

Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos – transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil



Klaus Fricke, Christiane Pereira, Aguinaldo Leite, Marius Bagnati

**Klaus Fricke – Christiane Pereira
Aguinaldo Leite – Marius Bagnati
Coordenadores**

**GESTÃO SUSTENTÁVEL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**
transferência de experiência
entre a Alemanha e o Brasil

Parte I

**Technische Universität Braunschweig
Braunschweig – 2015**

1ª Versão: Junho – 2015

Versão Atualizada: **Maio – 2017**

Publicado por: ANS e.V., Braunschweig

Apoio financeiro: Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF

Coordenadores: Klaus Fricke
Christiane Pereira
Aguinaldo Leite
Marius Bagnati

Capa: Wiese Foto + Film GmbH & Co.KG, Porta Westfalica, Germany

Tradução: Christiane Pereira
Sabine Robra
Simone Dealtry

Revisão textual: Luciane Pansolin

Projeto gráfico: Letras e Formas

Revisão técnica: Christiane Pereira

ISBN: 978-3-924618-46-9

Esse e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

1ª Versão: **Junho – 2015.**

Versão Atualizada: **Maió – 2017.**

FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos:** transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015.

Uso autorizado desde que citada a fonte e informado via e-mail: gsrsu.br@gmail.com

Copyright: © TU Braunschweig, 2015

Beethovenstraße 51a – 38106 Braunschweig – Germany
www.lwi.tu-bs.de

COLABORADORES

Aguinaldo Leite

Alexander Gosten

Aline Cardoso Domingos

Anderson Luiz de Araújo

André Luiz da Conceição

Andreas Jaron

Anne-Sophie Fölster

Anton Zeiner

Antonio Marius Zuccarelli Bagnati

Axel Hüttner

Beate Vielhaber

Bertram Kehres

Bruno Mattheeuws

Burkart Schulte

Camila Barbi Campos

Carlo Vendrix

Carlos RV Silva Filho

Carsten Cuhls

Christiane Pereira

Christine Pereira-Glodek

Christof Heußner

Diana Piffer Gigliotti

Diego de Carvalho Frade

Eduardo Tomasevicius Filho

Erick Meira de Oliveira

Franz Vogel

Gabriel de Carvalho Gimenez

Gabriela Gomes Prol Otero

Helge Dorstewitz

Helge Wendenburg

Hélinah Cardoso Moreira

Herbert Beywinkler

Hubert Baier

José Luiz Crivelatti de Abreu

Jens Giersdorf

Kai Münnich

Karlgünter Eggersmann

Kátia Goldschmidt Beltrame

Klaus Fricke

Lauro Raphael Acorci Donadell

Luc A. De Baere

Lucas Aparecido Rodrigues

Luiz Gustavo Gallo Vilela

Lutz Hoffmann

Magnus Martins Caldeira

Marcelo de Paula Neves Lelis

Marcelo Foelkel Patrão

Maria Thelen-Jüngling

Markus Bux

Michael Balhar

Michael Ludden

Olga Kasper

Paulo Belli Filho

Roberta da Silva Leone

Rodrigo Miguel Pereira Batalha

Sabine Robra

Sebastian Wanka

Simone Neiva Rodella

Tacio Mauro Pereira de Campos

Theo Schneider

Thomas Schlien

Thomas Turk

Victor Bustani Valente

Vinicius Silva de Macedo

Wilhelm Winkelmann

APRESENTAÇÃO

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

A Política Nacional de Resíduos Sólidos desloca o tema resíduo sólido para outro patamar, extrapolando discussões voltadas exclusivamente para formas de disposição final em aterros. O novo arcabouço legal incorpora a consciência das riquezas e potencialidades possíveis no manejo dos resíduos, ao passo que também nos revela os erros e omissões que se acumularam nos últimos trinta anos.

Ao debatermos o tema “Gestão Sustentável dos Resíduos Sólidos Urbanos” teremos em pauta a extensão do nosso problema e da nossa responsabilidade frente à proteção ambiental. Neste momento, devemos afastar de nossa consciência qualquer ilusão de facilidade, qualquer desejo de soluções mágicas, qualquer tentação de fazer ações espetaculares.

Da mesma forma, devemos afastar o desânimo, o desespero de achar que os problemas não têm solução, que o mercado de resíduos não suportará a implantação da Política Nacional. É hora de sentarmos à mesa. É hora de estudarmos, avaliarmos e compararmos. É hora de questionarmos. É hora de juntos pensarmos em soluções dinâmicas e eficientes, que, com segurança técnica, possam responder aos anseios do mercado, do poder público e, sobretudo da sociedade.

O livro tem como objetivo abrir uma discussão multidisciplinar integrando vários segmentos do mercado a fim de permitir o delineamento de ferramentas para a implementação de uma gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos. Os debates abrangem desde as tecnologias na forma de fermentação, compostagem, secagem, reciclagem e recuperação energética até o fornecimento de informações, a assessoria na introdução de uma gestão sustentável de resíduos e, ainda, a engenharia e conteúdo científico, bem como os aspectos relevantes para implementação dos projetos, tais como tendências e desafios da gestão, entre outros aspectos do mercado.

Esta publicação técnica irá fornecer ainda conhecimento global deste novo mercado e também a construção de uma inter-relação com o setor dos resíduos no âmbito Brasil-Alemanha, estabelecendo um intercâmbio com instituições alemãs ícones em práticas que garantem a proteção climática e a preservação dos recursos naturais, oportunizando assim uma troca permanente de experiências, através da educação profissional e tecnológica.

A publicação é composta de três partes que abordam a gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos na Alemanha e no Brasil e ainda retratam o estado da arte das tecnologias para valorização desses resíduos.

É com imensa alegria que oportunizamos uma publicação que reforçará o modo de discutirmos as melhores práticas na gestão dos resíduos sólidos urbanos, reconhecendo que não

foram medidos esforços para sua realização tanto pelos autores quanto pelo Ministério Federal de Educação e Pesquisa (*Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF*) e pela Agência Alemã de Cooperação Internacional (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH – GIZ*) através do programa PROBIOGÁS (Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético do Biogás no Brasil).

Os rumos que tomamos no presente definem nosso futuro.

*Jundiaí e Braunschweig,
Junho de 2015*

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane. Apresentação. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil**. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246I>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maió – 2017**.

SUMÁRIO

[Veja o sumário paginado no final]

Colaboradores

Apresentação

PARTE II GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

A Realidade dos Municípios Brasileiros

Frente à Nova Política Nacional de Resíduos Sólidos

Especialista em Direito Aguinaldo Leite

Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos:
desafios e oportunidades

Engenheiro Civil Antonio Marius Zuccarelli Bagnati

Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao

Aproveitamento Energético do Biogás no Brasil – PROBIOGÁS

Project Brazil Germany to Promoting Clean Biogas Technologies in Brazil –
PROBIOGÁS

Engenheiro Civil Magnus Martins Caldeira

Engenheiro Civil Marcelo de Paula Neves Lelis

**Tecnologias Sustentáveis para a
Gestão de Resíduos da Agroindústria de Santa Catarina**

Sustainable Technologies for the Agroindustry Waste Management in Santa Catarina

Doutor Engenheiro Professor Mestre Paulo Belli Filho

**Iniciativas de Ensino e Pesquisa em Gestão de Resíduos
em Jundiaí-SP, Brasil**

Initiatives for Education and Research in Waste Management in Jundiaí-SP, Brazil

Doutor André Luiz da Conceição

**Programa Beija-Flor de Tratamento Descentralizado de
Resíduos em Florianópolis-SC, Brasil**

Hummingbird Program of Waste Treatment Decentralized in Florianópolis-SC, Brazil

Engenheiro Civil Antonio Marius Zuccarelli Bagnati

Professor Doutor Psicólogo José Luiz Crivelatti de Abreu

**Resíduos de Construção Civil – Sistema de Gerenciamento
Integrado no Município de Jundiaí-SP, Brasil**

*Civil Construction Waste – Integrated Management System by Jundiaí
Municipality-SP, Brazil*

Especialista em Direito Aguinaldo Leite

Engenheiro Agrícola e Civil Mestre Rodrigo Miguel Pereira Batalha

**Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos em
Cidades de Menor Porte: caso de Votuporanga-SP, Brasil**

*Sustainable Management of Municipal Solid Waste in Smaller Cities: case of
Votuporanga-SP, Brazil*

Geólogo Mestre Luiz Gustavo Gallo Vilela

Bióloga Simone Neiva Rodella

**Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil:
benefícios × problemas**

Composting of Municipal Solid Waste in Brazil: benefits × problems

Engenheira Agrônoma Mestre Kátia Goldschmidt Beltrame

**Capacitação e Pesquisa Fundamental para Desenvolver e
Implementar uma Instalação de Tratamento Mecânico-biológico,
com Estágio de Fermentação Integrada em Jundiaí-SP, Brasil**

*Capacity Building and Fundamental Research to Develop and Implement a Mechanical
Biological Treatment Facility with an Integrated Fermentation Stage in Jundiaí-SP,
Brazil*

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Especialista em Direito Aguinaldo Leite

Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos

Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

Inovative Municipal Solid Waste Characterization

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira
Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos
Especialista em Direito Aguinaldo Leite
Anne-Sophie Fölster
Engenheiro Agrícola e Civil Mestre Rodrigo Miguel Pereira Batalha
Tecnólogo em Meio Ambiente Anderson Luiz de Araújo
Gestor Empresarial Lucas Aparecido Rodrigues
Engenheiro Civil e Especialista em Engenharia Ambiental Marcelo Foelkel Patrão
Administrador e Especialista em Gestão de Negócios Lauro Raphael Acorci Donadell
Tecnóloga Aline Cardoso Domingos
Camila Barbi Campos
Tecnóloga Diana Piffer Gigliotti
Gabriel de Carvalho Gimenez
Tecnóloga Roberta da Silva Leone
Vinicius Silva de Macedo

Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Methodology of Environmental Diagnosis in Large Generators for a Sustainable Management of Solid Waste in Jundiaí Municipality-SP, Brazil

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira
Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos
Especialista em Direito Aguinaldo Leite
Anne-Sophie Fölster
Engenheiro Agrícola e Civil Mestre Rodrigo Miguel Pereira Batalha

Tecnólogo em Meio Ambiente Anderson Luiz de Araújo
Gestor Empresarial Lucas Aparecido Rodrigues
Engenheiro Civil e Especialista em Engenharia Ambiental Marcelo Foelkel Patrão
Administrador e Especialista em Gestão de Negócios Lauro Raphael Acorci Donadell
Tecnóloga Aline Cardoso Domingos
Camila Barbi Campos
Tecnóloga Diana Piffer Gigliotti
Gabriel de Carvalho Gimenez
Tecnóloga Roberta da Silva Leone
Vinicius Silva de Macedo

Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil: panorama, desafios e perspectivas

Solid Waste Management in Brazil: overview, challenges and perspectives

Advogado Carlos RV Silva Filho
Geógrafa e Mestre em Ciências Gabriela Gomes Prol Otero

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos no Funcionamento do Sistema Econômico

The National Solid Waste Policy Law for the Economic System

Professor Doutor Eduardo Tomasevicius Filho

Os Desafios da Educação Ambiental Formal em Matéria de Tratamento de Resíduos Sólidos no Brasil

*The Challenges for a Formal Environmental Education about
Solid Waste Treatment in Brazil*

Pedagoga Christine Pereira-Glodek
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira
Professor Doutor Eduardo Tomasevicius Filho

Proteção Climática através de uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos

Climate Protection through Sustainable Waste Management

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Doutor Jens Giersdorf

Mestre em Geografia Olga Kasper

Projeto i-NoPa – Capacitação e pesquisa fundamental, a fim de gerar metodologia de análise para o desenvolvimento de projeto para uma instalação de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) com fermentação integrada na cidade de Jundiaí-SP

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Especialista em Direito Aguinaldo Leite

Consulte, também, as Partes I e III:

PARTE I

GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA ALEMANHA

A Alemanha como Protagonista do Desenvolvimento Socioambiental em Gestão de Resíduos

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

A Eficiência dos Recursos e Gestão da Reciclagem: implementação na Alemanha

Resource Efficiency and Recycling Management: implementation in Germany

Doutor Helge Wendenburg

**Eficiência Energética da Reciclagem de Materiais e da
Recuperação Energética de Frações Seleccionadas dos Resíduos**

Energy Efficiency of Material Recycling and Energy Recovery of Selected Waste Fractions

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Gestão Internacional de Resíduos: desafios, medidas e possibilidades

International Waste Management: challenges, measures and chances

Doutor Andreas Jaron

**CReED – Centro para Pesquisa, Educação e
Demonstração em Gerenciamento de Resíduos**

CReED – Centre for Research, Education and Demonstration in Waste Management

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke
Dipl.-Engenheiro Nuclear Burkart Schulte
Dipl.-Germanística Lutz Hoffmann
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Formação Profissional e Continuada:

instrumento fundamental para uma gestão sustentável dos resíduos

Continuously Capacity Building: a fundamental instrument for a sustainable waste management

Dipl.-Germanística Lutz Hoffmann

**Estado da Arte e Potencial de Desenvolvimento do
Tratamento Mecânico-Biológico na Alemanha**

State of the Art and Development Potential of Mechanical and Biological Treatment in Germany

Engenheiro Civil Michael Balhar

**Tratamento de Emissões Gasosas Provenientes de
Plantas de Tratamento Mecânico-Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos**

Treatment of Gaseous Emissions from Mechanical-Biological Treatment of Municipal Solid Waste

Doutor Engenheiro Civil e Químico Ambiental Carsten Cuhls

**Lições Aprendidas Sobre Como Proceder com a Digestão Anaeróbia e
Outras Plantas de Tratamento de Resíduos**

Lessons Learned on the Way to Realize Anaerobic Digestion Plants and Other Waste Treatment Plants

Engenheiro Civil Theo Schneider
Engenheiro Civil Herbert Beywinkler

Experiências Comprovadas com Combustíveis Alternativos em Fornos de Cimento

Proven Experiences with Alternative Fuels in Cement Kilns

Doutor Hubert Baier

Gestão de Qualidade: certificação de produtos para o emprego sustentável do composto orgânico

Quality Assurance: product certification for sustainable application of compost

Doutor Bertram Kehres

Engenheira Agrônoma Maria Thelen-Jüngling

A Biodigestão de Resíduos Sólidos na Alemanha

The Biodigestion of Solid Waste in Germany

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Engenheiro Civil Christof Heußner

Engenheiro Mecânico Axel Hüttner

Engenheiro Mecânico Thomas Turk

Valorização de Resíduos Sólidos Urbanos: conceito, experiências operacionais e otimização

Recovery of Municipal Solid Waste: concept, operational experience and optimization

Doutora Geóloga Beate Vielhaber

Exploração e Beneficiamento do Biogás Obtido na Planta de Fermentação da Cidade de Berlim

Exploitation and Beneficiation of Biogas Derived from Fermentation Plant of the City of Berlin

Engenheiro Mecânico Wilhelm Winkelmann

Doutor Engenheiro de Minas Alexander Gosten

Aproveitamento Energético do Biogás

Biogas for Energy Production

Doutora Engenheira Agrônoma Sabine Robra

Tecnologias de Purificação de Biogás

Technologies for Clean up the Biogas

Engenheiro Civil Helge Dorstewitz

Engenheiro Mecânico Axel Hüttner

Aproveitamento Energético de Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto: *status quo* na Alemanha e no Brasil

Energetic Use of Biogas in Wastewater treatment Plants: status quo in Germany and Brazil

Engenheira Ambiental Hélinah Cardoso Moreira
Engenheiro Victor Bustani Valente

Comportamento dos Aterros quando da Disposição de Resíduos do Tratamento Mecânico-Biológico

Landfill Behaviour when Disposal of Residues from Mechanical Biological Treatment

Doutor Engenheiro Civil Kai Münnich
Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Mineração dos Resíduos Sólidos Urbanos de Aterros Sanitários: redução das massas a serem depositadas, através do tratamento de frações finas

Mining of Municipal Solid Waste Landfills: reduction of masses to be landfilled by treatment of the fine fraction

Doutor Engenheiro Civil Kai Münnich
Administrador e Engenheiro Ambiental Anton Zeiner
Engenheiro Civil e Ambiental Sebastian Wanka
Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

PARTE III

TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

Tecnologias Ambientais: ferramentas para a valorização de resíduos sólidos urbanos

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

FINEP e seu Papel na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

FINEP and its Role in Urban Solid Waste Management in Brazil

Engenheiro de Petróleo Erick Meira de Oliveira
Engenheiro Civil e Ambiental Diego de Carvalho Frade

Otimização de Sistemas de Tratamento de Resíduos através de Conceitos Modulares

Optimization of Waste Treatment Systems through Modular Concepts

Engenheiro Civil Karlgünter Eggersmann

A Tecnologia DRANCO

The DRANCO Technology

Engenheiro Bruno Mattheuws
Engenheiro Luc A. De Baere

Biodigestão – Tecnologia Kompogas

Biodigestion – Kompogas Technology

Engenheiro Carlo Vendrix

Tratamento Biológico Aerado em Leiras Envelopadas com o Sistema GORE® Cover

Aerated Biological Treatment with Closure Windrows under GORE® Cover System

CEO Thomas Schlien
CEO Franz Vogel

Resíduos Sólidos Urbanos com Aproveitamento de Recicláveis em uma Planta de Tratamento Mecânico-Biológico

Municipal Solid Waste with Recycling Recovery at one Mechanical and Biological Plant

Químico Michael Ludden

Secagem do Lodo do Esgoto Comum e Industrial em Plantas de Tratamento de Águas Residuais: uma forma sustentável de administração do lodo

Drying of Sewage Sludge from Communal and Industrial Waste Water Treatment Plants: A sustainable way of sludge management

PhD. Doutor Markus Bux

Análise de Risco: combustão em plantas de tratamento mecânico-biológico e em áreas de armazenagem e disposição final de resíduos

Risk Analysis: combustion in mechanical-biological plants and storage and final disposal areas of waste

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Este e-book será constantemente atualizado, verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015.**

Versão Atualizada: **Maior – 2017.**

Parte II

GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

A Realidade dos Municípios Brasileiros Frente à Nova Política Nacional de Resíduos Sólidos

Especialista em Direito Aguinaldo Leite

Depois de um longo percurso burocrático de cerca de quase vinte anos, finalmente torna-se um marco legal a [Lei nº 12.305/2010](#) também conhecida como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, com princípios e marcos importantes para fazer com que tenhamos no Brasil uma disposição correta dos resíduos gerados no País bem como trazendo todos os atores públicos, Governo Federal, Governos Estaduais e Municipais para estarem ao lado de Fabricantes, Comerciantes e Importadores, mas sobretudo com a presença do cidadão consumidor; que passam todos a ter um papel fundamental para a melhora do meio ambiente.

