões Sul.

Número de pontos				
Bairros	Expansão	Limítrofes	Saturada	Total
Carimã	7	3	-	10
São Roque	10	-	-	10
Mata Verde	8	-	-	8
Porto Meira	-	6	-	6
Cognópolis (S3)	5	-	-	5
Centro (S3)	-	3	-	3
Yolanda	3	-	-	3
Bourbon	-	-	2	2
Três Fronteiras	-	1	-	1
Total	33	13	2	48

Volume (m³) por característica do ponto				
Bairros	Expansão	Limítrofes	Saturada	Total
Carimã	118	78	-	196
Mata Verde	124	-	-	124
São Roque	85	-	-	85
Cognópolis (S3)	70	-	-	70
Porto Meira.	-	57	-	57
Centro (S3)	-	30	-	30
Yolanda	25	-	-	25
Bourbon	-	-	22	22
Três Fronteiras	-	10	-	10
Total	422	175	22	619

Fonte: Resultado da pesquisa.

O maior número de pontos e o maior volume de resíduo está no bairro Carimã, com 196 m³ espalhados em 10 pontos, dos quais 2 ultrapassam o volume de 60 m³, ou de 12 caçambas. O bairro Mata Verde é o que apresenta o segundo maior volume (124 m³) espalhado entre 8 depósitos de menos de 15 m³.

Os pontos localizados no bairro Três Fronteiras estão no limite territorial, próximos aos clubes de pesca e condomínios fechados de alto padrão.

Nos bairros Carimã, São Roque, Mata Verde e Cognópolis é possível notar a presença de pontos relacionados à expansão da malha urbana, tendo como principal meio para o depósito as zonas rurais do município. A figura 23 traz exemplos destas situações.

Figura 23 – Fotografias dos pontos de descarte nas zonas de expansão urbana nas regiões Sul.



Fonte: Resultado da pesquisa.

Também foi possível estimar o volume por tipo de material descartado para esta área (Tabela 6).

Tabela 6 – Composição e volume dos pontos descartados nas regiões Sul.

Composição (Classe)	Volume (m³) por composição do resíduo									Total
	Carimã	Mata Verde	São Roque	Cognópolis (S3)	Porto Meira	Centro (S3)	Yolandá	Bourbon	Três Fronteiras	
A B	93	60	-	-	7	-	10	10	10	190
A	-	19	30	20	20	5	10	12	-	116
A B C	15	30	10	-	10	-	-	-	-	65
(todas)	60	-	-	-	-	-	-	-	-	60
A B (RSU)	5	-	-	25	-	-	-	-	-	30
A B C D (MO)	-	-	-	15	10	-	-	-	-	25
A B C D	15	-	-	-	10	-	-	-	-	25
C D	-	-	22	-	-	-	-	-	-	22
B (RV)	-	15	-	-	-	-	-	-	-	15
A C	-	-	-	-	-	15	-	-	-	15
B	-	-	13	-	-	-	-	-	-	13
A (RV)	-	-	-	-	-	10	-	-	-	10
A B (MO)	-	-	-	10	-	-	-	-	-	10
B (MO)	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8
A B D	-	-	5	-	-	-	-	-	-	5
A (MO)	-	-	5	-	-	-	-	-	-	5
A C (RSU) (RV)	-	-	-	-	-	-	5	-	-	5
Total	196	124	85	70	57	30	25	22	10	619

Legenda: Classes - A B C D - CONAMA nº 307/2002 e atualizações; (RSU) - Resíduo Sólido Urbano; (MO) - Matéria Orgânica; (RV) - Resíduo Volumoso; (todas) – Mistura de todas as classes.