Uma Lei que traz consigo, conceitos inovadores até então para uma realidade brasileira, onde o conceito de Resíduo em substituição ao conceito de Lixo, pode até parecer uma simples substituição de palavras, mas no fundo significa inverter valores e o que antes era encarado apenas como o fim do processo produtivo, comercial e/ou de consumo se torna hoje o início de uma nova cadeia produtiva; e, se não uma nova cadeia, no mínimo teremos um novo produto ou mesmo matéria-prima para novos produtos.

Desta forma, o que antes não tinha valor comercial, industrial e muitas vezes social, com a nova Lei os atores envolvidos com o nascimento de um produto, estarão envolvidos e comprometidos com o destino e disposição final desse produto, portanto não serão somente os Municípios que terão a responsabilidade de destinar e investir nesse cuidado com os resíduos, agora os atores passarão a ter esta responsabilidade de forma compartilhada e principalmente com investimentos para o tratamento e aproveitamento em todas as formas possíveis dos resíduos, onde somente a parte que não tiver condições técnicas ou financeiras poderão ser depositadas em aterros sanitários, após terem passado por tratamentos que diminuam o impacto ambiental.

Mas diante de uma complexidade legal – ou seja, não faltam no Brasil boas leis, o que falta no Brasil é o cumprimento dessas leis –, temos ainda, infelizmente, por parte, ainda que pequena, de uma parcela desses atores que pensam que a [Lei nº 12.305/2010](#) será uma lei que “não vai pegar”, e posso garantir que estas pessoas estão enganadas, pois a nova Política daqui algum tempo extrapolará os limites legais e terá efeitos culturais em nosso país. Pois, assim que as pessoas ao consumir, começarem a se preocupar se aquele produto terá uma destinação correta, se o seu fabricante tem compromisso de ajudar a tratar esse resíduo, nesse momento começa uma força e um movimento social onde todos os atores não mais se preocuparão com a Lei e sim com a consequência econômica que isso pode trazer para todos. Empresas não vão querer perder clientes; governos não vão querer perder receitas tributárias; o comércio não irá querer perder vendas e os

consumidores serão os maiores fiscais dessa Política, naturalmente começará um esforço mútuo para se encontrar soluções para este problema.

Contudo, hoje no Brasil os municípios – com raras exceções – não estão preparados, pessoal, econômica e tecnicamente para encarar esse desafio! Principalmente os municípios pequenos – aqueles que têm até cem mil habitantes que representam cerca de oitenta por cento dos municípios brasileiros – que em boa parte sobrevivem da ajuda e transferência de recursos do Governo Federal e Estadual através do Fundo de Participação dos Municípios, além dos recursos obrigatórios para a Saúde e Educação.

Se não tivermos um pacto Nacional para resolver de forma conjunta esse problema, somente os municípios arcarão com os custos e investimentos, aí sim... podemos ter a prevalência daqueles que pensam que a Lei não terá efeito. Esses pequenos municípios muitas vezes não têm sequer recursos humanos para elaborar projetos e planos de manejo para terem acessos a linhas de créditos e financiamentos ou, até mesmo, para a transferência de recursos através dos Governos Federal e Estadual.

A Política Nacional deve prioritariamente fortalecer os Municípios brasileiros e não permitir que os municípios implantem políticas de acordo com sua capacidade financeira. Não podemos ter a exemplo do que aconteceu com a questão tributária em nosso país, onde como forma de atrair indústrias ocorreu uma verdadeira guerra fiscal. Não podemos ter uma guerra de resíduos, onde os municípios que implantem o que estabelece a Política Nacional sejam alvos da ‘fuga’ de indústrias, que não queiram cumprir a legislação, ou que simplesmente essas indústrias se transfiram para um Município que tenha uma fiscalização mais branda ou que até mesmo feche os olhos para esse desafio; ainda que com a justificativa de que o Município não tem recursos humanos e/ou financeiros para fiscalizar e tratar seus resíduos.

A nova Política firmou alternativas e prazos para que as indústrias, dentro de seus respectivos setores, apresentem propostas ao Governo Federal para que possamos ter os chamados acordos setoriais para implantação da Logística Reversa, através do comitê ‘Orientador para a Implantação da Logística Reversa’, instituído em 2011, tendo sido também criados Grupos de Trabalhos através do ‘Comitê Interministerial para Acompanhamento da Política Nacional’^[1], que deverá pensar entre outras coisas sobre um sistema nacional para monitorar e acompanhar como um grande banco de dados nacional, e ainda promover a recuperação energética dos resíduos,

^[1] Coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e composto pelos:

- Ministério das Cidades;
 - Ministério da Fazenda;
 - Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome;
 - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão;
 - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior da Agricultura;
 - Ministério da Saúde;
 - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento;
 - Ministério da Ciência e Tecnologia; além da
 - Casa Civil e da Secretaria de Relações Institucionais da Presidência da República.
-

fomentar linhas de financiamento e crédito tributário para produtos recicláveis e reutilizáveis, determinar práticas de gerenciamento de resíduos perigosos e descontaminação de áreas, e ainda instituir a educação ambiental.

Importante nesse momento é que cada um dos atores envolvidos no assunto, tenha não apenas condição de encarar a nova política de forma a implementá-la em sua plenitude, mas, principalmente, garantindo o apoio integral aos municípios para que tenham condições de fiscalizar, estruturar seus quadros de pessoal treinado, recursos financeiros, elaboração de seus planos municipais como ferramentas de amparo às políticas municipais.

Sobretudo, para que seja possível executar, com regras e pactos sociais com todos os envolvidos a nível municipal – seus cidadãos, suas indústrias, seus comércios –, especialmente, que essa política saia do texto frio de uma lei e passe a fazer parte da cultura e do hábito de cada cidadão brasileiro, seja num pequeno município ou em uma grande metrópole. O importante é iniciarmos uma transformação em nossas relações de consumo e, principalmente, em nosso comportamento como seres que estamos usando por empréstimo esse planeta de direito das gerações futuras.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

LEITE, Aguinaldo. A Realidade dos Municípios Brasileiros Frente à Nova Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015.**

Versão Atualizada: **Maior – 2017.**

Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos: desafios e oportunidades

Engenheiro Civil Antonio Marius Zuccarelli Bagnati

Se foi possível iniciar a coleta seletiva dos resíduos em Florianópolis em 1986 e constatamos que passados vinte e oito anos, somente uma fração correspondente a 6,5% é recuperado dos resíduos que produzimos, a pergunta óbvia é: onde é que erramos? Ela se parece muito com a indagação que se fazem muitos pais, ao verem seus filhos, já crescidos, trilhando um caminho condenado pela sociedade. A comparação, infelizmente, é pertinente e a resposta para ambos os casos não é assim tão simples.

Se levarmos em conta que as experiências brasileiras em coleta seletiva são contemporâneas das implantadas na Alemanha (1983) e de que naquele país está prevista a universalização da coleta de orgânicos para 2015, enquanto no Brasil, mais de dois mil e novecentos municípios ainda possuem lixões, o questionamento toma aspectos de constrangimento nacional.

Alguns fatores concorreram para esta disparidade. Em primeiro lugar no Brasil a alternância de poder, principalmente em nível municipal, tem sido acompanhada do abandono de projetos, denotando o personalismo na administração pública, a falta de políticas públicas perenes e o desperdício de recursos públicos. Por outro lado, nossa legislação relativa aos resíduos adormeceu por vinte anos nos escaninhos da burocracia do Congresso, enquanto, na Alemanha, o meio acadêmico e o empresarial se uniram para buscar soluções para este grave problema ambiental. Estes dois fatores, agravados pela concentração de recursos em nível Federal, têm sido um grande entrave para as administrações municipais.

O resultado é que hoje temos uma defasagem imensa a ser recuperada. A boa notícia, é que podemos encurtar o caminho, aproveitando o que foi aprendido pela sociedade alemã nestas últimas décadas e evitando cometer erros, que são inerentes às mudanças.

Os Congressos realizados em Jundiaí-SP e Florianópolis-SC, as visitas técnicas às plantas de processamento da Alemanha e o apoio que temos recebido da Universidade Técnica de Braunschweig – TUBS e do CReED – Center for Research, Education and Demonstration in Waste Management, assim como as iniciativas da Câmara de Comércio Brasil – Alemanha e da GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, aproximando empresários e agentes governamentais brasileiros e alemães, têm contribuído para a troca de informações e para o encurtamento da distância entre a situação que temos e o que esperamos em relação ao tratamento dos resíduos sólidos no Brasil.

O cenário atual é composto pelas imposições legais da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que nos colocaram prazos curtos e metas elevadas de desvio de resíduos dos aterros sanitários. Sabemos, entretanto, que a situação financeira das Prefeituras no Brasil é, por vezes,

lastimável, e a dificuldade que encontram na busca de recursos junto aos órgãos do Governo Federal. Como técnicos e administradores públicos nos entusiasmos com o refinamento alcançado pela indústria alemã nas soluções para o destino adequado dos resíduos sólidos urbanos, e desejamos poder implantá-las em nossas cidades. Porém, se às soluções tecnológicas são inerentes os custos elevados, e a capacidade de investimento das Prefeituras são reduzidas, o que fazer? Algumas Prefeituras têm optado pela celebração de PPPs – Parcerias Público Privadas, como forma de atender às demandas existentes, beneficiando a sociedade em diferentes áreas de sua competência.

Este livro traz uma coletânea do conhecimento que foi dividido durante a realização do 1º e do 2º Congresso Técnico Brasil – Alemanha sobre Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos, realizados, respectivamente, nas cidades de Jundiaí-SP e Florianópolis-SC; e, é fruto da dedicação e do entusiasmo do Prof. Dr. Eng. Klaus Fricke. É, portanto, um grande presente que deve embasar nossas reflexões e servirá de referência para a tomada de decisão, já que em um futuro próximo deveremos ter soluções para a reciclagem e compostagem dos resíduos orgânicos, com possibilidades de geração de biogás e CDR – Combustíveis Derivados de Resíduos, principalmente pelo interesse manifesto da indústria cimenteira nacional, que vê nos resíduos sólidos urbanos uma alternativa ambiental e economicamente viável aos combustíveis fósseis.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

BAGNATI, Antonio Marius Zuccarelli. Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos: desafios e oportunidades. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Mai – 2017**.

Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético do Biogás no Brasil – PROBIOGÁS

*Project Brazil Germany to Promoting Clean Biogas Technologies in
Brazil – PROBIOGÁS*

Engenheiro Civil Magnus Martins Caldeira

Engenheiro Civil Marcelo de Paula Neves Lelis

RESUMO

PROBIOGÁS é um projeto inovador, coordenado pelo Ministério das Cidades e pela GIZ, que engloba uma rede de parcerias nas esferas governamental, acadêmica e empresarial. Para atingir o objetivo de aumentar o aproveitamento energético de biogás no Brasil, o PROBIOGÁS tem as seguintes linhas de ação: informações de base e condições quadro; desenvolvimento de capacidades; parcerias acadêmicas e empresariais; boas práticas e projetos de referência. Como resultado das ações do projeto, o PROBIOGÁS visa fomentar no Brasil o uso energético do biogás e apoiar a criação das bases para um mercado vigoroso no país com tecnologias nacionais estabelecidas.

Palavras-chave: Uso energético de biogás. Saneamento. PROBIOGÁS.

ABSTRACT

PROBIOGÁS is a innovative Project, coordinated by the Brazilian Ministry of Cities and by GIZ, encompasses a network of partnerships in the governmental, academic and business spheres. To achieve the objective of increasing the energetic use of biogas in Brazil, PROBIOGÁS has the following action schedule: framework conditions; capacity development; academic and business partnerships; good practices and reference projects. As results of the project's actions, PROBIOGÁS aims to turn Brazil into a reference in the energetic use of biogas and to support the creation of a basis for a vigorous market in the country with established national technologies.

Keywords: Energetic use of biogas. Sanitation. PROBIOGÁS.

1 INTRODUÇÃO

O Ministério das Cidades, por meio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA/MCIDADES, está articulado com o Governo Alemão, no âmbito da Agência Alemã de Cooperação Internacional – GIZ, conduzindo em parceria um Projeto de Cooperação Técnica

tendo como foco o aproveitamento energético de biogás no Brasil, denominado Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético de Biogás no Brasil – PROBIOGÁS.

A ampliação do aproveitamento energético do biogás no Brasil, objetivo central do PROBIOGÁS, abrange o estudo, o desenvolvimento e a divulgação de ações diretamente relacionadas ao setor de saneamento básico e a iniciativas na área agropecuária e industrial. O PROBIOGÁS foca em duas áreas temáticas – tratamento de efluentes e tratamento de resíduos sólidos.

As principais linhas de atuação do projeto são:

- Informações de Base e Condições Quadro: Disseminação de informações sobre o programa e o aproveitamento energético de biogás e melhoria das condições quadro sobre o assunto;
- Capacitação: Capacitação de instituições estratégicas nos setores de energia e saneamento;
- Parcerias acadêmicas e empresariais: Facilitação na formação de parcerias acadêmicas e empresariais com vistas à formação de uma rede de competência Brasil-Alemanha;
- Boas Práticas e Projetos de Referência: Apoio a projetos em desenvolvimento para que se tornem referência no mercado.

2 PARCERIAS

Em função do aproveitamento energético do biogás se tratar de um tema transversal no âmbito do Governo Federal foi constituído, no âmbito do PROBIOGÁS, um Comitê Gestor, com o objetivo de contribuir nas estratégias de implementação do projeto e de internalização dos resultados nos Ministérios participantes.

O Comitê Gestor do PROBIOGÁS possui a seguinte composição:

- Ministério das Cidades – MCidades;
- Agência Alemã de Cooperação Internacional – GIZ;
- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI;
- Ministério do Meio Ambiente – MMA;
- Ministério de Minas e Energia – MME;
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA;
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC.

Em relação ao setor de saneamento, destaca-se o interesse e a participação de prestadores municipais, estaduais e privados de serviços públicos de saneamento nas ações e atividades promovidas pelo PROBIOGÁS. Estes prestadores se integraram às ações conduzidas pelo projeto por meio da disponibilização de instalações e envolvimento de seus profissionais nas mais diversas

atividades já realizadas e naquelas que estão em curso. Estas parcerias promovem a expectativa de apropriação de benefícios ambientais pelo setor, em função de ser o biogás uma fonte de energia renovável e seu aproveitamento possibilitar a redução na emissão de gases de efeito estufa. Além disso, espera-se também a apropriação de ganhos gerenciais, a partir da melhoria operacional nas ETEs e nos aterros sanitários, como resultado de ações de capacitação, treinamento e da internalização das novas tecnologias pertinentes ao aproveitamento energético do biogás.

3 FORMA DE ATUAÇÃO

As ações do projeto abrangem um amplo leque de abordagens, atuando em várias frentes relacionadas à geração, tratamento e utilização do biogás no Brasil. Neste sentido destacam-se: elaboração de estudos, pesquisas, guias, manuais e relatórios técnicos; atividades de capacitação e treinamento de profissionais de diversos níveis de atuação; promoção de encontros e discussões entre atores relevantes; realização de visitas técnicas em plantas de biogás; fomento à elaboração de normativas, atos regulatórios e legislação específica.

O PROBIOGÁS tem promovido o encontro e o debate entre os diversos tipos de atores relacionados à temática do biogás (não só do Brasil, mas também da Alemanha) dentre os quais destacam-se: universidades / instituições de ensino e pesquisa; órgãos dos três níveis de governo; empresários / empreendedores; associações setoriais. Entre os ramos estratégicos abrangidos pelas ações do projeto têm-se, além do saneamento, os setores energético, agropecuário e da indústria alimentícia.

4 JUSTIFICATIVA

A principal justificativa para a realização desse projeto reside na expectativa de transferência de conhecimento e da experiência alemã sobre o aproveitamento do biogás gerado a partir do tratamento de efluentes e de resíduos, cuja expertise é reconhecida. Destaca-se, ainda, o relevante papel dessa cooperação como indutora do desenvolvimento de tecnologias nacionais sobre o aproveitamento do biogás, além de se vislumbrar um retorno positivo para o setor de saneamento no Brasil, em função de se potencializar a viabilidade técnica e econômica das plantas e instalações de tratamento de esgotos e de resíduos, a partir da geração de energia proveniente dos processos de biodegradação da fração orgânica.

Cabe ressaltar que as linhas de atuação do PROBIOGÁS são aderentes, convergentes e coerentes com os normativos legais que regulamentam o setor saneamento no Brasil. Destaca-se, nesse sentido, o alinhamento da iniciativa proposta com a [Lei nº 11.445/2007](#), que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. A referida Lei define, em seu [artigo 49](#), que um dos objetivos da Política Federal de Saneamento Básico é fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico, a adoção de tecnologias apropriadas e a difusão dos conhecimentos gerados de interesse para o saneamento básico.

Da mesma forma, a [Lei nº 12.305/2010](#), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, confere novos desafios à gestão dos resíduos sólidos, estabelecendo, por exemplo, a

restrição de encaminhar para os aterros sanitários apenas os rejeitos. Tal restrição torna indispensável a busca por novas alternativas de tratamento que garantam um melhor aproveitamento dos resíduos, sobretudo aqueles de natureza orgânica, e que considerem os aspectos técnico, social, econômico e ambiental.

É importante frisar, ainda, com relação ao tratamento de esgotos sanitários, que a implementação do Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB e os investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC resultarão na ampliação do número de estações de tratamento de efluentes (ETEs) a serem implantadas, face ao déficit apresentado nesse setor. Tal situação contribuirá para elevar o potencial e a viabilidade econômica do aproveitamento energético do biogás gerado nesses sistemas. Entretanto, há a necessidade de uma maior divulgação desse potencial, bem como da disseminação de tecnologia e capacitação de profissionais, lacunas que se pretende preencher com a execução das ações previstas para o PROBIOGÁS.

5 PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO PROBIOGÁS

Campanha de Medição em Reatores tipo UASB de 10 ETEs: tem como objetivo conhecer o real potencial de produção de biogás em reatores UASB, visando disponibilizar subsídios técnicos para cálculo de viabilidade econômica das plantas o mais próximo da realidade. Atualmente existe fragilidade na análise da viabilidade deste tipo de empreendimento, pois os cálculos da produção de biogás nestes reatores se pautam quase que exclusivamente em dados da literatura, que por sua vez se baseiam em cálculos estequiométricos ou que tem pouca representatividade em escala real no contexto brasileiro. Esta atividade envolve um grupo de consultores técnicos e uma universidade federal brasileira, que apoiam os prestadores de serviços de saneamento, que por sua vez disponibilizaram suas estações de tratamento de esgoto (e equipe técnica) para a instalação dos equipamentos alemães de medição e telemetria para a coleta, o envio e a análise das variáveis a serem monitoradas.

Guia Técnico de Aproveitamento de Biogás em ETEs: tem como objetivo fornecer recomendações para a concepção e o projeto de instalações de biogás em ETEs, visando sanar uma lacuna de orientação técnica no Brasil, pois no país não existe norma editada nem manual específico que trate diretamente deste assunto. Este guia está sendo elaborado por um Grupo de Trabalho formado por um leque bem representativo de especialistas (acadêmicos, consultores e operadores), a partir da discussão coletiva sobre as recomendações contidas em normas alemãs selecionadas e traduzidas para o idioma português. Posteriormente serão construídos os capítulos técnicos que irão compor a publicação a ser disponibilizada.

Estudo de Barreiras e Modelos de Negócios de Biogás no Brasil: tem como objetivo identificar as principais barreiras (tecnológicas, econômicas, legais, de conhecimento etc.) ao desenvolvimento do uso do biogás no país, visando apresentar propostas de soluções para sua superação. Além disso, serão explicitadas e sistematizadas informações sobre os principais modelos de negócios que foram identificados (em operação ou em etapa de projeto) ou então que são preconizados para o Brasil. Este trabalho está sendo realizado a partir de dados obtidos em dezenas de entrevistas

semiestruturadas, feitas com empreendedores e atores afins, e conduzidas por equipe de consultores qualificados, acompanhados diretamente pela equipe do projeto.

Formação de Multiplicadores para o Nível Técnico e Operacional em ETEs: tem como objetivo capacitar agentes multiplicadores brasileiros (de instituições de ensino e pesquisa e de prestadores de serviços de saneamento básico), visando a disseminação do conhecimento para profissionais de nível técnico-operacional, que atuem no tratamento do esgoto sanitário e de efluentes industriais. O treinamento é composto por diversos módulos, destacando-se um curso teórico-prático realizado em instalações alemãs, e as posteriores fases de acompanhamento pedagógico dos treinandos e de assessoria para a elaboração dos projetos de multiplicação a serem implementados. As atividades são apoiadas pela instituição alemã DWA, de elevada experiência no tema, a partir de uma formatação do conteúdo definido em conjunto com a equipe do projeto e com representantes de diversas instituições brasileiras de ensino técnico e profissionalizante.

Curso de Viabilidade Técnico-Econômica para Plantas de Biogás no Setor de Resíduos Sólidos Urbanos: realizado em parceria com a Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo – FESPSP e com o Institute for Biogas, Waste Management & Energy, o curso objetiva preparar profissionais brasileiros, que atuam na gestão de resíduos sólidos urbanos, para analisar a viabilidade de futuras iniciativas nacionais de metanização da fração orgânica. O conteúdo do curso é bem abrangente, tratando desde a parte básica e conceitual da geração do biogás, passando pela parte aplicada da produção de energias (elétrica e automotiva) e chegando até a análise de estudos de casos que contemplam a realidade brasileira em suas variáveis técnicas, cálculos de viabilidade e processos de tomada de decisão.

Cursos Introdutórios e Específicos: o projeto promoveu a realização de cursos introdutórios sobre produção e aproveitamento do biogás para servidores de diversos órgãos federais (Municipalidades, MMA, MCTI, FINEP) visando o nivelamento do conhecimento e a divulgação das informações básicas para estes agentes públicos. Cursos específicos também foram realizados, de forma a atender a demanda de algumas instituições, como a CETESB (no tema do licenciamento de plantas) e a ANP (no tema da regulamentação do biometano). As capacitações foram ministradas por instrutores alemães e brasileiros, com expertise nos respectivos temas, que também elaboraram o material didático, o qual foi previamente apreciado pela equipe do PROBIOGÁS, a partir dos objetivos almejados.

Participação em Eventos do Setor: o projeto apoiou e realizou discussões técnicas sobre os tópicos pertinentes ao aproveitamento do biogás, estando representado em vários eventos nacionais de grande porte do setor, destacando-se os seguintes:

- Mesa Redonda no 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental da ABES em Goiânia-GO;
- Painel Técnico na 44ª Assembleia da ASSEMAE em Uberlândia-MG;
- Painel Técnico no 11º Seminário Nacional de Resíduos Sólidos da ABES em Brasília-DF;

- Congressos Técnicos em Jundiaí-SP e Florianópolis-SC;
- Fórum Brasil – Alemanha de Biogás em São Paulo-SP.

O objetivo dessa presença institucional nos eventos vai além da discussão técnica em si e a disseminação do conhecimento, pois se buscou contribuir para a promoção da integração entre os diversos atores que militam no tema, aproximando os profissionais, e também dando maior visibilidade ao aproveitamento energético do biogás. Pretende-se com essa iniciativa permear e sensibilizar o meio técnico brasileiro para essa forma de obtenção de energia renovável, bem como contribuir para a resolução de passivos ambientais.

Projetos de Referência, Boas Práticas e Produtos Associados: os projetos de referência nacionais podem ser definidos, no âmbito do PROBIOGÁS, como aqueles que, em escala comercial, conseguiram incorporar boas práticas tecnológicas e de gestão. Isso, por sua vez, se reverte em projetos bem qualificados para servirem de exemplo a outras iniciativas de natureza similar. O objetivo principal desta atividade consiste em se extrair, destes projetos com potencial multiplicador, aqueles elementos de dificuldade que foram superados com êxito, de forma a sistematizar o conhecimento e dar publicidade sobre os melhores procedimentos metodológicos a serem empregados, visando o sucesso operacional e comercial das plantas de biogás no Brasil. O resultado desta ação se traduz em um conjunto de produtos elaborados por consultores especialistas, apoiados pela equipe do projeto, que versarão sobre tópicos diversos (ICMS, Licenciamento, Financiamento, Viabilidade, Licitação etc.) pertinentes à cadeia do biogás e às suas demandas específicas de orientações, à luz da realidade brasileira.

Informações e produtos gerados pelo PROBIOGÁS estão disponibilizados no endereço eletrônico <www.cidades.gov.br/probiogas>.

6 CONCLUSÕES

As instituições cooperantes que conduzem o projeto, Ministério das Cidades e GIZ, possuem a relevante expectativa de que o PROBIOGÁS realmente consiga contribuir para colocar o tema do *aproveitamento energético do biogás* na pauta de discussões e deliberações do Governo Federal, de modo a fazer com que esta fonte renovável de energia seja trabalhada em toda sua potencialidade dentro da realidade brasileira, contribuindo assim para uma maior diversificação da matriz energética nacional.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs [6.766, de 19 de dezembro de 1979](#), [8.036, de 11 de maio de 1990](#), [8.666, de 21 de junho de 1993](#), [8.987, de 13 de fevereiro de 1995](#); revoga a [Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978](#); e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 31 maio 2014.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 31 maio 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético de Biogás no Brasil – PROBIOGÁS**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/index.php/probiogas>>. Acesso em: 31 maio 2014.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

CALDEIRA, Magnus Martins; LELIS, Engenheiro Civil Marcelo de Paula Neves. Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético do Biogás no Brasil – PROBIOGÁS. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://grrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maior – 2017**.

Tecnologias Sustentáveis para a Gestão de Resíduos da Agroindústria de Santa Catarina

Sustainable Technologies for the Agroindustry Waste Management in Santa Catarina

Doutor Engenheiro Professor Mestre Paulo Belli Filho

RESUMO

Os resíduos provenientes da agroindústria catarinense podem ser tratados através de tecnologias regionalizadas, com diferentes ações de prevenção e mitigação ambiental. Para o consumo de água e produção de dejetos de suínos o uso adequado de bebedouros implica na redução e facilidade do manejo dos dejetos. No uso de digestores anaeróbios de baixa taxa de carregamento volumétrico se consegue ter eficiência média anual significativa, devido às condições climáticas favoráveis. No entanto é promissora a aplicação de digestores com controle de temperatura e homogeneização para aumentar a eficiência desta tecnologia. O uso de lagoas com lemnas se apresenta como uma alternativa sustentável de pós-tratamento e reuso de efluentes líquidos. No processamento industrial e na fase de criação animal os biofiltros com turfa são eficientes na redução dos odores.

Palavras-chave: Agroindústria. Consumo de Água. Produção de dejetos. Biodigestor. Biofiltro.

ABSTRACT

The agroindustry wastes generated in Santa Catarina can be treated through regionalized technologies considering different prevention and environmental mitigation actions. In relation to water consumption and manure production in pig sector, the use of proper drinkers implies the reduction of the volume produced and their consequent daily management. Due to favorable climatic conditions, it is possible to obtain a significant annual efficiency treatment when it is considered the use of anaerobic digesters prepared for low volumetric loading rate. However, currently, it is promising the application of controlled digesters, temperature and homogenization, to increase the efficiency of this technology. The use of lagoons with lemna presents itself as a sustainable alternative to the post treatment and reuse of wastewater. In the livestock production and industrial processes the biofilters are effective in the odors reduction.

Keywords: Agroindustry. Water Consumption. Animal Manure Production. Digester. Biofilter.

1 INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária no Estado de Santa Catarina é uma das mais dinâmicas no Brasil. No entanto precisa se adequar para sustentabilidade de seus processos, haja vista a presença da poluição ambiental desta atividade em muitas regiões onde ela está presente.

Tem-se riscos ambientais para a água, ar e solo e em algumas regiões com incômodos psicofísicos sobre comunidades, tais como maus odores e a perda da estética local. No entanto percebe-se uma evolução para a construção do desenvolvimento sustentável, para superar desafios, adotando boas práticas, metodologias de tratamento e valorização de seus resíduos. Este setor tem procurado seguir e se integrar nas orientações da Lei nº 9.433/1997, que trata da Política Nacional de Recursos Hídricos e se adequar nas determinações da Resolução do CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, emitida através do Conselho Nacional de Meio Ambiente.

Desta forma, apresenta-se um conjunto de metodologias e tecnologias que são aplicadas ou estão na perspectiva de se consolidarem para a gestão de resíduos e despejos da cadeia de produção animal em Santa Catarina.

Algumas regiões no Estado possuem experiências de empoderamento de tecnologias para sustentabilidade de suas bacias hidrográficas. Destaca-se o projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água que é conduzido entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Este projeto tem o objetivo de disseminar tecnologias resultantes de pesquisas e de experiências positivas destas instituições para o setor agropecuário.

2 USO EFICIENTE DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS E DE SEUS DEJETOS

Estudos realizados em conjunto com a Universidade Federal de Santa Catarina, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, a Associação das Indústrias de Carnes e Derivados de Santa Catarina/Sindicato da Indústria de Carnes de Santa Catarina (AINCADESC/SINDICARNE-SC), mostraram a redução de consumo de água na produção de suínos (TAVARES *et al.*, 2013). Foram observadas quinze instalações com diferentes bebedouros comerciais com o objetivo de se definir critérios de projeto e controle de alimentação animal.

Figura 1 – Equipamentos avaliados para consumo de água na produção de suínos: a) chupeta bite-ball; b) chupeta convencional; e, c) taça/concha horizontal



Fonte: Figuras (A) e (B) Tavares (2012, p. 72) Figura (C) Líder (201-?).

A Figura 1 mostra os modelos de bebedouros utilizados e a Tabela 1 apresenta os valores de consumo de água obtidos com a adoção destes equipamentos. O uso dos modelos proporciona redução significativa de consumo de água, pois os sistemas clássicos e os projetos convencionais utilizam valores superiores a 10 L animal⁻¹. d⁻¹.

Tabela 1 – Consumo de água em função do bebedouro e do tempo de alojamento dos suínos

Alojamento (semanas)	Tipo de Bebedouro			Prob > F
	A	B	C	Equipamento
	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)			
10	7,71 ± 0,61	6,43 ± 0,70	7,14 ± 0,67	0,3942
15	8,23 ± 0,42	6,84 ± 0,45	8,16 ± 0,45	0,0756
18	8,63 ± 0,42 ^a	7,00 ± 0,44 ^b	8,58 ± 0,45 ^a	0,0345

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* (P≤0,05).

Fonte: Adaptado de Tavares (2012, p. 132).

Tabela 2 – Produção dos dejetos em função de bebedouros e tempo de alojamento dos suínos

Alojamento (semanas)	Tipo de Bebedouro			Prob > F
	A	B	C	Equipamento
	(L·suíno ⁻¹ ·d ⁻¹)***			
10	4,80±0,19 ^a	3,88±0,22 ^b	3,68±0,22 ^b	0,0029
15	5,35±0,20 ^a	4,15±0,21 ^b	4,26±0,22 ^b	0,0014
18	5,69±0,23 ^a	4,19±0,23 ^b	4,54±0,24 ^b	0,0010

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* (P≤0,05).

*** Instrução Normativa/FATMA – SC nº 11/2009: 7,0 L·suíno⁻¹·d⁻¹

Fonte: Adaptado de Tavares (2012, p. 142).

Na Tabela 2 observam-se as implicações positivas do uso do equipamento, tendo-se como resultado menores volumes da produção de dejetos. Pode-se ter produção de dejetos menor que a normativa do órgão ambiental e conseqüentemente maior facilidade na gestão deste produto, seja na aplicação no solo para fins de fertilização agrícola, tratamento ou outras possibilidades para redução da poluição e uso eficiente da água.

3 TRATAMENTO DE EMISSÕES LÍQUIDAS E ODORÍFERAS DA AGROINDÚSTRIA E POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE GÁS METANO

Apresenta-se algumas tecnologias e processos aplicados pela agroindústria com objetivo de tratar despejos industriais ou manejo sustentável dos dejetos animais. Para o tratamento de dejetos de animais existe a predominância da aplicação sistema com biolagoa, tendo comportamento equivalente a digestor anaeróbio projetado e operado com reduzido carregamento orgânico volumétrico.

O efluente desta tecnologia, para se enquadrar nas regras legais sobre qualidade de emissões, necessita de pós-tratamento ou é destinado na aplicação para fertilização no solo. A Figura 2 ilustra esta tecnologia.

Figura 2 – Biolagoa para tratar dejetos de animais



Fonte: Tavares (2012, p. 99).

Para o tratamento de efluentes de indústrias de processamento animal, o reator UASB se apresenta com forte tendência de aplicação, haja vista as diversas facilidades de custo, simplicidade e integra a possibilidade de aproveitamento energético de biogás rico em gás metano. No entanto também precisa de pós-tratamento de seu efluente.

Atualmente estão em andamento avaliações de tecnologias em uma propriedade piloto, na região de Braço do Norte, sul de Santa Catarina. Entre elas, utiliza-se lagoas com macrófitas *Lemnas Landoltia* para tratar o excedente de dejetos. Resultados mostram a potencialidade de

produção de 20 ton/ha ano e com 40% de proteína da matéria seca na planta produzida e manejada para fins e valorização de ração animal (MOHEDANO *et al.*, 2012, p. 98).

Figura 3 – Biofiltro para tratamento de odores



Fonte: O autor, Março de 2014, Florianópolis.

A potencialidade de produção de gás metano proveniente da possibilidade de uso do processo anaeróbico para tratar os despejos da agroindústria catarinense é superior a 2,6 milhões de metros cúbicos por dia. Isto representa uma fonte de alternativa energética com interesse econômico e ambiental (BELLI FILHO, 2009).

Figura 4 – Eficiência de redução de gás sulfídrico em um biofiltro



Fonte: Elaboração própria do autor com os dados da amostragem.

Para controle de emissões com maus odores em indústrias de processamento animal, tem-se orientado o uso de biofiltros com turfa para o seu tratamento. No trabalho é apresentado o modelo de uma instalação automatizada, construída em módulo, para tratar emissões ricas em gás sulfídrico. A Figura 3 mostra uma instalação com biofiltro e a Figura 4 apresenta a eficiência desta unidade. Observa-se a boa redução de gás sulfídrico e conseqüentemente a eficiente redução dos maus odores. A eficiência de redução deste gás é superior a 95%.

4 CONCLUSÕES

As reduções do consumo de água e da produção de dejetos de suínos através do uso adequado de bebedouros implica em fatores positivos para a produção animal.

A digestão anaeróbia convencional, com digestores de baixa taxa de carregamento volumétrico é uma proposta consolidada para Santa Catarina devido às condições climáticas favoráveis. No entanto é promissora a aplicação de digestores com controle de temperatura e homogeneização para aumentar a eficiência desta tecnologia.

A potencialidade de produção de gás metano em Santa Catarina é da ordem de 3 milhões de $m^3.d^{-1}$.

O uso de lagoas com lemnas se apresenta como uma alternativa sustentável de pós-tratamento e reuso de efluentes líquidos. Proporciona boa eficiência, integra a valorização e reuso do efluente e da proteína animal.

A experiência de biofiltros com turfa se torna positiva no controle de odores e o material filtrante é facilmente obtido no sul do Brasil.

REFERÊNCIAS

BELLI FILHO, Paulo. **Inventário do potencial de geração de metano no estado de Santa Catarina**. ALESC. Sustentar, 2009. Disponível em:

<<http://gmi.fatma.sc.gov.br/uploads/5a.msw2.moderator.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2014.

BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 14 mar. 2014.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 14 mar. 2014.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 11**, de 2009. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/instrucoes-normativas>>. Acesso em: 14 mar. 2014.

- LÍDER Distribuidora. **Bebedouro Suínos Concha Grande**. [201-?]. Disponível em: <<http://www.liderdistribuidora.com.br/produtos/detalhes/2/201/6401>>. Acesso em: 14 mar. 2014.
- MOHEDANO, Rodrigo de Almeida; COSTA, Rejane H. R.; TAVARES, Flávia A.; BELLI FILHO, Paulo. **High nutrient removal rate from swine wastes and protein biomass production by full-scale duckweed ponds**. Bioresource Technology, v. 112, p. 98-104, 2012. doi: 10.1016/j.biortech.2012.02.083. Disponível em: <<http://goo.gl/CCfACZ>>. Acesso em: 14 mar. 2014.
- TAVARES, Jorge Manuel Rodrigues Tavares. **Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura**. 2012. 230p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/100704/311939.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 14 mar. 2014.
- TAVARES, Jorge Manuel Rodrigues; BELLI FILHO, Paulo; COLDEBELLA, Arlei; AMORIM, Bruna Nascimento; OLIVEIRA, Paulo Armando Victoria de. Redução do consumo de água e da produção de dejetos na suinocultura – um caminho para a sustentabilidade. XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2013, Goiânia. Saneamento, ambiente e sociedade: entre a gestão, a política e a tecnologia. Rio de Janeiro: ABES – APRH, 2013. V. USB. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/973659/1/final7350.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2014.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

BELLI FILHO, Paulo. Tecnologias Sustentáveis para a Gestão de Resíduos da Agroindústria de Santa Catarina. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Mai – 2017**.

Iniciativas de Ensino e Pesquisa em Gestão de Resíduos em Jundiaí-SP, Brasil

Initiatives for Education and Research in Waste Management in Jundiaí-SP, Brazil

Doutor André Luiz da Conceição

RESUMO

Esse trabalho apresenta os principais resultados de uma pesquisa desenvolvida, entre 2012 e 2013, pelo Centro Universitário Padre Anchieta – UniAnchieta, localizado em Jundiaí-SP, como exemplo das práticas e iniciativas em ensino e pesquisa existentes no município e região com relação a gestão de resíduos. O estudo teve como objetivo analisar as iniciativas de gestão de resíduos da construção civil na região de Jundiaí na perspectiva de três áreas diretamente envolvidas com a questão, ou seja, o poder público local, o transportador e o gerador. A partir de visitas técnicas, entrevistas e aplicação de questionários com questões semiestruturadas foi possível adquirir, tabular, sistematizar e analisar uma série de dados e informações que levaram a considerar que o município de Jundiaí, sobretudo, pela ação do Poder Público local caminha no sentido de tornar-se um modelo de gestão sustentável e integrada de resíduos da construção civil, devendo ainda melhorar as ações de conscientização e educação ambiental relacionadas aos pequenos e médios geradores de resíduos.