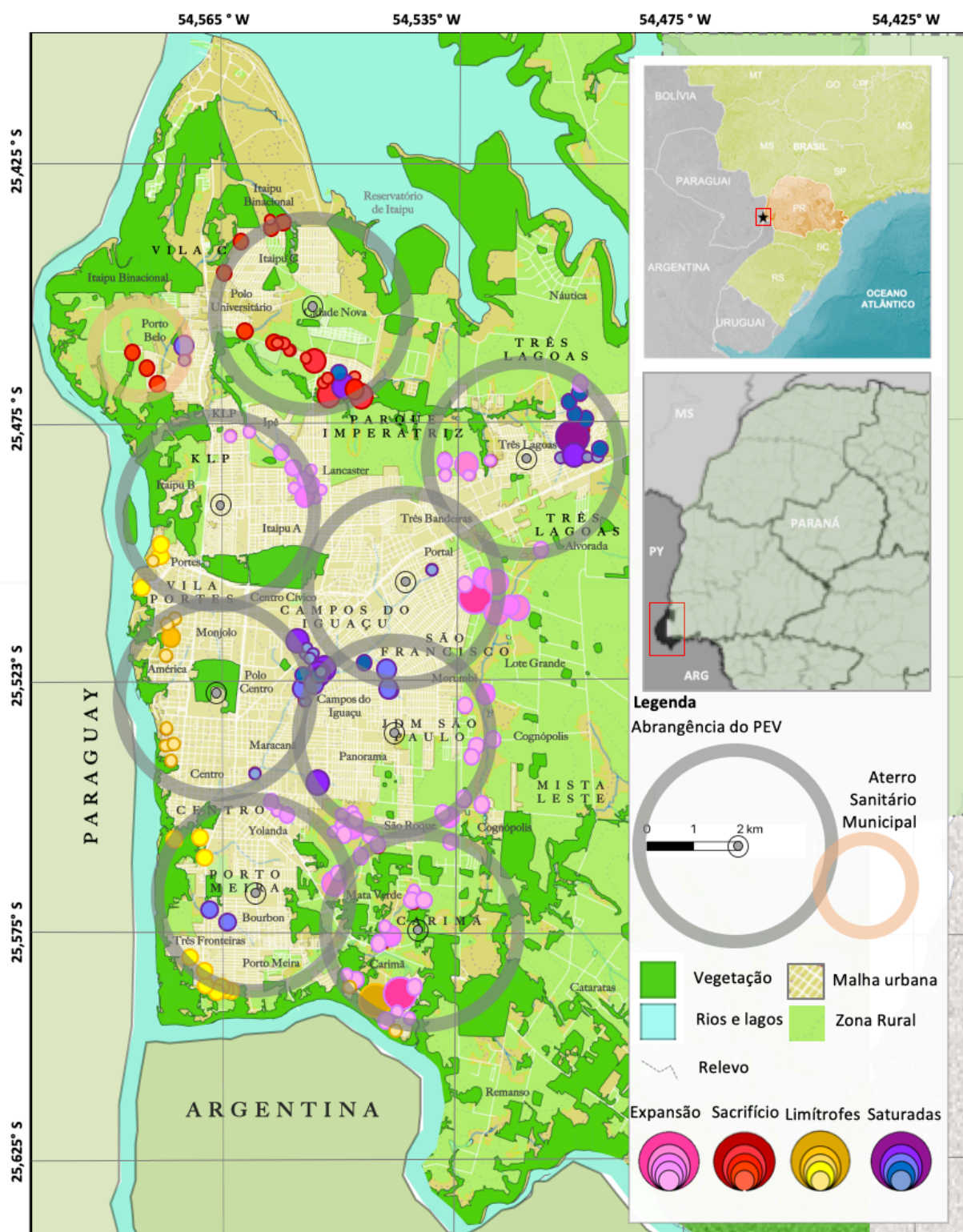
Fonte: Resultado da pesquisa.

Os bairros desta região apresentam menor quantidade de pontos com resíduo reciclável não contaminado. Sendo, então, 38 caçambas, ou 190 m³ de resíduos entre as classes A e B para serem reciclados após triagem. Os resíduos do tipo A são os que aparecem em segundo maior volume, sendo 116 m³ que pode ser reaproveitado e reciclado de forma direta após a coleta.

6.5 PROPOSIÇÃO PARA LOCALIZAÇÃO DOS PEV EM FOZ DO IGUAÇU

O PEV deve atender a população em num raio de 2 km, e em uma proporção de 1 PEV para cada 25.000 habitantes (GEUS *et. al*, 2019), sendo então necessários 10 PEV para Foz do Iguaçu – com população estimada de 258.248 pessoas (IBGE, 2020). No entanto, como é possível conferir no mapa da figura 24, 8 PEV – com 2 km de raio – mais o Aterro Sanitário Municipal são suficientes para realizar a cobertura total do território iguaçuense, abarcando a totalidade dos pontos de descarte irregular.

Figura 24 – Proposta de implantação dos PEV.



Fonte: Grzeczeczen-Gonçalves (2021). Base do Atlas Ambiental da Microrregião de Foz do Iguaçu – PR (ADAMI *et al.*, 2019), na projeção UTM, datum SIRGAS 2000, fuso 21S; IBGE (2017) PMFI (2018). **Edição:** Lucca Grzeczeczen Gonçalves (2021).

Fonte: Resultado da pesquisa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como escopo principal contribuir para a constituição do Plano Municipal de Gestão Integrada do Resíduo de Construção e Demolição em Foz do Iguaçu, mais precisamente nas etapas de (1) Limpeza de áreas degradadas pelo depósito irregular de entulho; (2) Coleta e/ou entrega voluntária de RCD gerado por pequenos geradores. Aponta-se como principal contribuição a proposição de um método para localização dos pontos prioritários para desenvolvimento das Ações de Limpeza, e para implantação dos pontos de entrega voluntária de RCD, aportando melhorias no processo que, em parte, já vem sendo desenvolvido pela Prefeitura.

Se considera que a prevenção do resíduo por meio do projetos e planos já interfiram no consumo de recursos não renováveis, e consequentemente, na quantidade de entulho depositado de forma irregular. Estas práticas devem inserir o setor da construção civil na cadeia regenerativa da economia circular, cada vez mais valorizada atualmente. Outro aspecto a ser ressaltado é que as instituições interessadas na reciclagem, como as usinas de agregado reciclado, ou as indústrias que utilizam matéria-prima e insumos reciclados, vêm incorporando em suas atividades o papel de monitoramento do descarte irregular. As denúncias, os encargos, e o acompanhamento junto ao ministério público e aos órgãos de saneamento contribuem, para a utilização dos serviços regularizados e que se dedicam a reinserção do RCD na cadeia produtiva da construção civil. O monitoramento do RCD diminui as incertezas para viabilidade da reciclagem já que fornece dados para as instituições interessadas em realizar o beneficiamento deste material.