Palavras-chave: Ensino e pesquisa. Gestão de resíduos. Jundiaí. Resíduos da construção civil.

ABSTRACT

This paper presents the main results of a survey conducted between 2012 and 2013, the University Center Padre Anchieta – UniAnchieta, located in Jundiaí-SP, as an example of the practices and initiatives in existing education and research in the city and region with respect to management waste. The study aimed to examine initiatives for waste management of construction in Jundiaí in the perspective of three areas directly involved with the issue, i.e., the local government, the transporter and the generator. From technical visits, interviews and questionnaires with semi-structured questions was possible to acquire, tabulate, systematize and analyze a range of data and information that led it to believe that the city of Jundiaí, especially by the action of local government moves towards become a model of sustainable and integrated management of construction waste, and should also improve the actions of environmental awareness and education related to small and medium generators of waste.

Keywords: Education and research. Waste management. Jundiaí. Construction waste.

1 INTRODUÇÃO

Jundiaí é um importante município do Estado de São Paulo, localizado a cerca de 50 km da capital paulista (São Paulo-SP), apresentando uma das melhores condições de desenvolvimento municipal e qualidade de vida do Brasil. Tanto que, conforme o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), o município possui o 11º melhor Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M do país (0,822) (IBGE, 2014b), entre os 5.570 municípios existentes em território nacional (IBGE, 2014a).

A educação do município, que ainda demanda melhorias em vários aspectos, possui destaque na composição do IDH-M e vêm contribuindo com os avanços registrados por Jundiaí nas últimas décadas, através de instituições públicas e privadas de ensino infantil, básico (fundamental e médio), técnico e superior. Como parte desta infraestrutura educacional, o Centro Universitário Padre Anchieta – UniAnchieta foi a primeira instituição de ensino superior de Jundiaí, através do Curso de Ciências Econômicas, Contábeis e de Administração de Empresas, iniciado em 1966. Entretanto, a instituição possui um histórico ainda maior que remete ao ano de 1941, quando um grupo de professores propõe a criação das Escolas Padre Anchieta, com o propósito de atender as necessidades da população da região e oferecer cursos de alta qualidade, algo que perpetua até os dias atuais.

Recentemente, em função da maior preocupação com as questões ambientais, o UniAnchieta, através de seu corpo docente e sua infraestrutura, passou a se dedicar ainda mais no desenvolvimento de estudos e pesquisas que envolvam temáticas ambientais numa interface direta com aspectos sociais, econômicos e tecnológicos. A Serra do Japi, enquanto uma importante reserva ambiental de Mata Atlântica com maior parte de sua área localizada em Jundiaí (RIBEIRO *et al.*, 2005), torna-se um fator impulsionador para o desenvolvimento de pesquisas visando a preservação da riqueza natural da Serra do Japi frente ao inevitável avanço urbano registrado nos últimos anos pelo município, representado pelo nível de urbanização de 95%, segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE (2014).

O acelerado desenvolvimento urbano do município dos últimos anos foi acompanhado e ao mesmo tempo reflexo do crescimento da população que era de 258 mil habitantes em 1980 e alcançou a marca de 382 mil habitantes em 2013 (SEADE, 2014). Conseqüentemente, a esses dois processos, passou a ocorrer o maior consumo de bens e produtos pela população e, concomitantemente, o maior descarte daquilo que não possuía mais utilidade para as pessoas, aumentando a produção de resíduos e a preocupação por parte da sociedade das ações a serem tomadas para resolver os problemas relacionados à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos. Objetivando encontrar algumas soluções diante dos problemas apresentados e auxiliar os gestores públicos municipais no processo de tomada de decisão, o UniAnchieta vem conduzindo ações de ensino e pesquisa com resultados relevantes e que serão apresentados brevemente nas próximas seções.

2 METODOLOGIA

O desenvolvimento de ações de ensino e pesquisa na área de gestão de resíduos ocorre, sobretudo, no âmbito acadêmico de alguns cursos superiores da instituição, tais como o Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental e do Curso Superior de Engenharia Ambiental e Sanitária.

Do ponto de vista das atividades de ensino, a matriz curricular de ambos os cursos possui disciplinas específicas sobre a gestão e o gerenciamento de resíduos, auxiliando na formação do aluno, numa perspectiva interdisciplinar diante dos demais conteúdos trabalhados ao longo do curso em outras disciplinas.

No que se refere às iniciativas de pesquisa, existe um projeto já concluído que merece destaque, pois teve como principal objetivo, analisar as iniciativas de gerenciamento dos resíduos da construção civil em Jundiaí e região. Tal estudo foi desenvolvido junto ao antigo Núcleo de Pesquisa e Inovação Tecnológica – NIT, que se transformou recentemente no Programa Institucional de Pesquisa e Iniciação Científica do UniAnchieta.

A pesquisa foi desenvolvida basicamente em três etapas distintas, porém integradas entre si, entre meados de 2012 até o final de 2013, objetivando identificar e analisar algumas das principais iniciativas em termos de gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil (RCC) em Jundiaí. Desta forma, foram coletados informações e dados de três áreas diretamente envolvidas com a questão, ou seja, o poder público local (responsável pelo controle e fiscalização), o gerador de resíduo (incumbido da destinação final) e o transportador (responsável pelo deslocamento do resíduo do local onde ele foi gerado até as áreas de destinação licenciadas).

A primeira etapa consistiu na revisão bibliográfica de publicações consideradas relevantes para o contexto do estudo e na coleta de informações em bancos de dados da Prefeitura Municipal de Jundiaí, da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

Num segundo momento foram realizadas as visitas técnicas e as entrevistas com representantes do poder público local e de empresas geradoras e transportadoras de RCC. Para isso foi adotada a técnica da observação participante, que possibilita o contato direto do pesquisador com o fenômeno observado (CRUZ NETO, 2001). Outra técnica empregada foi a dos questionários com questões semiestruturadas, permitindo ao informante que discorra sobre o tema proposto e o entrevistador delimite o volume de informações através do direcionamento da entrevista para o tema (BONI; QUARESMA, 2005).

Após a obtenção dos dados necessários foi efetuada a tabulação, sistematização e análise a fim de obter um quadro explicativo do atual panorama que envolve a gestão e o gerenciamento de RCC em Jundiaí.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na sequência, é analisado o gerenciamento de resíduos da construção civil a partir dos pontos de vista do poder público local, do transportador e do gerador de resíduos.

3.1 Perspectiva do Poder Público Local

Num contexto local, o município de Jundiaí, conforme informações disponibilizadas pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SMSP), gera diariamente 4.350 t de RCC, alcançando um montante de 130.500 t por mês, cuja destinação total se dá no Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (GERESOL), administrado pela Prefeitura de Jundiaí ocupando uma área total de 450.000 m² localizada no Distrito Industrial e em destaque na Figura 1.

Figura 1 – RCC dispostos no GERESOL, em Jundiaí-SP



Fonte: Elaboração própria do autor (2013).

Silva e Robles (2011) explicam que o GERESOL busca a destinação dos resíduos não convencionais gerados pelo município de Jundiaí, representando um complexo que abriga uma estação de tratamento do lixo orgânico (Armazém da Natureza), uma empresa concessionária de coleta seletiva de resíduos sólidos e uma área de disposição e reciclagem de RCC.

Figura 2 – Praça Dom Pedro II, em processo de implantação do RCC reciclado

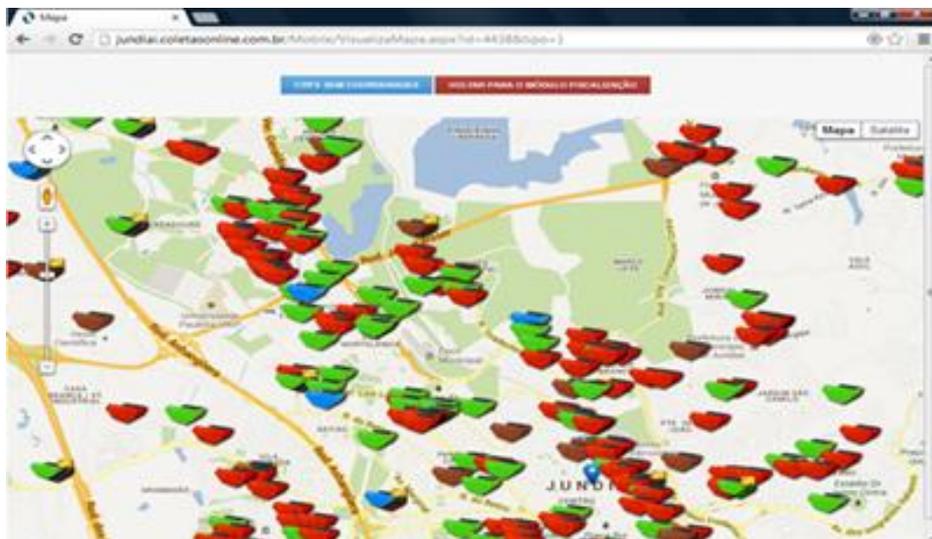


Fonte: Elaboração própria do autor (2013).

As ações de reciclagem de RCC vêm se intensificando no GERESOL desde 2013 graças à iniciativa da Prefeitura em utilizar o RCC reciclado na pavimentação de praças públicas do município, auxiliando inclusive na maior drenagem de águas pluviais armazenadas em superfície, visto que o pavimento empregado é classificado como permeável, possibilitando a maior infiltração da água da chuva em detrimento do seu escoamento. A Figura 2, é da Praça Dom Pedro II, localizada no centro de Jundiaí, que utilizou RCC reciclado na pavimentação.

Em termos de controle e fiscalização dos RCC, Jundiaí implantou um sistema de monitoramento georreferenciado das caçambas de coleta e transporte de RCC no município, denominado de “Coletas Online”, conforme pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Sistema de monitoramento da coleta e transporte de RCC em Jundiaí-SP



Fonte: Secretaria Municipal de Serviços Públicos de Jundiaí (JUNDIAÍ, 2013).

Nesse sistema, as caçambas que realizam a coleta e o transporte de RCC no município são classificadas por cores, onde a caçamba de **cor azul** indica que o caçambeiro inseriu os dados no sistema após a contratação por parte de um gerador de resíduo. A **cor verde** significa que a caçamba, após o cadastro pelo caçambeiro foi verificada pelos fiscais de rua e encontra-se numa situação de regularidade frente ao tipo de resíduo disposto na caçamba e ao Cadastro de Transporte de Resíduo (CTR). Já a **cor vermelha** da caçamba representa uma irregularidade, ou seja, depois da vistoria pelos fiscais, o caçambeiro não apresentou o CTR. Outra irregularidade é a caçamba de **cor marrom**, onde é constatada pelos fiscais a disposição de resíduos perigosos ou outro tipo de resíduo que não o da construção civil.

Nos casos em que for apurada a irregularidade, ou seja, as caçambas de cor vermelha e marrom identificadas pelo sistema, os transportadores recebem uma notificação e tem um prazo para regularizar a situação. Segundo informou a SMSM de Jundiaí, a intenção é regulamentar a [Lei nº 7.186, de 03 de novembro de 2008](#), que dispõe, entre outras coisas, sobre a implantação do Sistema de Gestão Sustentável de RCC e o Plano Integrado de Gerenciamento de RCC. Depois de regulamentada, a intenção do poder público local é fazer valer a apreensão e multa das caçambas que insistirem na irregularidade quanto à coleta e ao transporte de RCC no município.

3.2 Perspectiva do Transportador

Foram obtidos dados através de questionário aplicado em uma empresa de coleta e transporte de RCC atuante em Jundiaí e região há mais de dez anos, a fim de observar e avaliar como as empresas do setor vêm atuando no município, principalmente diante das mudanças recentes promovidas pelo poder público local, acenando para uma gestão e gerenciamento pautados no princípio da sustentabilidade, onde as transportadoras e geradores terão que se enquadrar nesta nova realidade.

A empresa em questão realiza a coleta de 10 a 12 caçambas por dia passando previamente pela triagem em Área Temporária de Transbordo (ATT) particular para a limpeza das caçambas e separação de todo o tipo de resíduo para, posteriormente, ser enviado apenas o RCC “limpo” ao GERESOL e os demais tipos de resíduos a destinação adequada.

Do total de resíduos coletados pela empresa nas caçambas, em média 20% representam outros tipos de resíduos que não aqueles específicos da construção civil. As principais atividades geradoras dos RCC, conforme informou a empresa, referem-se a reformas, construções e demolições. A empresa ainda fez questão de ressaltar a falta de consciência por parte do gerador de resíduo em descartar nas caçambas móveis, eletrodomésticos, animais mortos e outros tipos de resíduos, fato que os leva a realizar a triagem antes da destinação final.

A empresa entrevistada relatou que orienta os geradores de resíduos sobre a correta alocação de RCC nas caçambas, mas reconheceu a dificuldade em sensibilizá-los, cobrando, desta forma, uma ação mais efetiva por parte do poder público local em termos de educação ambiental, sobretudo junto aos grandes geradores, como as construtoras.

3.3 Perspectiva do Gerador

Foi aplicado questionário e realizada visita técnica em uma grande construtora de atuação em Jundiaí e região com o objetivo de identificar a existência e a viabilidade de práticas de gerenciamento de RCC.

A empresa informou que não dispõem de ATTs, aterros de RCC e/ou áreas de reciclagem em suas obras, dependendo das transportadoras, as quais mantêm um cadastro, para a coleta e transporte do RCC das obras até os locais de destinação adequada. Neste caso, o RCC é enviado para o GERESOL.

A construtora afirmou conhecer a existência de legislação específica de RCC, tanto que mantêm um programa interno de gerenciamento de resíduos, apesar de não utilizar, em seus empreendimentos imobiliários, de produtos reciclados. Durante visita técnica em uma das obras da empresa em Jundiaí, identificaram-se alguns elementos que de fato são representativos de um sistema de gerenciamento de resíduos, como o condutor de entulho, que possibilita o deslocamento do RCC do ponto gerado na obra até a caçamba, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 – Condutor de entulho em empreendimento da empresa analisada



Fonte: Elaboração própria do autor (2013).

Segundo informou a empresa, cada obra gera em média 55 m³ por mês de resíduos inertes, representando algo em torno de onze caçambas estacionárias de 5 m³, sendo que dos resíduos gerados, aquele que a empresa reconheceu maior dificuldade de gerenciamento foi o gesso, que é acondicionado separadamente e posteriormente enviado ao GERESOL.

Figura 5 – Espaços de lazer e recreação dos trabalhadores



Fonte: Elaboração própria do autor (2013).

Outro aspecto relacionado a um sistema de gerenciamento de RCC presente na obra visitada foram os espaços de lazer para os trabalhadores com equipamentos de recreação (Figura 5) adquiridos com recursos provenientes da venda de resíduos recicláveis, visto que a empresa vende resíduos como plásticos, papéis e metais gerados nas obras (Figura 6).

Figura 6 – Gerenciamento de outros tipos de resíduos na obra



Fonte: Elaboração própria do autor (2013).

4 CONCLUSÕES

Considerando as três áreas (poder público local, gerador e transportador) analisadas nesta pesquisa que possuem relação direta com a necessidade de gestão e gerenciamento de RCC, notou-se uma preocupação maior e um conjunto de ações mais efetivas por parte do poder público local no sentido de garantir um maior controle e fiscalização dos RCC gerados, aliado à perspectiva futura de ampliação e utilização de resíduos reciclados, sobretudo como pavimento permeável, em um maior número de espaços públicos municipais.

Assim, o município de Jundiaí vem adotando algumas medidas que podem ser consideradas iniciativas positivas quanto à gestão sustentável e integrada de RCC, transformando-se num modelo atual e futuro a ser seguido por outros municípios do Brasil, principalmente num cenário de curto prazo mediante as exigências estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

De qualquer forma, alguns aspectos ainda precisam ser equacionados, como muito bem destacado pela transportadora analisada, ou seja, a necessidade de maior conscientização e educação ambiental por parte dos geradores de RCC, que muitas vezes, por falta de conhecimento ou de interesse, acabam misturando nas caçambas resíduos que necessitariam de outro tipo de tratamento ou destinação final.

A empresa geradora de RCC analisada nesta pesquisa faz aquilo que se espera enquanto uma grande geradora de resíduos que dispõe de maior conhecimento, estrutura e pessoal capacitado para a elaboração e implantação de um sistema de gerenciamento de RCC. Apesar de se reconhecer

as dificuldades de implantação de um programa em grandes obras, devido, muitas vezes, a resistência dos próprios trabalhadores.

Desta forma, considerando que grandes geradores de RCC, como as construtoras, por exemplo, teriam maiores e melhores condições para a adoção de práticas de gerenciamento integradas de RCC, o foco das atenções, inclusive por parte do próprio poder público local deve se concentrar nos pequenos e médios geradores, que contribuem com grandes volumes de resíduos gerados e não detêm do mesmo conhecimento e interesses que um grande gerador dispõe, necessitando, desta forma, de ações específicas e direcionadas.

REFERÊNCIAS

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

Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2011. São Paulo: ABRELPE, 2011.

Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2011.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

BONI, Valdete; QUARESMA, Sílvia Jurema. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, v. 2, n. 1(3), p. 68-80, jan./jul. 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/18027/16976>>. Acesso em: 22 set. 2009.

CRUZ NETO, Otávio. O trabalho de campo como descoberta e criação. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** 19 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população dos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2014.** Diretoria de Pesquisas –DPE, Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS, Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica – GEADD, 2014a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/analise_estimativas_2014.pdf>. Acesso em: 11 julho 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **São Paulo – Jundiá.** 2014b. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/233WM>>. Acesso em: 04 maio 2014.

JUNDIAÍ. Câmara Municipal. **Lei nº 7.186**, de 03 de novembro de 2008. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e dá providências correlatas. Disponível em: <<http://www.ctpconsultoria.com.br/pdf/Jun-Lei-7186-de-03-11-2008.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2014.

JUNDIAÍ. Secretaria Municipal de Serviços Públicos de Jundiá. Prefeitura Municipal de Jundiá (Org.). **Plano de Saneamento Básico Setorial para Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos.** Jundiá: Prefeitura de Jundiá, 2013. 48 slides, color.

RIBEIRO, Ricardo da Silva; EGITO, Gabriel Toselli Barbosa Tabosa do; HADDAD, Célio Fernando Baptista. Chave de identificação: anfíbios anuros da vertente de Jundiaí da Serra do Japi, Estado de São Paulo. **Revista Biota Neotrópica**, v. 5, n. 2, p. 1-15, Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199114287017>>. Acesso em: 04 maio 2014.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações dos Municípios Paulistas**. São Paulo: SEADE, 2014. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: 04 maio 2014.

SILVA, Fernando Eduardo Costa e; ROBLES, Léo Tadeu. Gestão de resíduos sólidos não convencionais: o caso do GERESOL – Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Jundiaí – SP. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 22, p. 38-49, dez. 2011. Disponível em: <http://www.rbciamb.com.br/images/online/Materia_5_final_artigos288.pdf>. Acesso em: 04 maio 2014.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

CONCEIÇÃO, André Luiz da. Iniciativas de Ensino e Pesquisa em Gestão de Resíduos em Jundiaí-SP, Brasil. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil**. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246I>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://grsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maior – 2017**.

Programa Beija-Flor de Tratamento Descentralizado de Resíduos em Florianópolis-SC, Brasil

Hummingbird Program of Waste Treatment Decentralized in Florianópolis-SC, Brazil

Engenheiro Civil Antonio Marius Zuccarelli Bagnati

Professor Doutor Psicólogo José Luiz Crivelatti de Abreu

RESUMO

O presente texto é um relato sobre a implantação da coleta seletiva de resíduos em Florianópolis, iniciada em 1986 a partir de um trabalho colaborativo entre a direção da Comcap, o arquiteto Francisco Antônio C. Ferreira, representante do Movimento Ecológico Livre (MEL) e o psicólogo José Luiz Crivelatti de Abreu, professor da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que entendiam não ser mais aceitável a continuidade do lançamento dos resíduos da cidade sobre o mangue. Desse entendimento nasceu o Projeto Viva Melhor que, a partir dos resultados alcançados foi institucionalizado na Comcap em 1987 sob a denominação de Programa Beija-Flor. O projeto de pesquisa técnico/comportamental foi implantado simultaneamente em duas comunidades com diferentes estratos sociais e em três prédios localizados na principal avenida de Florianópolis – Av. Jornalista Rubens de Arruda Ramos, também conhecida como Av. Beira Mar Norte.

Palavras-chave: Projeto Viva Melhor. Programa Beija-Flor. Coleta Seletiva em Florianópolis. Lixão do Itacorubi.

ABSTRACT

This paper is a report about the implementation of the management of recyclable waste in Florianópolis, started in 1986 from the collaborative work involving the direction of Comcap, the architect Francisco A. C. Ferreira, representing “Movimento Ecológico Livre” (MEL), and the psychologist José Luiz Crivelatti de Abreu, professor of Federal University of Santa Catarina (UFSC). This commission believed that it was no longer acceptable to continue the disposing of solid waste in Itacorubi’s mangrove and that it was necessary to change the outlook over the waste produced in the city. At that time the Project “Viva Melhor” was born, changing in 1987 to “Beija-Flor” Program. This technical/behavioral research project was introduced simultaneously in two communities with different social classes and in three buildings located on the main avenue of Florianópolis – Av. Jornalista Rubens de Arruda Ramos, also known as Av. Beira Mar Norte.

Keywords: Live Better Project. Hummingbird Program. Selective Collection in Florianópolis. Landfill Itacorubi.

1 INTRODUÇÃO – LIXO UM PROBLEMA CULTURAL

Quando jogamos o maço de cigarro pela janela do carro, quando atiramos o papel de picolé na calçada, ou quando deixamos na areia da praia a latinha de cerveja, estamos simplesmente materializando nosso descompromisso em relação aos resíduos que produzimos. Permitir a continuidade do Lixão do Itacorubi, com todos os prejuízos à vida ali existente, é não se comprometer com a saúde e o bem-estar de nosso povo. Precisamos de uma transformação cultural em relação ao lixo. Lixo é uma riqueza que precisa ser aproveitada. O lixo é de responsabilidade de quem o produz.

O parágrafo supracitado, muito embora tenha sido produzido e publicado no Jornal O Estado, de Florianópolis, em 16 de março de 1987, encerra dois dos fundamentos da Lei nº 12.305/2010 – o reaproveitamento de nossos resíduos e a responsabilidade compartilhada. É o primeiro parágrafo da matéria produzida pelo então Diretor Presidente da Comcap sob o título de Lixo: um problema cultural e publicada no bojo da discussão sobre a implantação de uma planta para a separação dos resíduos em Florianópolis, rejeitada pela comunidade de Santo Antônio de Lisboa, um bairro habitado pela elite intelectual da cidade.

O historiador Oswaldo Rodrigues Cabral, descrevendo a evolução do tratamento dado aos dejetos e “lixo” produzidos em nossa sociedade, assim se refere em sua obra intitulada ‘Nossa Senhora do Desterro’ (1979, v. 1, p. 169-206):

Os primeiros edificadores desta cidade colocaram as casas com a frente para a terra e a parte posterior sobre o mar, de maneira que não havia passagem para a praia. Que significava tal coisa? Que os moradores consideravam um verdadeiro conforto terem o mar ali, à mão, para nele fazerem os seus dejetos... Bastava abrir a porta ou janela, esticar o braço e jogar ao mar toda a imundície da casa. Lixo, fezes... Praia era lugar de despejo, de cachorro morto, de lixo, lugar onde se derramavam vasilhas de matéria fecal, para que tudo se diluísse na maré, para que tudo desaparecesse no refluxo.

Nisso havia o reconhecimento da Câmara Municipal de Desterro (antiga denominação de Florianópolis), pois lá, por volta de 1930, recomendavam que o lixo e dejetos, para não infectar a atmosfera, fossem jogados ao mar.

Entretanto, não só ao mar eram jogados os restos da existência da cidade e seus habitantes transitavam entre valas de esgoto, monturos de lixo e animais domésticos. Já naquela época os recursos do erário eram insuficientes para as demandas da cidade e, em 1855, foi negada a implantação da coleta com duas carroças ao encarregado da higiene, Dr. Hermógenes Miranda Ferreira. Entretanto, as soluções estavam sendo buscadas e a Câmara Municipal autorizou a construção de três pontes de madeira para despejos em frente à cidade, com um comprimento de 40 palmos (9,15 m) cada, livre de corrimãos e com escadas para o mar. Esta situação permaneceu

até 1877, quando a Câmara concedeu por vinte anos o primeiro serviço de coleta e destino do lixo da cidade, que era jogado ao mar, na sua periferia.

Com o crescimento da cidade e, conseqüentemente aumento da sujeira e do mau cheiro, entre os anos de 1910 e 1914 foi construído um incinerador, projetado pelo italiano Alexandre Villa, próximo ao local onde, em 1926, se instalaria a cabeceira insular da Ponte Hercílio Luz. Embora esta fosse uma solução avançada para a época, o crescimento da cidade, incomodada pela fumaça, inviabilizou esta solução e, em 1956, os resíduos da cidade passaram a ser depositados sobre o mangue do Itacorubi. O mangue era considerado um local pestilento, úmido e aterrado com “lixo”, no entendimento dos administradores daquela época, seria uma forma de recuperá-lo, já que àquela altura não era conhecida a importância do mangue como área de amortecimento das marés e de berçário da vida marinha e, muito menos, foram levados em consideração os danos que a deposição de resíduos poderia causar à flora e fauna.

Esta introdução tem o objetivo de contextualizar a situação em relação aos resíduos da cidade quando a administração do município foi assumida, em 1986, pelo Prefeito Edison Andrino de Oliveira. Até aquele momento, a solução reproduzida por diversas vezes, desde o início da colonização, era de colocar o “lixo” longe dos olhos e dos narizes ofendidos.

Após vinte e um anos de regime militar, os movimentos populares haviam se fortalecido, resultando na campanha das ‘Diretas Já’ e, posteriormente, na redemocratização do país. As eleições de 1985 foram realizadas em um ambiente de expectativas por novos tempos por parte da população, que manifestava o desejo de ser partícipe da mudança. Os candidatos assumiram compromissos com a participação popular e, particularmente em Florianópolis, um destes compromissos foi da discussão pública sobre uma solução para o “lixão do Itacorubi”.

Um dos movimentos sociais que se destacava em Florianópolis era o ‘Movimento Ecológico Livre’ (MEL), que surgiu em meados de 1983, atuando na defesa do meio ambiente da capital catarinense, com destaque à proteção do Mangue do Itacorubi. Este movimento professava os princípios do movimento ecologista internacional e, juntamente com lideranças comunitárias, defendia o fechamento do “lixão”.

A administração do município que tomou posse em 03 de janeiro de 1986, apostou em uma mudança cultural em relação ao “lixo” e, já nos encontros preparatórios para o início de sua administração, se discutia a viabilidade da instalação de uma planta de reciclagem na cidade, em que os resíduos secos pudessem ser separados dos orgânicos e estes compostados.

Foi constituída uma comissão multidisciplinar composta por técnicos da Prefeitura, a Companhia Melhoramentos da Capital (Comcap) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com o objetivo de discutir e definir estratégias para os problemas de saneamento que a cidade enfrentava. Esta comissão foi dividida em diferentes segmentos, sendo um deles denominado “Comissão do Lixo”.

Foram dois de seus integrantes, o arquiteto Francisco Antônio C. Ferreira, juntamente com o psicólogo José Luiz Crivelatti de Abreu, professor daquela instituição que, em fevereiro

1986, procuraram a direção da Comcap, para discutir uma proposta de tratamento descentralizado de resíduos.

Importante registrar também que o professor José Luiz Crivelatti de Abreu trazia em sua bagagem uma rica experiência sobre mudança de comportamento coletivo, vivida durante seu mestrado na Universidade de São Paulo (USP). Seu estudo fora realizado em uma favela na periferia oeste da cidade de São Paulo, onde habitavam cerca de 6.700 pessoas em péssimas condições de salubridade, em decorrência da grande quantidade de “lixo” (cerca de 66% do total produzido) descartado no interior da comunidade.

A comunhão de interesses do poder público com o conhecimento da Academia (UFSC) foram os ingredientes necessários para a elaboração do Projeto Viva Melhor, que teve como objetivo implantar uma experiência inovadora de tratamento descentralizado de resíduos sólidos urbanos.

2 GÊNESIS DESTE RELATO

Passados vinte e oito anos da concepção do projeto, era natural que muito dele estivesse perdido na memória do tempo. Foram necessárias duas horas de agradável conversa com o Prof. José Luiz Crivelatti de Abreu; a utilização de material produzido pelo Prof. José Luiz que em parte é transcrito no item 6 deste relato – “Considerações Sobre a Iniciativa”; uma busca nos arquivos da Comcap e em textos acadêmicos escritos sobre o projeto, para recuperar parte da história.

Este texto procura resgatar um momento histórico para o tratamento dos resíduos urbanos no Brasil e possibilitou aos protagonistas reviver um momento significativo de suas vidas profissionais, dada a vanguarda da proposta. Um projeto que, ainda hoje, pode ser uma alternativa viável para a solução dos resíduos sólidos urbanos para muitas das cidades brasileiras.

3 O CONCEITO DO PROJETO

Até o início de 1986, em muitas das cidades brasileiras, o destino do “lixo” era colocá-lo o mais distante possível do local de sua produção. É importante salientar que foi somente em 1972, a partir da realização da Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente – Conferência de Estocolmo – promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU), que o homem começou a se dar conta de que o meio ambiente não era uma fonte inesgotável de recursos e que deveria ser preservado. Mesmo assim, aquela Conferência ficou marcada pela disputa do “desenvolvimento zero”, defendido pelos países desenvolvidos e o “desenvolvimento a qualquer custo”, defendido pelas nações subdesenvolvidas, motivo pelo qual foi, somente no início da década de 1980, que a discussão sobre o meio ambiente foi retomada pela ONU.

A preocupação com a disposição inadequada do “lixo” sobre uma área de mangue e o debate inspirado nas experiências de aproveitamento de resíduos sólidos de países desenvolvidos, como a Alemanha, motivou a discussão sobre a possibilidade de soluções descentralizadas, com o envolvimento das lideranças comunitárias. Entendia-se, já naquela época, que o “lixo” deveria ser

assumido como um problema da sociedade que o gerava e que devidamente separado na origem, em três frações – orgânico, seco e rejeito, poderia ser aproveitado gerando riqueza revertida em benefício da comunidade.

Procurava-se, portanto, com a nova proposta, alterar o entendimento vigente de que o compromisso com os resíduos produzidos por cada cidadão terminava com a colocação do “saco de lixo” em frente de sua casa, ou na lixeira do prédio e que, daí em diante, a responsabilidade seria da Prefeitura, independente do destino dado que, no caso, era o pior possível.

A proposta estava baseada na participação popular com o envolvimento das suas lideranças e da comunidade; na separação dos resíduos em secos, orgânicos e rejeitos através da triagem domiciliar; no tratamento dos resíduos orgânicos no local de produção (bairro) através da compostagem; na comercialização dos resíduos secos com a aplicação dos recursos auferidos em ações de interesse da comunidade e na educação ambiental na escola local, com o envolvimento da direção e professores. Visava ainda melhorar a qualidade de vida nos locais de sua implantação e, em particular no caso de Florianópolis, dar fim ao despejo de “lixo” sobre a região de mangue.

4 METODOLOGIA DE ABORDAGEM

A metodologia de abordagem, que assim foi estabelecida:

- identificação das lideranças locais (religiosas, sociais, comunitárias, sistema escolar etc.);
- apresentação da proposta para as lideranças e formação da “Comissão de Saneamento”;
- apresentação da proposta para a comunidade;
- identificação do local para a guarda de equipamento (quando necessário), dos materiais secos triados, para a compostagem e horta comunitária;
- designação ou contratação de pessoal;
- panfletagem nas residências informando a data de início, a periodicidade da coleta e a forma de apresentação dos resíduos;
- separação no domicílio;
- coleta alternada ou diária porta a porta, com exceção dos sábados, domingos e feriados;
- monitoramento com pesagem dos resíduos coletados;
- dar destino adequado para os materiais;
- abordagem para corrigir a não participação ou separação incorreta em três componentes: secos, orgânicos e rejeitos; e,
- educação ambiental continuada na escola e com a comunidade.

5 RESULTADOS DA PRIMEIRA EXPERIÊNCIA

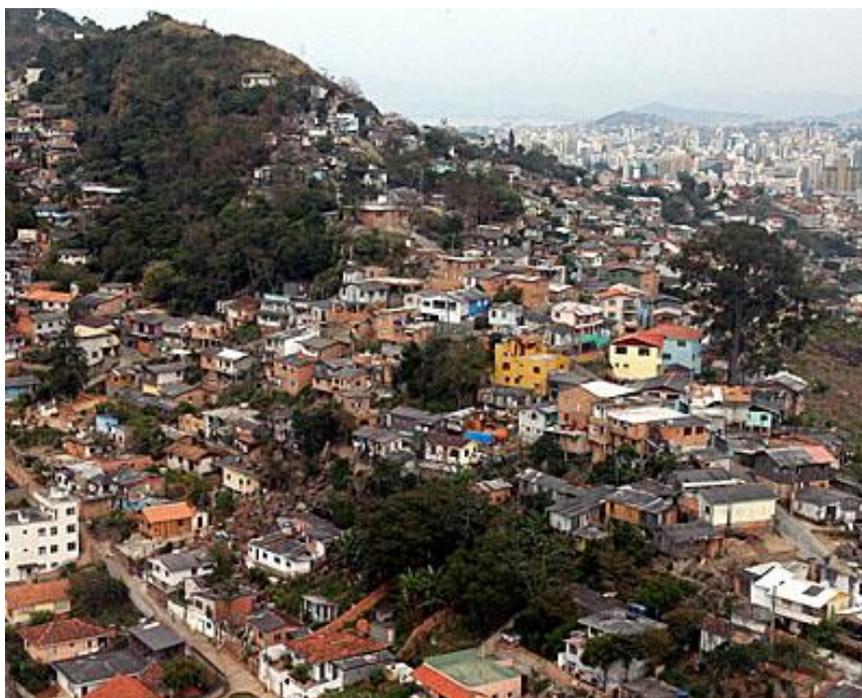
Baseada nestes princípios e metodologia, nascia a primeira experiência de coleta seletiva em uma capital brasileira, iniciada em agosto de 1986. Foram definidos como público alvo, três locais com perfis socioeconômico distintos: a comunidade do Morro do Mocotó – um bolsão de pobreza com 169 casas, que até 1986 não possuía coleta de “lixo”, ocasionando sérios problemas de saúde pública e entupimentos da rede pluvial nas partes baixas da cidade; o Bairro Monte Verde – comunidade de renda média baixa com 427 residências e três prédios na Av. Jornalista Rubens de Arruda Ramos, escolhidos de forma aleatória – os edifícios Renoir, Baía Norte e Beira Mar, todos ocupados por pessoas de alta renda.

5.1 Morro do Mocotó

O Morro do Mocotó está localizado junto ao centro de Florianópolis, no Maciço do Morro da Cruz, é resultado de uma ocupação informal iniciada em 1900. Com a construção da Ponte Hercílio Luz, na década de 1920, no período compreendido de novembro de 1922 a maio de 1926, as lavadeiras que habitavam a região, passaram a cozinhar “mocotó” para os trabalhadores, resultando daí a denominação de Morro do Mocotó.

É, ainda hoje, uma comunidade carente, onde predominam famílias lideradas por mulheres sem companheiros (39,9%), com renda familiar proveniente de trabalhos formais e informais, gerando uma situação apenas de sobrevivência e acarretando, como consequência, problemas socioambientais de toda a natureza.

Figura 1 – Comunidade do Morro do Mocotó



Fonte: Caio Cezar, Banco de Dados/ZH – Agosto/2004.

O serviço de coleta prestado pela Comcap, até julho de 1986, se restringia à colocação de uma caixa do tipo “Brooks” na base do morro, cabendo aos moradores levar a ela os resíduos de suas residências. O resultado é que a maioria do “lixo” era jogado pela janela das cozinhas, possibilitando a proliferação de vetores de contaminação, com as consequências inerentes de comprometimento da saúde pública, assim como o entupimento dos canais de drenagem no próprio morro, como das canalizações nas áreas planas da cidade, provocando alagamentos.

O Projeto teve o apoio da Associação de Moradores, presidida pela Sr^a Clarita e de religiosas (Irmã Edwiges) que atuavam na comunidade. Para o serviço de coleta optou-se pela contratação de três garis residentes na comunidade (antes de 1988 era possível sem concurso público). Esta solução foi adotada por se entender que, por serem do meio, não só teriam interesse em prestar um serviço de melhor qualidade, como esta condição facilitaria a adesão ao novo sistema de coleta.

Figura 2 – Coleta com balaio



Fonte: Arquivo da Comcap.

A coleta foi precedida de um trabalho na escola local que tinha grande influência sobre a comunidade e de divulgação porta a porta, liderada pelo Presidente da Associação de Moradores.