Além disso, os arquitetos e engenheiros têm um papel decisivo na redução do RCD em todos os níveis da obra, mas, sobretudo durante a elaboração dos projetos e planos de execução, por tanto, é necessário trabalhar noções de percepção ambiental²³ junto a equipe da obra. Contemplar todas as etapas do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, sendo estas: a caracterização, quantificação, triagem, transporte; e destinação. As três primeiras etapas podem ser conseguidas por meio da compartimentação e

²³ Diz respeito a tomada de consciência do ser humano em relação o ambiente em que está inserido, aprendendo a o preservar da melhor forma possível (SILVA, 2017).

segregação dos resíduos em canteiro por categorias, utilizando caçambas menores, dispostas em cada área de trabalho. Nas duas últimas etapas, se certificar que os agentes envolvidos (ex: caçambeiros e empresas de transporte) atuem de forma legal.

Além disso, se acrescenta aos planos e projetos uma condição ambiental e política que vem reforçando a noção do desenvolvimento desigual do território. Assim, os profissionais da construção civil têm responsabilidade sobre as tecnologias que impactam o território e as formas de vida das populações. O desenvolvimento e a efetivação das políticas públicas, o planejamento territorial, o projeto de engenharia, arquitetura e urbanismo – ou a ausência destes – foram elementos fundamentais para a constituição das cidades como vemos hoje, e são, ao mesmo tempo, a chave para superação dos problemas atuais.

Por fim, se considera que os ditos preditores do RCD contribuíram para um panorama do aspecto ambiental do descarte irregular em uma cidade média. A partir do estudo de caso em Foz do Iguaçu, foi possível combinar atributos geográficos com o montante do resíduo, e sua classificação para triagem, o que pode direcionar as tomadas de decisão dos gestores públicos e instituições interessadas na reciclagem em começar priorizando os bairros e regiões apresentados por esta dissertação como mais vulneráveis. Assim, além de subsidiar um levantamento acurado, que atenda aos objetivos da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos, direcionar as tomadas de decisão possibilita a economia de tempo e de recursos financeiros, humanos e de tempo de trabalho desde as primeiras etapas do manejo dos resíduos.

A partir da metodologia aplicada neste estudo, foi possível conhecer informações básicas com o fim fornecer insumos para a elaboração de parte do Plano Municipal de Gestão Integrada do RCD, focalizando a transformação dos focos incidentes de descarte irregular em Pontos de Entrega Voluntária (PEV). E ainda, foi possível reconhecer que a cidade necessita de menos pontos para instalação do PEV do que o que foi sugerido pela literatura.

Acredita-se que métodos similares a este, com base no levantamento de campo expedito, possam ser replicados em outras cidades pequenas e médias, com o fim de obter uma aproximação das condições urbanas e ambientais destes locais. Fica como sugestão para trabalhos futuros

realizados com bases em outros estudos de caso, adaptando esta metodologia para bairros e setores de cidades grandes. Outra forma de dar continuidade a esta pesquisa, será realizar nova coleta de dados utilizando o método facilitador com o fim de verificar a evolução da gestão do RCD em Foz do Iguaçu ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ADAMI, S. F.; OLIVEIRA, V. F. **Atlas Ambiental da Microrregião de Foz do Iguaçu/PR**. UNILA, 2018. Disponível em: <<https://geograben.wixsite.com/atlas-foz>>.

AGOPYAN, V.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; ANDRADE, A. C. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**: relatório final. São Paulo: EPUSP/PCC, 1998. v. 1-5. (Pesquisa Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras).

ANDRADE, A. C.; SOUZA, U. E. L.; PALIARI, J. C.; AGOPYAN, V. **Estimativa da quantidade de entulho produzido em obras de construção de edifícios** In: SEMINÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 4., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Ibracon, 2001.

ÂNGULO, S. C. et al. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 299-306, jul./set. 2011.

ÂNGULO, S.C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico dos concretos**. 2005. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ARANTES, O.; VAINER, C. B.; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único**: desmanchando consensos. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2002, p.75-103.

ARAUJO, A. F. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa**: estudo em uma empresa do setor de Construção Civil. 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

ARAÚJO, N. M. C.; CARNAÚBA, T. M. G. V. **Composição gravimétrica e massa específica dos RCD oriundos de obras de edificações verticais de Maceió**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., Canela, 2010. **Anais...** Canela: ANTAC, 2010.

ARROYO, M. A economia invisível dos pequenos. In: **Le Diplomatie Brasil**. Online. Disponível em <<http://www.diplomatique.org.br/artigo.php?id=283>> Extraído 11/09/2017.

AYDI, A., ZAIRI, M., DHIA, H. B. Minimization of environmental risk of landfill site using fuzzy logic, analytical hierarchy process, and weighted linear combination methodology in a geographic information system environment. **Environmental Earth Sciences**, Vol.68(5), p.1375–1389, 2012.

BACELAR, Winston. **Pequena Cidade**: Caracterização e conceituação pelo ponto de vista político-administrativo. In: Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos: Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças. Espaços de Diálogos e Práticas. Porto Alegre. ABG: 2010.

BANIAS, G., ACHILLAS, C., VLACHOKOSTAS, C., MOUSSIOPOULOS, N., PAPAIOANNOU, I. A web-based Decision Support System for the optimal management of construction and demolition waste. **Waste Manage.** (Oxford) Vol. 31 n.12, p. 2497–2502, 2011.

BARTH, F; VEFAGO, L. **Desconstrução e potenciais de reciclabilidade nas edificações**. *Arquitextos*, São Paulo, ano 15, n. 177.06, Vitruvius, fev. 2015 <<https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/15.177/5490>>.