O Arquiteto Francisco Antônio C. Ferreira e o Professor José Luiz Crivelatti de Abreu coordenaram uma pequena equipe de educação ambiental e acompanhavam os garis, auxiliando na divulgação e procedendo a pesagem do material coletado. Em função da ocupação desordenada do morro e da existência de escadarias, a coleta passou a ser realizada com balaios.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do Projeto possibilitou a participação ativa da representação comunitária nas reuniões da “Comissão de Saneamento”, nas atividades de sensibilização da comunidade e na própria implantação do sistema de triagem e de coleta seletiva de resíduos sólidos. Partiu de um dos garis a sugestão da denominação do projeto – Viva Melhor.

A par de todas as dificuldades enfrentadas, em função da necessidade de mudanças dos maus hábitos arraigados na comunidade e dos condicionantes ambientais, ao final de seis meses, que constituiu a fase inicial do Projeto, já era possível ver uma sensível mudança nas condições sanitárias na comunidade e quase 500 Kg de resíduos eram recolhidos diariamente nas 169 residências que participavam regularmente do Projeto. Do resultado da venda dos recicláveis, 30% era destinado ao pagamento dos garis e 70% para a comunidade.

Diferentemente do que se esperava, a quantidade de matéria orgânica no “lixo” recolhido era em pouca quantidade, uma vez que os moradores a utilizavam para a alimentação de animais. Por outro lado, era expressiva a quantidade de restos de tecido, sapatos velhos, madeiras e restos de construção. Em virtude disto, a horta, implantada em terreno concedido pelo Departamento de Estradas Rodoviárias do Governo do Estado (DER), necessitava da importação de adubo animal.

A conscientização crescente da comunidade e a implantação do serviço de coleta, por outro lado, passou a ser um importante fator de saneamento. Os garis após o término de suas rotas, também passaram a realizar a limpeza das valas, desobstruindo os pontos críticos.

5.2 Bairro Monte Verde

A região do Bairro Monte Verde foi habitada inicialmente por descendentes de açorianos e era constituída de chácaras com atividades ligadas à criação de animais e à agricultura. No final dos anos 1980 a Companhia de Habitação do Estado de Santa Catarina (COHAB-SC) implantou naquela localidade, um conjunto habitacional com 400 casas, além de uma completa infraestrutura com escola, supermercado e centro comunitário, como parte de um plano voltado à redução do déficit habitacional na região.

Do ponto de vista geográfico, o bairro apresentou, desde logo, uma condição de risco ambiental, uma vez que estava localizado em um fundo de vale, com a ocorrência de transbordamentos do Rio Pau do Barco, que além do efeito provocado pela chuva, sofria a influência das marés. Tal condição motivou um maior engajamento comunitário através da Associação de Moradores do Monte Verde, na busca de soluções para seus problemas.

Figura 3 – Compostagem



Fonte: Arquivo da Comcap.

A organização social, liderada por seu Presidente, Sr. Edevaldo Zavarize, com o incansável apoio da Sr^a Denise Zavarise e do Sr. Luiz Cipriani, foi fundamental para a sensibilização dos moradores e implantação do Projeto. Aliaram-se à iniciativa a Paróquia, que cedeu a área para a implantação da compostagem e da horta comunitária e a direção da escola, que passou a incorporar a educação ambiental e a realização de oficinas com a utilização de materiais recicláveis.

Coube à Comcap a operação da coleta, com a utilização de um microtrator Tobata e uma equipe constituída de operador de máquina, dois garis e um responsável pela compostagem e horta. A Comcap disponibilizou ainda para o projeto sua equipe técnica com engenheiros sanitaristas, agrônomo e monitores que orientavam a compostagem, a produção de mudas e o plantio, além do registro dos materiais coletados.

5.3 Prédios da Av. Rubens de Arruda Ramos (Av. Beira Mar Norte)

Foram escolhidos, de forma aleatória, três prédios na Av. Beira Mar Norte – os edifícios Renoir, Baía Norte e Beira Mar para a implantação do projeto. Nestes, houve uma pequena mudança na estratégia operacional, pois se entendeu que era fundamental a participação do zelador

no processo de coleta porta a porta. Para tanto, foi definido e aprovado pelo Condomínio dos prédios que o resultado da comercialização dos resíduos secos seria destinado ao zelador. Da mesma forma, também foram formadas as “Comissões de Saneamento”, realizadas as reuniões com os condôminos para apresentação da proposta e o monitoramento diário dos resíduos secos coletados. Os orgânicos, entretanto, continuaram sendo coletados pela coleta convencional da Comcap, em função da não disponibilidade de local para a compostagem.

O Projeto alcançou o surpreendente resultado com 87% dos apartamentos participando da separação dos seus resíduos, índice que teve um decréscimo nos meses de verão quando muitos dos imóveis foram locados.

Figura 4 – Vista aérea Beira Mar Norte



Fonte: Acervo Prefeitura Municipal de Florianópolis [Foto de Mauro Vaz].

6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A INICIATIVA

As soluções convencionais parecem revestir-se de caráter apenas técnico e esperar da população nada além de colocar seu lixo ao alcance do sistema de coleta. Assim, os rejeitos são retirados da vida dos cidadãos, sem maiores implicações que o pagamento de taxas de coleta.

O descaso das pessoas para com o destino final dos resíduos sólidos parece estar relacionado a esses fatos e, por isso, o lixo urbano assumiu a problemática condição que hoje o caracteriza, aliás agravada pelos bens descartáveis e pelas embalagens de difícil degradação natural.

As dificuldades com o saneamento do lixo estão bem representadas pela poluição do solo, do ar e de águas, típica dos “lixões” e aterros sanitários, locais escolhidos para destino dos rejeitos. Surpreendentemente há, de modo geral, grandes quantidades de itens industrialmente recicláveis

(latas, papel, papelão, vidro, plástico e outros) e orgânicos (restos de alimentos, cascas de frutas e outros), além de variável proporção de rejeitos inaproveitáveis (caliça, pedras, madeiras e outros) nesses depósitos.

O desperdício dos itens recicláveis eleva o custo da reposição de embalagens e outros produtos industriais e conduz a acréscimos da retirada de matéria-prima da natureza.

Iniciativas que envolvam a participação popular parecem oferecer uma alternativa ambiental e socialmente mais adequada, por darem lugar à educação popular e a mudanças culturais em aspectos relativos ao saneamento básico. No Brasil, empreendimentos dessa ordem passaram a ocorrer a partir do final da década de 1980, em algumas poucas cidades; em Florianópolis, desde 1986.

A organização de programas que mobilizem a população parece conveniente, não apenas para fomentar a participação dos moradores na vida comunitária, mas também, para auxiliar os cidadãos a compreender a relação entre as características do lugar onde vivem com seu comportamento.

A iniciativa aqui descrita teve, como um de seus objetivos, verificar a possibilidade e o modo como, porventura, se caracteriza a participação popular em ações sanitárias, para dar conta da disposição final dos resíduos sólidos urbanos, promovidas pelo poder público. Pretendeu também, colher subsídios para o conhecimento psicológico relacionado aos esforços coletivos para o bem-estar e para a implementação de estratégias para promover o envolvimento da população em assuntos importantes para a vida coletiva.

7 A CONTINUIDADE DO PROJETO

O projeto foi mantido, tanto no Morro do Mocotó, como no bairro Monte Verde, devido aos bons resultados, ao forte apoio das Associações de Moradores e organizações não governamentais que participaram ativamente de sua implantação. Em novembro de 1987, a horta no Bairro Monte Verde já produzia berinjela, pimentão, pepino, abóbora e milho, entre outras culturas.

A partir de 1987, o Projeto foi estendido, já com a denominação de **Programa Beija-Flor**, alcançando dez comunidades: Balneário do Estreito, Campeche, Morro do Horácio, Morro da Mariquinha, Morro do Mocotó, Morro das Pedras, Rio Tavares, Tapera, Monte Verde e Caminho da Cruz e, ao final de 1988, recebeu um aporte, a fundo perdido, do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), com o objetivo de levá-lo a outras 37 comunidades. A utilização deste recurso para outras necessidades da Prefeitura, entretanto, não permitiu sua ampliação. Independentemente disto, ao final de 1992, atendia cerca de 4.600 residências, recolhendo e processando 8 t/mês de materiais recicláveis e 5 t/mês de resíduos orgânicos.

Figura 5 – Divulgação do Programa Beija-Flor – 1988



Fonte: Arquivo da Comcap.

Uma de suas instalações mais significativas se deu em Jurerê Internacional, um dos mais importantes bairros da capital catarinense. A partir de um convênio firmado entre a empresa Habitasul, proprietária do empreendimento, a Associação de Catadores do Rio Papaquara e a Comcap, a coleta convencional foi substituída pelo sistema proposto no Programa Beija-Flor. Este sistema perdurou por cerca de dois anos e foi interrompido diante da necessidade de expansão do loteamento. De qualquer maneira, foi possível comprovar sua viabilidade também em uma região formada por pessoas de alto poder aquisitivo.

A partir de 1994, a Comcap universalizou a coleta seletiva para toda a cidade de Florianópolis, através de um sistema de coleta porta a porta, empregando caminhões do tipo baú. Atualmente cerca de 1.000 toneladas são coletadas mensalmente e destinados às Associações de Catadores, correspondendo a 6,5% do volume total dos resíduos domiciliares.

As imposições e as metas estabelecidas pela [Lei nº 12.305/2010](#) – Política Nacional dos Resíduos Sólidos –, tem ensejado a busca de novas soluções tecnológicas, motivo pelo qual Florianópolis sediou, em maio de 2014, o 2º Congresso Técnico Brasil-Alemanha para a Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos, com uma grande contribuição para o aprofundamento da discussão sobre o tema.

Independentemente da busca de modernas tecnologias, o Programa Beija-Flor, mesmo passados 28 anos de sua concepção e aplicação, ainda apresenta um caráter de pioneirismo e se mostra como mais uma solução possível de ser aplicada em muitos dos municípios brasileiros, principalmente naqueles em que os “lixões” ainda são a única solução existente.

Figura 6 – 2º Congresso Técnico Brasil-Alemanha



Fonte: Departamento de Comunicação da COMCAP.

Em Florianópolis, técnicos da Comcap, do Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupos (CEPAGRO), do Laboratório de Educação do Campo e Estudos da Reforma Agrária (LACERA/UFSC), Grupo Alecrim de Agricultura Urbana, da Cáritas Regional Santa Catarina/Ação Social Diocesana de Florianópolis e da Associação Norte, reuniram-se em 29 de agosto de 2014, com o objetivo de discutir a implantação do Programa Beija-Flor na região do Rio Vermelho, comunidade com aproximadamente 13.000 habitantes e que possui cerca de 148 km de vias não pavimentadas, onde a Comcap tem sérios problemas operacionais de coleta, em função da precariedade do sistema viário.

8 CONCLUSÕES

Muito embora a implantação da coleta seletiva na Alemanha e no Brasil tenha sido iniciada com uma diferença de somente três anos (Alemanha a partir de 1983), a evolução deste processo foi muito diferente nos dois países. Lá uma visão mais pragmática promoveu a aproximação do meio acadêmico com a indústria, desenvolvendo diferentes procedimentos e tecnologias para a separação, classificação e reaproveitamento, tanto dos resíduos secos como dos orgânicos e rejeitos. A legislação da mesma forma tem acompanhado o desenvolvimento tecnológico e para 2015 já estabeleceu a universalização da coleta diferenciada do componente orgânico.

Por outro lado, é muito bom constatar a evolução no comportamento de nossa população, principalmente nas novas gerações, em relação aos resíduos que produzem. São

inúmeras as oportunidades, formais e informais, para a discussão sobre os temas relacionados à conservação ambiental. A promulgação da [Lei nº 12.305/2010](#) estabeleceu o marco regulatório necessário para que possamos, em um horizonte de médio prazo, reaproveitar adequadamente os componentes dos resíduos produzidos em nosso meio.

A Comcap vem trabalhando com dois cenários. Busca recuperar o tempo perdido, absorvendo as tecnologias já testadas e aprovadas em países que deram uma maior importância à questão do “lixo” e está resgatando a experiência exitosa do Projeto Beija-Flor, por ser uma solução simples, eficaz e adequada para algumas áreas da cidade. A grande diferença, é que hoje pode contar com um apoio de outras instituições, ONGs e voluntários que, como os protagonistas do Projeto Beija-Flor, acreditam que, havendo disposição para a mudança, é possível obter resultados sociais, econômicos e ambientais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a [Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998](#); e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 23 out. 2014.

CABRAL, Oswaldo Rodrigues. **Nossa Senhora do Desterro**. Vol. 1 – Notícias, Cap. 5º – O Duradouro Ciclo de Odores Fortes e das Pituítas Resistentes, páginas 169 a 206. Florianópolis: Lunardelli, 1979.

COMCAP – **Companhia Melhoramentos da Capital**. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/>>. Acesso em: 23 out. 2014.

O ESTADO. [Jornal] Edição de 16 de março de 1987. Florianópolis, 1987.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

BAGNATI, Antonio Marius Zuccarelli; ABREU, José Luiz Crivelatti de. Programa Beija-Flor de Tratamento Descentralizado de Resíduos em Florianópolis-SC, Brasil. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maió – 2017**.

Resíduos de Construção Civil – Sistema de Gerenciamento Integrado no Município de Jundiaí-SP, Brasil

Civil Construction Waste – Integrated Management System by Jundiaí Municipality-SP, Brazil

Especialista em Direito Aguinaldo Leite

Engenheiro Agrícola e Civil Mestre Rodrigo Miguel Pereira Batalha

RESUMO

Visando uma melhoria coletiva a fim de cumprir com as premissas da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em 2013 a Prefeitura de Jundiaí elaborou o Plano de Saneamento Básico Setorial para a Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos, este um importante instrumento para nortear as ações de manejo adequado. O trabalho em questão trata do atual modelo de gestão diferenciada do manejo de resíduos da construção civil. O objetivo foi avaliar a eficiência do modelo de gestão, no que tange as questões econômicas e ambientais. O estudo foi realizado no Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Jundiaí-SP, utilizando-se os dados da Secretaria Municipal de Serviços Públicos. Os tratamentos aplicados envolvem etapas como britagem, triagem e peneiramento. Os resultados mostraram que em 2013 o Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Jundiaí recebeu 147.018,5 toneladas de resíduos da construção civil com um percentual de reciclagem de 37%, resultando em uma economia de aproximadamente R\$ 2.000.000,00 nas obras realizadas pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos.

Palavras-chave: Resíduos da Construção Civil. Gerenciamento. Economia. Reciclagem. Recursos secundários.

ABSTRACT

Aiming at collective improvement in order to fulfill according to assumptions of the National Solid Waste Policy, in 2013 the City Hall of Jundiaí-SP developed the Basic Sanitation Sector Plan for Urban Sanitation and Solid Waste Management, an important tool to guide the actions of appropriate management. The work in question is the current differentiated management model of waste management construction. The objective was to assess the efficiency the management model, regarding the economic and environmental issues. The study was carried out in the Waste Management Center Solid Jundiaí, using data from the Municipal Department of Public Services. Treatments applied involve stages such as crushing, sorting and screening. Results showed that in 2013 the Waste Management Center Jundiaí Solid received 147,018.5 tonnes of civil construction

waste with a 37% recycling percentage, resulting in a savings of approximately R\$ 2,000,000.00 in the works carried out by Municipal Utilities.

Keywords: Civil Construction Waste. Management. Saving. Recycling. Secondary resources.

1 HIPÓTESES

As ações para a implantação e operação da infraestrutura e sistemas de gestão de resíduos, se bem planejadas, tornam-se acessíveis para a sociedade e contam com tecnologias onde os recursos locais devem estar envolvidos.

Por esta razão, existe a necessidade de incluir boas práticas de planejamento para criar planos de gestão, e de acordo com eles, resolver o problema dos resíduos especialmente nos países em desenvolvimento.

2 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) conta com um dos seus principais instrumentos, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que apresenta conceitos e propostas para diversos setores da economia compatibilizando o crescimento econômico e preservação ambiental com desenvolvimento sustentável.

Um dos objetivos fundamentais estabelecidos pela PNRS ([Lei nº 12.305/2010](#)) é a ordem da prioridade para a gestão dos resíduos, que deve ser tratada da seguinte forma: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, que deixa de ser voluntária e passa a ser obrigatória.

Jundiaí localiza-se no Estado de São Paulo, com área de 431,2 km² e população estimada – em 2014 – de 393.920 habitantes (IBGE, 2014). Localiza-se entre a latitude 23°11'11" sul e a longitude 46°53'03" oeste. Segundo dados da Secretaria Municipal de Serviços Públicos 49,1% dos resíduos gerados no município são oriundos da construção civil.

Para o gerenciamento destes resíduos, Jundiaí conta com o Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (GERESOL), onde ocorre o processamento do material para sua reutilização em obras públicas.

No início de 2013, o município apresentava 1.270 pontos de descarte irregular, com uma média de apenas vinte caçambas por dia recebidas no GERESOL. Com a implantação do sistema de Controle de Transporte de Resíduos, em dezembro do mesmo ano, a unidade trabalhou com aproximadamente 115 caçambas ao dia e os pontos de descarte irregular diminuíram drasticamente. Atualmente há apenas 60 pontos viciados no município e o GERESOL processa 400 caçambas de resíduos da construção civil diariamente.

O presente artigo evidenciará a eficácia do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento de Resíduos de Construção Civil (RCC), que vem aplicando os conceitos de desenvolvimento sustentável e tendo servido de referência para outros municípios brasileiros.

3 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A PNRS traz consigo em seu Capítulo III os instrumentos da própria política, estes embasados na gestão, fiscalização, monitoramento, nos incentivos fiscais através da criação de fundos, e daqueles que fomentam as atividades de pesquisa e educação ambiental, sendo atrelados à elaboração dos planos de resíduos subdivididos em suas respectivas esferas (federal, estadual, municipal e setor privado).

A elaboração dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos possibilita o desenvolvimento de instrumentos de gerenciamento específicos a cada resíduo, estruturais e não estruturais; aqueles denominados estruturais envolvem desde a caracterização dos resíduos até os tratamentos possíveis. Entretanto, instrumentos não estruturais são relevantes, uma vez que envolvem a otimização do gerenciamento, incremento da fiscalização, mudança de paradigma etc., assim apresentam-se como preventivos e de menor custo.

3.1 Resíduos da Construção Civil

O setor da construção civil é o maior gerador de resíduos sólidos, grande parte de seus processos produzem um volume considerável de material com potencial de reciclagem sendo estes resíduos resultantes de reformas, reparos, demolições, e da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concretos, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiações elétricas etc.

O artigo 3º da Resolução CONAMA nº307, de 05 de julho de 2002 classifica os resíduos da construção civil da seguinte forma:

I – **Classe A** – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II – **Classe B** – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III – **Classe C** – são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV – **Classe D** – são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Segundo o IBGE, por meio da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008, (IBGE, 2010): aproximadamente 99,9% dos municípios brasileiros possuem os serviços de manejo de resíduos sólidos, apenas 50,5% deles dispõem seus resíduos em vazadouros; 22% em aterros controlados; 27,5% em aterros sanitários. A pesquisa indica ainda que 3,8% dos municípios têm unidade de compostagem de resíduos orgânicos, 11,5% contam com unidade de triagem de resíduos recicláveis e 0,6% com unidade de tratamento por incineração.

O descarte inadequado dos resíduos traz consequências problemáticas à saúde pública e ao meio ambiente. As famílias excluídas socialmente encontram nos “lixões” uma forma de sustento, através da coleta de recicláveis visando sua comercialização.

A maioria dos municípios brasileiros não dispõe de recursos técnicos e financeiros para solucionar os problemas ligados à gestão de resíduos sólidos. Ignora-se possibilidades de firmar parcerias com segmentos que deveriam ser envolvidos na gestão e na busca de alternativas para a implementação de soluções.

Raramente utiliza-se das possibilidades e vantagens da cooperação com outros entes federados por meio do estabelecimento de consórcios públicos nos moldes previstos pela Lei de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) e Lei de Consórcios Públicos (Lei nº 11.107/2005) e de seus respectivos decretos de regulamentação, Decreto nº 7217/2010 e Decreto nº 6.017/2007. (MMA, 201-?)

3.2 Riscos Ambientais

Os problemas associados à gestão dos Resíduos de Construção Civil (RCC), na maior parte das vezes, estão associados às deposições irregulares e os “bota-foras” clandestinos. Muitas vezes estes locais tornam-se pontos para deposições de Resíduos Domiciliares, Industriais e outros. Entre os principais impactos ambientais que podemos destacar estão os impactos relativos à poluição do solo e poluição hídrica quando depositados próximos de rios e córregos, comprometendo a estabilidade das encostas e conseqüentemente a drenagem urbana.

Muitas vezes as deposições irregulares são provenientes de pequenas obras ou reformas realizadas pela fração urbana mais carente de recursos financeiros, não possibilitando a contratação dos agentes coletores formais. Assim colaboram para a degradação ambiental alimentando o processo de deposição irregular realizado por pequenos veículos coletores de tração animal.

O depósito irregular de RCC contribui também com a proliferação de vetores patogênicos urbanos, servindo a estes como fonte de água e abrigo, além da poluição visual causada pelos

“entulhos” despejados no cenário municipal. Portanto, os resíduos depositados de maneira inadequada proporcionam prejuízos de ordem econômica, ambiental e social.

3.3 Instrumentos de Gestão

Segundo descrito no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Cachoeirinha (2012),

A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é a maneira de conceber, sistematizar, implementar e manter os sistemas de administração de resíduos sólidos. Para cada situação é necessário identificar as características dos resíduos e as peculiaridades da cultura local, para implantar e implementar ações adequadas e compatíveis com a situação. (PEREIRA, 2014)

Assim, este item irá relatar os instrumentos de gestão desenvolvidos e implementados pela Prefeitura de Jundiá que foram elaborados durante o estabelecimento de uma gestão integrada de RCC, a partir da harmonização entre as alternativas tecnológicas e sistemáticas propostas, estando estas ancoradas em uma caracterização do problema, tendo sido planejadas e estabelecidas de tal forma que se complementaram.

3.3.1 Controle de Transporte de Resíduos

No município de Jundiá, existe o programa Controle de Transporte de Resíduos (CTR), que tem como função monitorar o processo de descarte e beneficiamento de RCC. As caçambas são catalogadas de acordo com as classes dos resíduos determinadas pelo artigo 3º da Resolução do Conama nº 307, de 05 de julho de 2002.

Para cada caçamba existe uma ou mais classes de materiais descartados, que são fiscalizados para que cada uma possa ser instalada adequadamente, evitando que os materiais de diferentes classes sejam misturados e garantindo que sejam transportados às Áreas de Transbordo e Triagem (ATT).

As caçambas são cadastradas recebendo um número de identificação específico. Também compõe o controle o registro do local da obra, a data de início da operação e o caçambeiro responsável, que por sua vez deve se cadastrar junto à Secretaria de Serviços Públicos e fornecer outras informações para melhoramento do sistema de controle.

Quando o serviço caçambeiro é contratado gera-se o CTR, este marca o início do monitoramento e controle. O documento é preenchido com informações sobre o gerador, o transportador, as características do resíduo (classe, quantidade, descrição), disponibilizando instruções para a implementação da operação.

A fiscalização conta com uma ferramenta fundamental composta de um sistema online de controle, o “Jundiaí Coletas Online”, que consiste na fiscalização georreferenciada das caçambas, via mapeamento fotográfico, e torna possível vigiar o descarte ilegal tanto em terrenos irregulares quanto nas próprias caçambas dispostas. Este sistema também identifica as caçambas que ainda precisam ser vistoriadas, as que ultrapassaram o prazo de disposição em obras, e as que não possuem cadastro junto à SMSP. Assim que os materiais são recebidos regularmente no GERESOL, é emitido um comprovante para o transportador e o cliente recebe o certificado via internet.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Jundiaí com foco no processo de coleta, transporte e controle das caçambas contendo os resíduos inertes, beneficiamento dos resíduos da construção civil através da reciclagem e os benefícios econômicos decorrentes desses processos.

As caçambas catalogadas no sistema “Jundiaí Coletas Online” são recolhidas pelos caminhões da prefeitura e encaminhadas para o GERESOL. Ao chegar à estação de Transbordo, as caçambas são pesadas no pátio de entrada (Figura 1) e encaminhadas para uma área especial onde será feita uma avaliação qualitativa por metro cúbico dos resíduos depositados em seu interior (Figura 2).

Em seguida, este material é triado (Figura 3), retirando-se aquilo que não pode ser reutilizado, ou reciclado, nas obras públicas, como madeiras (Figura 4), materiais metálicos (Figura 5) e recicláveis (Figura 6). Posteriormente outro caminhão recolhe os resíduos já separados (Figura 7), encaminhando-os para o processo de britagem (Figura 8), nova triagem (Figura 9) e peneiramento (Figura 10).

Nesta última operação, o material sai em sua granulometria correta para ser utilizado como: brita 1, brita 2, brita 3 (Figura 11), bica corrida, pedrisco, areia (Figura 12) e rachão.

Figura 1 – Pesagem do caminhão no pátio de entrada do GERESOL contendo os resíduos da construção civil no interior da caçamba



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 2 – Avaliação qualitativa dos resíduos depositados no interior da caçamba



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 3 – Triagem manual dos resíduos não classificados como RCC



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 4 – Madeiras separadas no processo de triagem



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 5 – Materiais metálicos separados no processo de triagem



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 6 – Materiais recicláveis separados no processo de triagem



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 7 – Transporte dos resíduos triados para o processo de britagem



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 8 – Início do processo de britagem



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 9 – Segunda triagem realizada durante o processo



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 10 – Peneiramento granulométrico dos materiais



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 11 – Deposição do material conhecido por Brita 3



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 12 – Deposição dos materiais conhecidos por Brita 1 (à esquerda) e Areia (à direita)



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 13 – Materiais reciclados utilizados em obras públicas



Fonte: Arquivo GERESOL.

Figura 14 – Materiais reciclados utilizados em obras públicas



Fonte: Arquivo GERESOL.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados mostram que a partir da implantação do novo sistema de gerenciamento, denominado “*Coletas online*”, a fiscalização de caçambas com auxílio de sistema de posicionamento global, implicou no aumento do número de caçambas recebidas pela municipalidade e, conseqüentemente a diminuição de pontos de descarte irregulares.

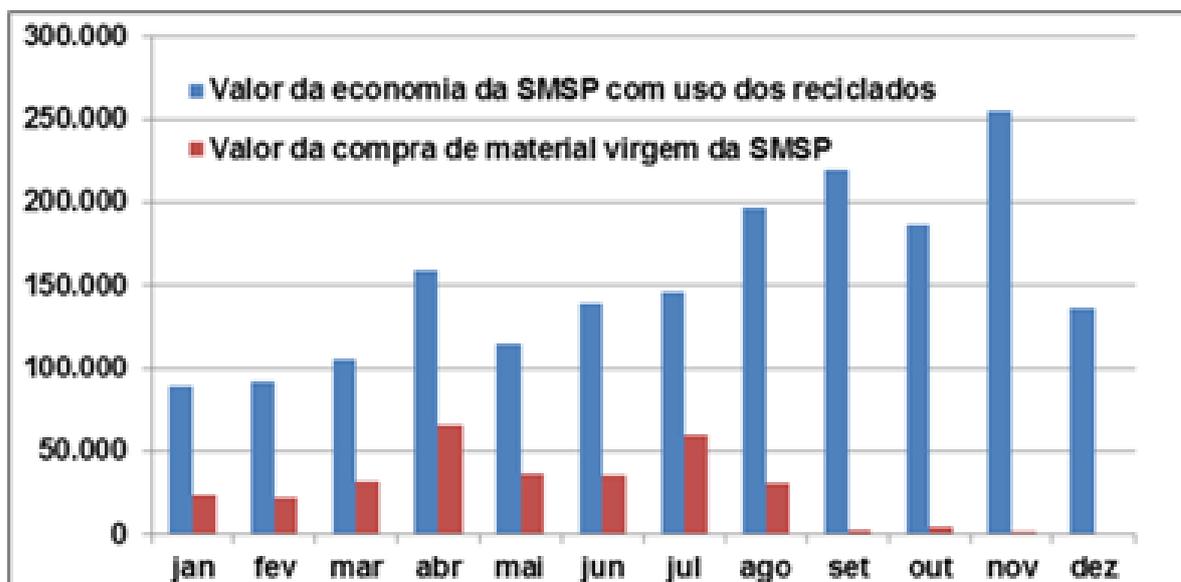
O GERESOL recebeu, em 2013, 147.018,5 toneladas de resíduos da construção civil com um reaproveitamento (material reciclado) de 37%, resultando em uma economia de aproximadamente R\$ 2.000.000,00 (Figura 15).

Do total de material reciclado (RCC reciclado), ou seja 37% do montante bruto recebido, 90% deste material, beneficiado no GERESOL, foi utilizado pela municipalidade na manutenção de estradas vicinais e como sub-base de pavimentos, construção de calçadas, guias, sarjetas e materiais pré-moldados em geral, os demais 10% em obras de drenagem urbana (base e sub-base de elementos de drenagem urbana).

Além disso, o Plano de Saneamento Básico Setorial para a Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos de Jundiaí conta com um capítulo que trata sobre o assunto “construção de ecopontos”, a fim de propiciar alternativas à população de Jundiaí para o descarte de RCC e outros recicláveis, além de que, a criação dessas estações de recebimento também é importante para

atender a determinação da [Resolução do CONAMA nº 307/2002](#), que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Figura 15 – Gráfico da economia e compra de materiais no ano de 2013 (R\$)



Fonte: Elaborado pelos autores com dados do GERESOL (2014).

6 CONCLUSÕES

O modelo de gestão diferenciada dos resíduos da construção civil, adotada a partir de 2013 pelo município de Jundiaí, mostra-se eficiente tanto na ordem econômica quanto ambiental.

A implantação do sistema de monitoramento, gerenciamento e o aprimoramento da fiscalização dos geradores, transportadores e receptores (ATTs) de RCC, reduziu drasticamente o número de operações clandestinas, assim como os pontos de descarte irregulares.

Os resultados obtidos, já em 2013, foram significativos tendo o Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Jundiaí – GERESOL – recebido 147.018,5 toneladas de resíduos da construção civil com um reaproveitamento de 37%, consequentemente numa economia de, aproximadamente, R\$ 2.000.000,00, uma vez que o material reciclado foi aplicado nas obras realizadas pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos.

A substituição de matéria-prima virgem adquirida pela Prefeitura Municipal de Jundiaí, pelos materiais reciclados não implicou apenas na redução dos custos financeiros, mas, principalmente, nos custos ambientais, tais como: redução da poluição do solo proveniente pelo descarte inadequado dos RCC, minimização de eventos de enchente (obstrução de galerias e canais urbanos), minimização da poluição visual e redução de locais passíveis de proliferação de vetores.

Desse modo, o sistema de gestão integrada visa trazer uma nova sistemática para a gestão de resíduos da construção civil em Jundiá, principalmente no tocante à introdução de tecnologias para o gerenciamento destes resíduos, impondo uma série de novas atividades que foram implementadas para fins de conscientização e controle, estas voltadas não apenas para adequação das práticas atuais aos termos da Lei, mas principalmente para fins de preservação dos recursos naturais e mitigação das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. CONAMA. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 2010.
- LIMA, Ruy Reinaldo Rosa; LIMA, Rosimeire Suzuki. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Cuiabá: CREA, 2012. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Contexto e Principais Aspectos**. A Problemática "Resíduos Sólidos" [201-?]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/contextos-e-principais-aspectos>>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Planos de gestão de resíduos sólidos: Manual de orientação**. Brasília: MMA, 2012.
- PEREIRA, Christiane Dias. **Rota tecnológica para a gestão sustentável de resíduos sólidos domiciliares**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Especialização) – Curso de Pós-Graduação em Direito Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

PINTO, Tarcísio de Paula; GONZÁLES, Juan Luís Rodrigo. (Coords.). **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Volume 1 – Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios. [Parceria técnica entre o Ministério das Cidades, o Ministério do Meio Ambiente e a Caixa Econômica Federal]. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2005. Disponível em: <http://www.reusa.com.br/biblioteca/Manual%20RCD%20Vol1_out_2006.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

PMJ – Prefeitura do Município de Jundiaí. **Plano de saneamento básico setorial para a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos**: versão preliminar para consulta pública, Jundiaí, São Paulo – fev./2014.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal da Cidade de São Paulo. **Plano de gestão integrada de resíduos sólidos da cidade de São Paulo**: Resumo executivo – 2014. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

LEITE, Aguinaldo; BATALHA, Rodrigo Miguel Pereira. Resíduos de Construção Civil – Sistema de Gerenciamento Integrado no Município de Jundiaí-SP, Brasil. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246I>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maió – 2017**.

Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos em Cidades de Menor Porte: caso de Votuporanga-SP, Brasil

Sustainable Management Municipal Solid Waste in Smaller Cities: case of Brazil

Geólogo Mestre Luiz Gustavo Gallo Vilela

Bióloga Simone Neiva Rodella

RESUMO

Votuporanga é uma cidade do interior do Estado de São Paulo, Brasil, que caminha na prática da gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos e desenvolve ações para se ajustar à nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010). A coleta regular de lixo, a coleta seletiva e a varrição de logradouros públicos atendem à 100% da população. O município investe na capacitação de seu corpo técnico e administrativo, na modernização das coletas, na implantação de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) de vários tipos, tais como o ECOTUDO[®] e outros dispositivos espalhados pela cidade. Diversos programas atingem a gestão de resíduos especiais (eletroeletrônicos, lâmpadas fluorescentes, óleo de cozinha usado, dentre outros) e, principalmente, a educação ambiental da população e empresas. O projeto ECOTUDO[®] é uma instalação que trabalha diretamente com a valorização dos resíduos sólidos urbanos através de um manejo organizado e de autocompreensão de seu funcionamento. O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Votuporanga apresenta um diagnóstico completo dos serviços municipais de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, bem como os prognósticos, proposições e metas, tais como: a otimização da coleta seletiva, a modernização da coleta regular, o estabelecimento de parcerias e acordos setoriais para logística reversa, o sistema de remuneração de grandes geradores, a definição da rota tecnológica e a instalação de processo de PPP (Parceria Público-Privada) para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos. Gestão municipal sustentável. Pontos de Entrega Voluntária. ECOTUDO[®]. Cidades de menor porte.

ABSTRACT

Votuporanga is a city in São Paulo State, Brazil, who walks toward the sustainable management of municipal solid waste and develops actions to adjust to the new Solid Waste National Policy (Federal Law nº 12305/2010). The city is totally served by regular waste collection, selective collection and public places sweeping. The municipality invests in training the technical and administrative staff, modernization of collections and introduction of waste drop-off places, such

as ECOTUDO® Project and other devices around the city. Several programs comprehend the management of special waste (electronics, fluorescent lamps, used cooking oil, among others) and, especially, the environmental education of the population and companies. The ECOTUDO® Project is a facility that works directly with the valorization of urban solid waste through an organized management and self-understanding operation. The *Solid Waste Integrated Management Municipal Plan* of Votuporanga presents a complete diagnosis of municipal urban cleaning and solid waste management as well as predictions, propositions and goals, such as: optimization of selective collection, modernization of the regular collection, establishment of partnerships and sectoral agreements for reverse logistics, remuneration system of large generators, definition of the technological route and the installation process of PPP (Public Private Partnership) for the municipal solid waste treatment.

Keywords: Urban solid waste. Sustainable municipal management. Waste drop-off places. ECOTUDO®. Smaller cities.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem o desafio de se ajustar à [Lei Federal nº 12.305/2010](#) que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), normativa que moderniza por completo a gestão de resíduos sólidos e se baseia em experiências europeias, principalmente.

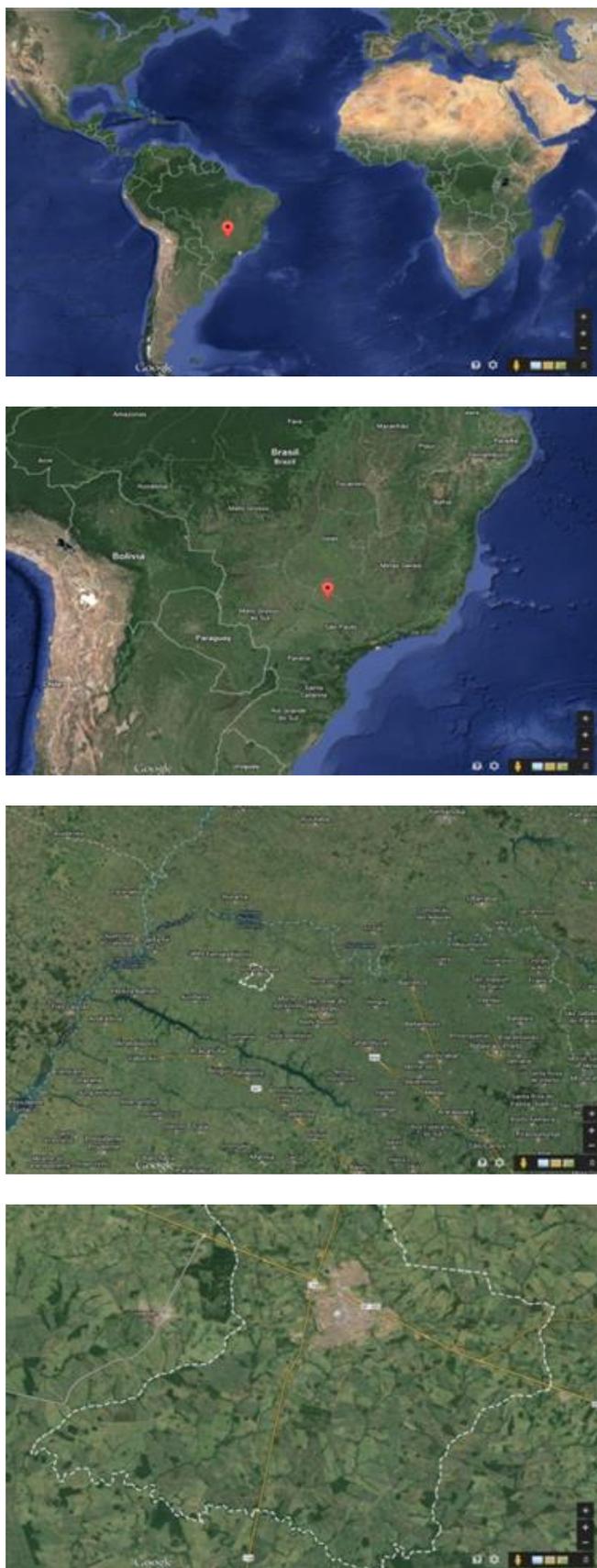
Tendo o país dimensões continentais, a aplicação de tal política vai variar bastante visto a heterogeneidade das regiões do Brasil. Ainda dentro da mesma região ou estado, as diferenças entre municípios podem ser grandes, seja nos recursos financeiros e humanos, nas características geográficas, seja nos tipos de resíduos gerados. As maiores cidades brasileiras, leia-se as mais populosas, geralmente congregam maiores condições de desenvolverem ações importantes na gestão de resíduos sólidos, mas nem sempre são as que logram maior êxito.