BAPTISTA JUNIOR, J. V., & ROMANEL, C. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Vol 5. 480p. 2013. doi:10.7213/urbe.05.002.se02

BEIGL, P., LEBERSORGER, S., SALHOFER, S. Modelling municipal solid waste generation: a review. **Waste Manage.** (Oxford) Vol. 28, n.1, p. 200–214. 2008.

BENACHIO, G., FREITAS, M., TAVARES, S. Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**. 260. 121046. Doi:10.1016/j.jclepro.2020.121046.

BERNARDES, A. et al. Quantificação e Classificação dos Resíduos da Construção e Demolição Coletados no Município de Passo Fundo, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 65-76, jul./out. 2008.

BIOTTO, G., SILVESTRI, S., GOBBO, L., & FURLAN, E., VALENTI, S., ROSSELLI, R., GIS, multi-criteria and multi-factor spatial analysis for the probability assessment of the existence of illegal landfills. **International Journal of Geographical Information Science**. 2009. Doi: 1233-1244. 10.1080/13658810802112128.

BRASIL. **Lei 12.305 de 2 de ago. de 2010**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>.

BRASIL. **Planos de gestão de resíduos sólidos**: manual de orientação. Brasília: MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2012. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao09042012101719.pdf

BRASIL. **Portaria nº 280, de 29 de jun. de 2020**. Brasília: MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2012.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. João Pessoa, 2005. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal da Paraíba, 2005.

CGU. **Resíduos Sólidos - Relatórios de Auditoria da CGU**. MINISTÉRIO DA TRANSPARÊNCIA E CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO. Brasília: Outubro/2017.

CONAMA. **Resolução no 307**, 05 de jul de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>.

ESA, M. R., HALOG, A., RIGAMONTI, L. Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. **Journal of Material Cycles and Waste Management** Vol, 19(3), p. 1144–1154, 2016.

EVANGELISTA, P. P. A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, jul./set. 2010.

FORMOSO, C. T. SOIBELMAN, L., CESARE, C. D., ISATTO, E. Material waste in building industry: main causes and prevention. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 128, n. 4, p. 316-325, 2002.

FRITZ BENACHIO, G. L., FREITAS, M. do C. D., TAVARES, S. F. Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, 121046. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121046

GRZECZECZEN, L. **CAUs, saberes e territórios: espaço[s] de interação para os novos cursos de arquitetura com as comunidades do interior**. 112 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2017.

GEUS, L.; MOURA, E.; GARCIAS, C. Uso do SIG como suporte à definição da localização de pontos de entrega voluntária de resíduos de construção e demolição. **Revista Tecnologia e Sociedade**. 2019. Doi: 15.10.3895/rts.v15n37.7703.

HENDRIKS, C.F., PIETERSEN, H.S. Sustainable Raw Materials: Construction and Demolition Waste. **RILEM Publication**, Cachan Cedex, France, 2000.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012.

IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE:, 2017. Disponível em:<https://munic.ibge.gov.br/ver_tema.php?periodo=2015&posicao=2&municipio=4108304&UF=41>.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **General Principles on the Design of Structures for Durability**. ISO 13823. Geneva: ISO/TC, 2008.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2005.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos da construção civil**: Contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Doutorado em Livre Docência) São Paulo: USP, 2000.

JORDÁ-BORRELL, R., RUIZ-RODRÍGUEZ, F., LUCENDO-MONEDERO, Á., Factor analysis and geographic information system for determining probability areas of presence of illegal landfills. **Ecological Indicators**. 2014. Doi: 151–160. 10.1016/j.ecolind.2013.10.001.

KARPINSK, L. A. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil**: uma abordagem ambiental. Porto Alegre: ediPUCRS, 2009.

KERN, A. P. et al. Waste generated in high-rise buildings construction: a quantification model based on statistical multiple regression. **Waste Management**, v. 39, p. 35-44, 2015.

KOCHEM, K, POSSAN, E. **Diagnóstico do gerenciamento de resíduo de construção e demolição nos 20 maiores municípios geradores do estado do Paraná**. Anais do Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016 de 29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz dolguaçu, Brasil.

LAU, H.H., WHYTE, A., LAW, P.L. Composition and characteristics of construction waste generated by residential housing project. **Int. J. Environ. Res**. Vol. 2 n.3, p. 261–268. 2008.

LEÃO, S., BISHOP, I., EVANS, D. Assessing the demand of solid waste disposal in urban region by urban dynamics modelling in a GIS environment. **Resources, Conservation and Recycling**. 2001. Doi: 33. 289-313. 10.1016/S0921-3449(01)00090-8.

LERNER, Steve. **Sacrifice Zones**: The Front Lines of Toxic Chemical Exposure in the United State. Cambridge, MAMIT – 2010. 346 p.

LIMA, J. D. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: ABES, 2002.

LOPES DE SOUZA, M. Which right to which city? In defence of political-strategis clarity. **Interface**. Vol 2. 315-333. 2010.

MADI, N., SROU, I. Managing emergency construction and demolition waste in Syria using GIS. **Resources, Conservation and Recycling**. Vol. 141, p. 163–175, 2019.

MARICATO, E. **O impasse da política urbana no Brasil**. 3. Ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, É. D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

MMA. **Agenda 21 Global. Responsabilidade Socioambiental**. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>.

MONDELLI, G., GIACHETI, H. L., BOSCOV, M. E. G., ELIS, V. R., HAMADA, J., Geoenvironmental site investigation using different techniques in a municipal solid waste disposal site in Brazil. **Environmental Geology**, Vol. 52, No. 5 p. 871-887, 2007.

NETO, J. da C.; SCHALCH, V. Gestão dos resíduos de construção e demolição: estudo da situação no município de São Carlos-SP, Brasil. **Revista Engenharia Civil**, v. 36, p. 41-50, 2010.

NUNES RODRIGUES, J., MOSCARELLI, F. (2015). Os desafios do pacto federativo e da gestão territorial compartilhada na condução das políticas públicas brasileiras. **GeoTextos**. 11. 10.9771/1984-5537geo.v11i1.12714, 2015.

OLIVEIRA, M. E. D. de et. al. Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, 219-224, jul./set. 2011.

ONU. **A Agenda 2030**. NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>.

PACHECO, H. C. de A. Regiões de influência das cidades 2018, **Confins** [Online], 48 | 2020. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.33618>, 2020

PAZ, D., LAFAYETTE, K., SOBRAL, M., GIS-based planning system for managing the flow of construction and demolition waste in Brazil. **Waste Management & Research**. Vol 36. 2018. Doi: 0734242X1877209. 10.1177/0734242X18772096.

PINTO, T. P. **Perdas de materiais em processos construtivos tradicionais**. São Carlos, 1989. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. (Datilografado).

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PNUD. **Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/odm.aspx>>.

PNUD. **Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/odm.aspx>>.

PORTO, M., PORTO, R. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**. Vol 22., 2018 doi: 10.1590/S0103-40142008000200004.

POSSAN, E. **Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano**. 2010. Tese de doutorado (Doutorado em engenharia) - Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU. **Lei complementar nº 303/2018. Foz do Iguaçu – PR. 2018**.

QUESADA-RUIZ, L. C., RODRIGUES- GALIANO, V., JORDÁ-BOREELL. Characterization and mapping of illegal landfill potential occurrence in the Canary Islands. **Waste Management**, 85, 506–518, 2019.

SCOTT, D. N., SMITH, A. A. “**Sacrifice Zones**” in the **Green Energy Economy: Toward an Environmental Justice Framework**. McGill Law Journal, 62(3) – 2017. 861.

SENER, B., SUZEN, M. L., DOYURAN, V., Landfill site selection by using geographic information systems. **Environmental Geology**, Vol.49, No. 3, p. 376-388, 2006.

SEROR, N.; PORTNOV. B. A. Identifying areas under potential risk of illegal CDW dumping using GIS tools. **Waste Management** vol. 75, n. 1, p 23/29, 2018.

SILVA, R. A. da. **As dimensões da compatibilização na gestão do ciclo de vida de um projeto**. Dissertação (Mestrado Profissional em Construção Metálica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

SILVA, S. S. da. **Avaliação da implantação e dos resultados do Subprograma Gestão por Bacias, Programa Cultivando Água Boa na sub-bacia hidrográfica Santa Rosa – Município de Cascavel (PR)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Marechal Cândido Rondon, 2017.

SILVESTRI, S., OMRI, M. A method for the remote sensing identification of uncontrolled landfills: formulation and validation. **International Journal of Remote Sensing**, 29(4), p. 975–989, 2008.

SUKHOLTHAMAN, P., CHANVARASUTH, P., SHARP, A. Analysis of waste generation variables and people's attitudes towards waste management system: a case of Bangkok, Thailand. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, Vol. 19(2), p. 645–656, 2017.

TELLO, R. **Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da Construção**. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção; Serviço Social da Indústria; Nova Lima: Fundação Dom Cabral, 160p. 2012.

TESSARO, A. B.; SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 121-130, abr./jun. 2012.

TUBAIL, K; CHEN, L.; MICHEL Jr., F. C.; KEENER, H. M.; RIGOT, J. F.; KLINGMAN, M.; KOST. D.; DICK, W. A. Gypsum additions reduce ammonia nitrogen losses during composting of dairy manure and biosolids. **Compost Science & Utilization**, v.16, n.4, p.285-293, 2008.

VERGARA, G. **Recuperadores, residuos y mediaciones**: análisis desde los interiores de la cotidianidad, la gestión y la estructuración social. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Estudios Sociológicos Editora, 2015.

VINHAL, L. D. **Estudo de indicadores ambientais de blocos cerâmicos com base em avaliação do ciclo de vida considerando o contexto**. São Carlos: UFSCar, p 137. 2016.

WANG, J.; LI, Z.; TAM, V. W. Y. Critical factors in effective construction waste minimization at the design stage: a Shenzhen case study, China. **Resources, conservation and recycling**, v. 82, p. 1-7, 2014.

WAISMAN, Marina. **O interior da história**: historiografia arquitetônica para uso de latino-americanos. São Paulo: Perspectiva, 2013.

WU, H.; ZUO, J; ZILLANTE. G; WANG, J; YUAN, H. Status quo and future directions of construction and demolition waste research: a critical review. **Journal of Cleaner Production**, 2019.

WU, Z.; YU, T.; W. A.; SHEN, L; LIU, G. Quantifying construction and demolition waste: An analytical review. **Waste Management**. Vol.34, n.1, p. 1683–1692, 2014.

YUAN, H.; SHEN, L. Trend of the research on construction and demolition waste management. **Waste Management** vol. 31, n. 1, p 970-979, 2011.

ZAFRA MEJIA, C. A. MENDOZA CASTANEDA, F. A.; MONTOYA VARELA, P.A. A. methodology for landfill location using geographic information systems: a Colombian regional case. **Ing. Investig.** [online], v. 32, n. 1, p.64-70, Bogotá, 2012.

ZIMMERMAN, J. B., ANASTAS, P. T., ERYTHROPEL, H. C., LEITNER. W. *Designing for a green chemistry future.* **Science**, 367(6476), 397–400. 2020. doi:10.1126/science.aay3060

APÊNDICES

APÊNDICE A – PLANILHA DE DADOS

DATA	BAIRRO	SEC ÇÃO	PONT O	CARACTE- RÍSTICA	LATITUDE	LONGITUDE	VO L (M³)	CLASSE
26/set	Polo Univer- sitário	1	1	Sacrifício	-25,4646532	-54,5703187	3	A B C D
26/set	Polo Univer- sitário	1	2	Sacrifício	-25,464738	-54,5689130	2	A (MO)
26/set	Cidade Nova	1	3	Sacrifício	-25,4650343	-54,5681549	2	A (MO)
26/set	Cidade Nova	1	4	Sacrifício	-25,4661064	-54,5669451	6	A D
26/set	Cidade Nova	1	5	Saturada	-25,4675803	-54,5628451	10	A B C D (MO)
26/set	Cidade Nova	1	6	Sacrifício	-25,4678047	-54,5620092	5	A
26/set	Cidade Nova	1	7	Saturada	-25,4716428	-54,5571435	40	A (MO)
26/set	Cidade Nova	1	8	Sacrifício	-25,4723737	-54,5590878	1	A B C
26/set	Cidade Nova	1	9	Sacrifício	-25,4786543	-54,5690807	30	A
26/set	Cidade Nova	1	10	Sacrifício	-25,4724254	-54,5596633	2	A
26/set	Cidade Nova	1	11	Sacrifício	-25,4374553	-54,5585254	25	A C D
26/set	Cidade Nova	1	12	Sacrifício	-25,4740284	-54,5553954	50	(RSU)(MO)(RV)
26/set	Cidade Nova	1	13	Sacrifício	-25,4734819	-54,5485236	30	A
26/set	Três Lagoas	1	14	Saturada	-25,4735156	-54,5470581	15	A B C D (RSU)(MO)(RV)
26/set	Três Lagoas	1	15	Saturada	-25,4746345	-54,5079375	5	A
26/set	Três Lagoas	1	16	Saturada	-25,4771534	-54,5066386	32	A
26/set	Três Lagoas	1	17	Saturada	-25,4778123	-54,5043748	2	A
26/set	Três Lagoas	1	18	Saturada	-25,4799384	-54,5049595	2	A C
26/set	Três Lagoas	1	19	Saturada	-25,4812838	-54,5048839	6	BRV
26/set	Três Lagoas	1	20	Saturada	-25,4818545	-54,5059176	12	A B C D (RSU)(MO)(RV)
26/set	Três Lagoas	1	21	Saturada	-25,4835337	-54,5012346	7	A B (RSU)
26/set	Três Lagoas	1	22	Saturada	-25,4849337	-54,5044247	6	A (MO)
26/set	Três Lagoas	1	23	Saturada	-25,4846274	-54,5075727	5	A B (MO)
26/set	Três Lagoas	1	24	Expansão	-25,4850743	-54,5087747	10	A B (MO)
26/set	Três Bandei- ras	1	25	Expansão	-25,4864827	-54,5242756	5	B
26/set	Três Bandei- ras	1	26	Expansão	-25,4873143	-54,5292545	1	A B C D (RSU)(MO)(RV)
26/set	Três Bandei- ras	1	27	Expansão	-25,4886253	-54,5287717	45	A B C D (RSU)(MO)(RV)
26/set	Três Bandei- ras	1	28	Expansão	-25,4887838	-54,5338471	10	A C D
26/set	Três Bandei- ras	1	29	Expansão	-25,4857736	-54,5339827	1	A B
26/set	Lancaster	1	30	Expansão	-25,4931636	-54,5635169	1	A B (MO)
26/set	Lancaster	1	31	Expansão	-25,4931848	-54,5618217	3	A B C D (RSU)(MO)(RV)
26/set	Lancaster	1	32	Expansão	-25,4919149	-54,5618858	5	D (MO)
26/set	Lancaster	1	33	Expansão	-25,4912538	-54,5628442	15	A B C D (RSU)(MO)(RV)

26/set	Lancaster	1	34	Expansão	-25,4908386	- 54,5617076	2	A B
26/set	Lancaster	1	35	Expansão	-25,4904426	- 54,5628326	10	A B C D (RSU)(MO)(RV)
26/set	Lancaster	1	36	Expansão	-25,4897436	- 54,5628358	10	A B (MO)
26/set	Lancaster	1	37	Expansão	-25,4881476	- 54,5656448	5	A
26/set	Lancaster	1	38	Expansão	-25,4853374	- 54,5681576	2	C
26/set	KLP	1	39	Expansão	-25,4814448	- 54,5752137	2	A B
26/set	KLP	1	40	Expansão	-25,4823148	- 54,5791627	3	B
26/set	Porto Belo	1	41	Saturada	-25,4728337	- 54,5946594	8	A B C D
26/set	Porto Belo	1	42	Sacrifício	-25,4700316	- 54,5966947	10	A B C
26/set	Porto Belo	1	43	Sacrifício	-25,4669645	- 54,5995998	15	A B C D (RSU)(MO)(RV)
26/set	Porto Belo	1	44	Sacrifício	-25,4682879	- 54,5890653	5	A
26/set	Porto Belo	1	45	Saturada	-25,4648862	- 54,5895161	20	A B C D (RSU)(MO)(RV)
26/set	Itaipu C	1	46	Sacrifício	-25,4518697	- 54,5809965	15	A B C
26/set	Itaipu C	1	47	Sacrifício	-25,4461375	- 54,5775114	10	A (MO)(RSU)
26/set	Itaipu C	1	48	Sacrifício	-25,4431108	- 54,5715257	15	A
26/set	Itaipu C	1	49	Sacrifício	-25,4432364	- 54,5712346	5	A B C
26/set	Itaipu C	1	50	Sacrifício	-25,4435484	- 54,5798463	3	D (MO)
27/set	Polo Univer- sitário	1	51	Sacrifício	-25,4627547	- 54,5762547	15	A B C D
27/set	Polo Univer- sitário	1	52	Sacrifício	-25,5035256	- 54,5935833	40	A B C D
27/set	América	2	53	Limitrofes	-25,5048596	- 54,5929557	3	A
27/set	América	2	54	Limitrofes	-25,5054968	- 54,5943197	45	C B
27/set	América	2	55	Limitrofes	-25,5109447	- 54,5972957	1	A
27/set	América	2	56	Limitrofes	-25,5233257	- 54,5917158	5	A B
27/set	Portes	2	57	Limitrofes	-25,5193765	- 54,5913864	25	A B C D (RSU)(MO)(RV)
27/set	Portes	2	58	Limitrofes	-25,5174884	- 54,5914348	12	A B (RSU)
27/set	Portes	2	59	Limitrofes	-25,5163137	- 54,5900254	3	A B C
27/set	Campos do Iguaçu	2	60	Saturada	-25,5200247	- 54,5647236	40	A C
27/set	Campos do Iguaçu	2	61	Saturada	-25,5206147	- 54,5648756	20	A B C D
27/set	Campos do Iguaçu	2	62	Saturada	-25,5224858	- 54,5615746	35	A B
27/set	Campos do Iguaçu	2	63	Saturada	-25,5285476	- 54,5610445	30	B (MO)
27/set	Campos do Iguaçu	2	64	Saturada	-25,5289265	- 54,5636564	1	C
27/set	Campos do Iguaçu	2	65	Saturada	-25,5310448	- 54,5624947	6	A B C D
27/set	Campos do Iguaçu	2	66	Saturada	-25,5263088	- 54,5594676	1	A D
27/set	Campos do Iguaçu	2	67	Saturada	-25,5245565	- 54,5508877	1	A
27/set	Campos do Iguaçu	2	68	Saturada	-25,5239865	- 54,5499167	5	A B C
27/set	Campos do Iguaçu	2	69	Saturada	-25,5251397	- 54,5452958	4	C
27/set	Campos do Iguaçu	2	70	Saturada	-25,5287209	- 54,5444203	40	A B C D (RSU)(MO)(RV)

27/set	Portal	2	71	Expansão	-25,5130847	- 54,5184716	75	A B C D (RSU)(MO)(RV)
27/set	Portal	2	72	Expansão	-25,5079449	- 54,5218176	50	A B C D (RSU)(MO)(RV)
27/set	Lote Grande	2	73	Expansão	-25,5143825	- 54,5221375	30	B
27/set	Alvorada	2	74	Expansão	-25,5088754	- 54,5250745	6	A C (RV)
27/set	Portal	2	75	Expansão	-25,5122646	- 54,5273154	40	C (MO)
27/set	Lote Grande	2	76	Expansão	-25,5112247	- 54,5266847	20	A B C
27/set	Lote Grande	2	77	Expansão	-25,5093463	- 54,5287693	32	A B C D
27/set	Portal	2	78	Saturada	-25,5064947	- 54,5363148	1	A (MO)
27/set	Portes	2	79	Limitrofes	-25,5573375	- 54,5839472	5	A C
27/set	Portal	2	80	Expansão	-25,5577265	- 54,5891947	3	A B
27/set	Centro	2	81	Limitrofes	-25,5605674	- 54,5835409	5	A (MO)
27/set	Campos do Iguaçu	2	82	Saturada	-25,5706264	- 54,5818816	15	A B C D
27/set	Campos do Iguaçu	2	83	Saturada	-25,5730447	- 54,5777437	2	A
27/set	Morumbi	2	84	Expansão	-25,5790894	- 54,5854256	10	A (RV)
27/set	Centro (S3)	3	85	Limitrofes	-25,5816947	- 54,5822957	10	A (RV)
27/set	Centro	2	86	Limitrofes	-25,5847616	- 54,5820248	1	A
27/set	Morumbi	2	87	Expansão	-25,5853941	-54,580115	4	A B
27/set	Centro	2	88	Limitrofes	-25,5852137	- 54,5792137	5	A
27/set	Centro	2	89	Limitrofes	-25,5851736	- 54,5777947	5	A
27/set	Maracanã	2	90	Saturada	-25,5501446	- 54,5689846	5	A B C
27/set	Yolanda	3	91	Expansão	-25,5515847	- 54,5679764	5	A C (RSU)(RV)
27/set	Yolanda	3	92	Expansão	-25,5524646	- 54,5658847	10	A
27/set	Yolanda	3	93	Expansão	-25,5460746	- 54,5594747	10	A B
27/set	Panorama	2	94	Saturada	-25,5446656	- 54,5725511	50	C
27/set	Cognópolis	2	95	Expansão	-25,5427613	- 54,5902245	5	A B C D
27/set	Cognópolis	2	96	Expansão	-25,5397154	- 54,5902310	5	C (RSU)
27/set	Cognópolis	2	97	Expansão	-25,5363685	- 54,5913416	5	A B C D
27/set	Mata Verde	3	98	Expansão	-25,5399124	- 54,5913926	30	A B C
27/set	Centro (S3)	3	99	Limitrofes	-25,3620146	- 54,3256245	5	A
12/out	Centro (S3)	3	100	Limitrofes	-25,3612653	- 54,3245746	15	A C
12/out	Mata Verde	3	101	Expansão	-25,3549254	-543245754	10	A B
12/out	Mata Verde	3	102	Expansão	-25,3467945	- 54,3412745	30	A B
12/out	São Roque	3	103	Expansão	-25,3466143	- 54,3416206	5	A
12/out	São Roque	3	104	Expansão	-25,3471461	- 54,3411101	10	A B C
12/out	São Roque	3	105	Expansão	-25,3503209	- 54,3438834	10	A
12/out	São Roque	3	106	Expansão	-25,3478765	- 54,3393247	8	B
12/out	Mata Verde	3	107	Expansão	-25,3470546	- 54,3379143	15	B (RV)

12/out	Mata Verde	3	108	Expansão	-25,3448794	-54,3384456	20	A B
12/out	Mata Verde	3	109	Expansão	-25,3455185	-54,3445199	3	A
12/out	Mata Verde	3	110	Expansão	-25,3461654	-54,3386017	15	A
12/out	Mata Verde	3	111	Expansão	-25,4339764	-54,3403603	1	A
12/out	São Roque	3	112	Expansão	-25,3303154	-54,3285465	5	A
12/out	São Roque	3	113	Expansão	-25,32804	-54,3335170	10	A
12/out	São Roque	3	114	Expansão	-25,3288565	-54,3294668	22	C D
12/out	São Roque	3	115	Expansão	-25,3282517	-54,3274198	5	B
12/out	São Roque	3	116	Expansão	-25,3275423	-54,3396073	5	A B D
12/out	São Roque	3	117	Expansão	-25,3328230	-54,3276125	5	A (MO)
12/out	Centro Cívico	2	118	Saturada	-25,3156724	-54,3320773	30	A (RV)
12/out	Centro Cívico	2	119	Saturada	-25,3119354	-54,3319737	15	A C
12/out	Centro Cívico	2	120	Saturada	-25,3110932	-54,3316210	22	B D
12/out	Carimã	3	121	Expansão	-25.525.531	-54.520.023	65	A B
12/out	Carimã	3	122	Expansão	-25.528.988	-54.522.137	7	A B
12/out	Carimã	3	123	Limitrofes	-25.529.127	-54.522.424	10	A B C
12/out	Carimã	3	124	Expansão	-25.532.704	-54.522.980	11	A B
12/out	Carimã	3	125	Expansão	-25.531.586	-54.529.492	15	A B C D
12/out	Carimã	3	126	Expansão	-25.530.723	-54.529.704	10	A B
12/out	Carimã	3	127	Expansão	-25.530.475	-54.529.522	5	A B C
12/out	Carimã	3	128	Limitrofes	-25.532.969	-54.529.071	60	A B C D (RSU)(MO)(RV)
12/out	Carimã	3	129	Limitrofes	-25.509.178	-54.528.662	8	B (MO)
12/out	Carimã	3	130	Expansão	-25.508.083	-54.526.495	5	A B (RSU)
12/out	Porto Meira	3	131	Limitrofes	-25.504.695	-54.526.809	10	A
12/out	Porto Meira	3	132	Limitrofes	-25.536.563	-54.524.496	10	A
12/out	Porto Meira	3	133	Limitrofes	-25.537.507	-54.530.377	7	AB
12/out	Porto Meira	3	134	Limitrofes	-25.549.541	-54.538.076	10	A B C D (MO)
12/out	Porto Meira	3	135	Limitrofes	-25.538.387	-54.533.739	10	A B C D
12/out	Porto Meira	3	136	Limitrofes	-25.537.507	-54.539.161	10	A B C
12/out	Três Fronteiras	3	137	Limitrofes	-25.536.431	-54.545.884	10	A B
12/out	Bourbon	3	138	Saturada	-25.538.192	-54.539.161	12	A
12/out	Bourbon	3	139	Saturada	-25.550.030	-54.538.835	10	A B
12/out	Cognópolis (S3)	3	140	Expansão	-25.582.357	-54.550.433	15	A B C D (MO)
12/out	Cognópolis (S3)	3	141	Expansão	-25.583.530	-54.549.014	13	A B
12/out	Cognópolis (S3)	3	142	Expansão	-25.585.556	-54.550.551	7	A B (MO)
12/out	Cognópolis (S3)	3	143	Expansão	-25.586.196	-54.541.447	25	A B (RSU)
12/out	Cognópolis (S3)	3	144	Expansão	-25.585.769	-54.537.663	10	A B (MO)