A presente experiência no município de Votuporanga, interior do Estado de São Paulo, muito tem a contribuir aos modelos a serem empregados no Brasil, pois se trata de uma cidade de pequeno porte que vem obtendo sucesso na maioria de suas ações.

Votuporanga está localizada na região noroeste do Estado de São Paulo, próxima à cidade de São José do Rio Preto (86 km) e distante cerca de 520 km da capital, São Paulo. Possui uma área de 421,034 km², a uma altitude de 525 metros. Sua população estimada para o ano de 2013 é de 89.715 habitantes, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O relevo é constituído por superfícies planas e o solo se caracteriza como de média e alta fertilidade. O clima é tropical com invernos secos (Aw na classificação de Köppen) com temperatura média anual de 24 °C, tendo a média das máximas de 30 °C e a média das mínimas de 18 °C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.448,7 mm. O mês mais quente é outubro, com média das máximas de 32 °C e o mês mais frio é julho, com média das mínimas de 14 °C. O mês mais chuvoso é janeiro, com precipitação média de 269,6 mm e os meses menos chuvosos são julho e agosto com 22,3 e 22,2 mm, respectivamente, dados do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI). A localização do município é mostrada na Figura 1.

Figura 1 – Localização do município de Votuporanga – SP



Fonte: Google Earth.

A cidade tem uma relevante indústria moveleira sendo considerada um polo do setor, com cerca de 300 indústrias. Possui outros setores industriais, tais como têxtil, metalúrgica e implementos rodoviários. Segundo dados do IBGE e Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) para o ano de 2011, O Produto Interno Bruto (PIB) de Votuporanga foi de R\$ 1.497.047 e o PIB *per capita* de R\$ 17.535,78. O orçamento municipal total em 2014 foi de R\$ 247 milhões.

Votuporanga possui ótimos indicadores relativos ao saneamento, tais como 100% de esgoto coletado e tratado, 100% de água tratada e distribuída e 100% dos imóveis atendidos pela coleta de lixo comum e seletiva (materiais recicláveis). O último *Ranking* Ambiental Paulista, em 2014, elaborado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente através do Programa Município VerdeAzul, coloca o município em 2º lugar dentre todos os municípios paulistas e na 1ª posição entre os municípios com população entre 50 e 100 mil habitantes.

Os investimentos com a gestão ambiental municipal saltaram de R\$ 390 mil em 2005 (Fundação SEADE) para R\$ 7,3 milhões em 2013 (dados internos SAEV Ambiental, 2014), um incremento de mais de 1.800% em oito anos.

Com relação aos índices de desenvolvimento humano e social, a cidade de Votuporanga está na 67ª colocação no Brasil segundo o Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios – IDH-M 2010 (PNUD Brasil, 2013), com o valor de 0,790 classificada como cidade de alto desenvolvimento. Outro índice muito utilizado no Brasil é o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) que acompanha anualmente, com base em estatísticas públicas oficiais, o desenvolvimento socioeconômico de todos os mais de 5 mil municípios brasileiros em três áreas de atuação: emprego e renda, educação e saúde. Na última edição 2014 (ano-base 2011) o IFDM de Votuporanga foi de 0,9016 colocando a cidade como a 6ª no Brasil.

2 GESTÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os serviços de limpeza urbana prestados pelo município compreendem a coleta convencional dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD), a coleta seletiva de materiais recicláveis, a varrição de logradouros públicos, a operação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), capina e roçagem, e limpeza de bueiros.

A coleta e a destinação de resíduos de construção civil (RCC) e dos resíduos de serviço de saúde (RSS) são executadas por empresas privadas com fiscalização do poder público municipal.

No município de Votuporanga a responsabilidade pelos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é da Superintendência de Água, Esgotos e Meio Ambiente (SAEV Ambiental), Autarquia Municipal, através de seu Departamento de Meio Ambiente, e da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos (Lei Orgânica Municipal nº 47, de 25 de novembro de 2002).

Em 2013, Votuporanga coletou, diariamente, um volume médio de 77,23 toneladas de resíduos sólidos domiciliares e comerciais, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Geração de RSD em Votuporanga no ano de 2013

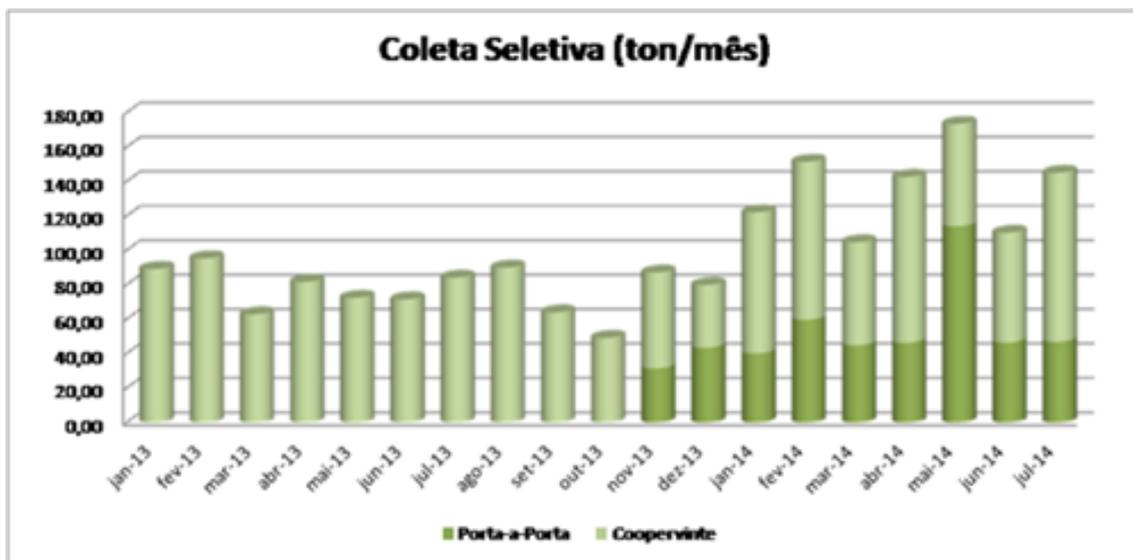
Mês	Volume total coletado (ton)	Média diária (ton)
Janeiro	2.587,16	86,24
Fevereiro	2.221,49	79,34
Março	2.209,61	73,65
Abril	2.288,91	76,30
Maiο	2.238,96	74,63
Junho	2.151,13	71,70
Julho	2.269,09	75,64
Agosto	2.189,72	72,99
Setembro	2.148,18	71,61
Outubro	2.429,43	80,98
Novembro	2.296,06	76,54
Dezembro	2.613,29	87,11
Médias	2.303,59	77,23

Fonte: Elaborado pelos autores com dados SAEV Ambiental (2013).

A coleta e destinação final dos RSD são terceirizados, bem como a varrição de logradouros públicos. A coleta seletiva é realizada em duas frentes, sendo a coleta porta-a-porta terceirizada e a coleta dos grandes geradores executada pela Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Votuporanga (Coopervinte). Esta cooperativa também é responsável pela triagem, beneficiamento e comercialização destes materiais recicláveis coletados.

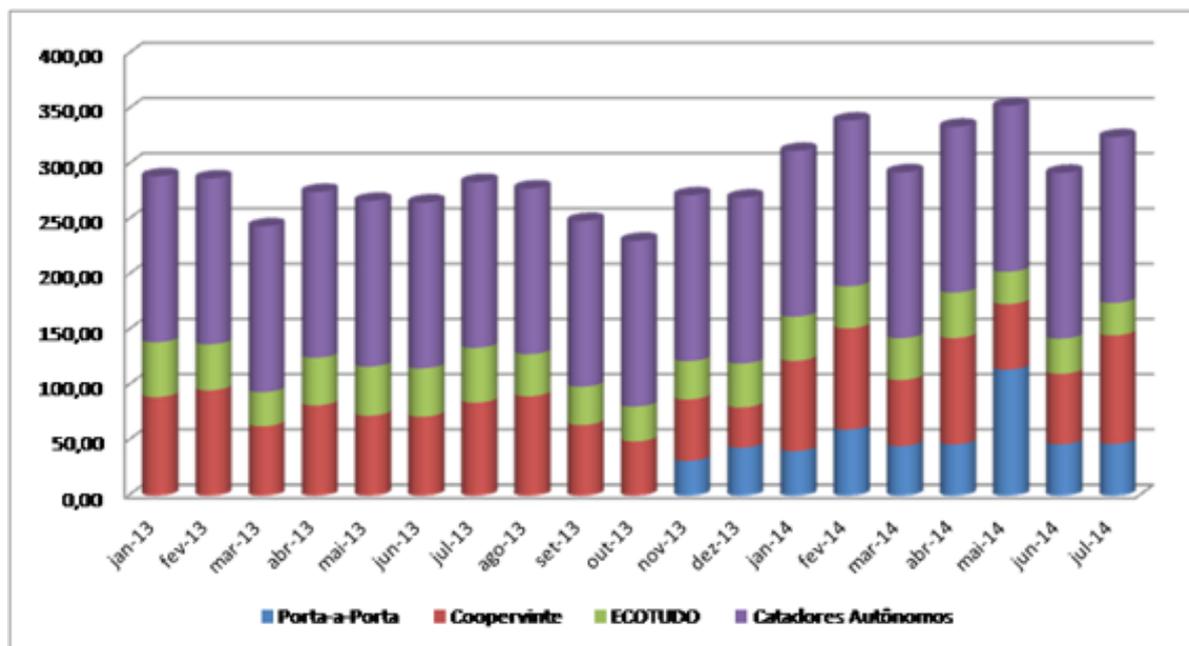
A coleta seletiva, onde o modelo atual se iniciou em novembro de 2013, vem aumentando gradativamente o volume coletado. O sistema porta-a-porta e PEVs coleta atualmente uma média de 50 toneladas/mês. Adicionando-se o coletado pela Coopervinte, de cerca de 70 toneladas/mês, obtém um montante de 120 toneladas/mês de materiais recicláveis, correspondendo a cerca de 5% dos RSD coletados (Figura 2).

Figura 2 – Gráfico da evolução da Coleta Seletiva (Sistema Porta-a-Porta e grandes geradores – Coopervinte)



Fonte: Elaborado pelos autores com dados de SAEV Ambiental (2014) e Coopervinte (2014 [dados não publicados]).

Figura 3 – Gráfico incluindo todas as ações de Coleta Seletiva praticados no município de Votuporanga



Fonte: Elaborado pelos autores com dados de SAEV Ambiental, Coopervinte e Secretaria Municipal de Assistência Social (2014 [dados não publicados]).

Quando se inserem os dados do PEV ECOTUDO® (média de 38 toneladas/mês) e dos catadores autônomos (média estimada de 150 toneladas mês), este volume coletado aumenta

consideravelmente, atingindo um total de cerca de 300 toneladas/mês, neste caso correspondendo a 13% dos RSD coletados (Figura 3). Ressalta-se que o volume relativo aos catadores autônomos é estimado com relação às famílias que sobrevivem de coleta de recicláveis e pode variar, pois não há controle por parte do poder público.

Figura 4 – PEV metálico localizado em praça pública da cidade



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Em dezembro de 2013 a SAEV Ambiental através de uma parceria com os Rotary Clubs de Votuporanga instalou 15 PEVs (Pontos de Entrega Voluntária) em pontos estratégicos da cidade (Figura 4). Um destes PEVs já existia, totalizando 16 unidades na cidade. Apesar de instalados há pouco tempo, estes dispositivos têm se mostrado uma boa opção à população para descarte de materiais recicláveis.

2.1 Projeto ECOTUDO®

Até o ano de 2009, o município de Votuporanga possuía diversos “pontos de caçamba” para recebimento de resíduos usualmente não recolhidos pelo serviço de coleta regular. Estes se resumiam em pontos distribuídos estrategicamente na periferia, onde os munícipes depositavam resíduos volumosos e especiais, em caçambas disponibilizadas pela prefeitura. Os materiais ali depositados eram recolhidos e encaminhados para aterro, uma vez que não eram acondicionados adequadamente tornando inviável o reaproveitamento e ou reciclagem. A gestão por parte do poder público destes pontos era muito difícil e a falta de orientação à população tornou alguns destes locais “mini-lixões” (Figura 5).

Figura 5 – Antigo ponto de caçamba



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2009).

Após algumas tentativas de adequação chegou-se à conclusão que manter esses pontos era econômica e ambientalmente inviável. Diante do impasse, optou-se pela implantação de PEVs. Os tradicionais PEVs são áreas públicas preparadas para receberem resíduos específicos, em horários e quantidade determinados. Além da restrição de volume e horário, esses PEVs tradicionais geralmente proíbem a disposição de alguns tipos de resíduos como eletroeletrônicos, lâmpadas fluorescentes, óleo de cozinha usado e animais mortos, ficando, às vezes, limitados aos resíduos de construção civil e volumosos. No entanto, foram considerados, durante muito tempo, como a melhor alternativa para resolver o problema dos descartes irregulares, representando importantes ferramentas para os sistemas de gestão. Atualmente, é sabido que a melhor alternativa para a solução dos problemas dos resíduos volumosos está na “entrega seletiva”, onde a segregação é feita pela própria população.

Municípios de porte pequeno e médio, com predominância ou grande parte do território em área rural deve basear sua coleta seletiva com a implantação de pontos de entrega voluntária, assim como mencionado por Beltrame (2012) que conclui isto em artigo sobre município pequeno do Rio Grande do Sul.

Assim sendo, a Administração Municipal de Votuporanga, através da SAEV Ambiental, oportunizou a implantação de um PEV diferenciado, orientado para a “entrega seletiva” de modo a possibilitar e incentivar o reaproveitamento e a reciclagem de materiais, que antes tinham como destino o aterro sanitário. Assim, foi criado o ECOTUDO[®], com importantes diferenciais como:

- Recebimento de todo tipo de resíduos, sem exceção, de origem doméstica;
- Funcionamento ininterrupto, 24 horas por dia, inclusive finais de semana e feriados;
- Manutenção de funcionários para disciplinar e/ou orientar o descarte;
- Central de informações sobre disposição de resíduos de origem comercial e industrial;
- Guarita monitorada 24h;
- Freezer para congelamento de animais mortos;
- Baias de separação;
- Ações voltadas à educação ambiental e, destinação ambientalmente adequada dos resíduos.

Todos os resíduos são cuidadosamente segregados e cada um tem a destinação mais adequada possível. Para tanto, foram firmadas parcerias com empresas transportadoras, recicladoras e cooperativa de catadores de materiais recicláveis.

Figura 6 – Entrada e portaria do ECOTUDO® Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

O município de Votuporanga conta, atualmente, com duas unidades do ECOTUDO® instaladas na zona norte e sul. Em ambos, foram confeccionadas floreiras utilizando pneus inservíveis, e outros materiais recicláveis, num belo projeto paisagístico. São também, dotados de baias e sinalizados para que os usuários possam, ao longo do percurso, depositar seus resíduos separadamente. As Figuras 6 a 19 ilustram a estrutura e os aspectos principais das unidades do ECOTUDO®.

Figura 7 – Aspecto geral do barracão do ECOTUDO® Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 8 – Acesso ao barracão do ECOTUDO® Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 9 – Aspecto geral do interior barracão do ECOTUDO® Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 10 – Aspecto das baias – ECOTUDO® Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 11 – Baía de tecidos e calçados – ECOTUDO® Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 12 – Local de depósito de materiais recicláveis – ECOTUDO® Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 13 – Parte traseira do local de depósito de materiais recicláveis – ECOTUDO® Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 14 – Caçambas para depósito de resíduos da construção civil – ECOTUDO® Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 15 – Depósito de livros e revistas que se transformou no “Espaço ECOLEITURA”. Ao lado local de depósito de lâmpadas fluorescentes – ECOTUDO Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 16 – Tanque de óleo de cozinha com carregamento em caminhão para produção de biodiesel – ECOTUDO® Sul



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 17 – Aspecto do prédio que abriga o ECOTUDO® Norte



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 18 – Interior do barracão do ECOTUDO® Norte, mostrando as baias de resíduos



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Figura 19 – Interior do barracão do ECOTUDO® Norte com baias e local de recicláveis



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

No ECOTUDO®, não há restrição de materiais, porém, foi projetado para atender, exclusivamente, os geradores de pequenos volumes ficando restrito a resíduos exclusivamente domiciliares. Parte dos objetos (aqueles em bom estado) fica à disposição para que, se houver interesse, sejam doados para pessoas carentes da comunidade. Ambas as unidades são monitoradas além de possuírem guarita e equipe de segurança. Todo e qualquer resíduo tem sua destinação ambientalmente correta garantida, sendo emitidos documentos comprobatórios como Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental (CADRI), relatórios, notas e outros certificados.

A Figura 20 ilustra a destinação dos diferentes tipos de resíduos domiciliares recebidos no ECOTUDO®. Recentemente, foram firmadas importantes parcerias com a iniciativa privada, através de oferta pública viabilizando a reciclagem de resíduos verdes, para-choques automotivos, eletroeletrônicos e espumas e madeiras de estofados. Essas empresas retiram o material do ECOTUDO®, processam e comercializam os produtos finais. O óleo de cozinha usado passa por filtragem e decantação sendo posteriormente comercializado para fabricação de biodiesel. Os recicláveis são doados à Cooperativa de Catadores e os resíduos inertes, enviados para aterro específico, onde parte é reciclada. Os pneumáticos são enviados para reciclagem através de convênio firmado com a Associação Nacional das Indústrias Pneumáticas (ANIP). Enfim, os resíduos são segregados de modo a favorecer a recuperação dos materiais com alguma possibilidade de reaproveitamento ou reciclagem gerando emprego e renda. Os rejeitos são encaminhados ao aterro sanitário.

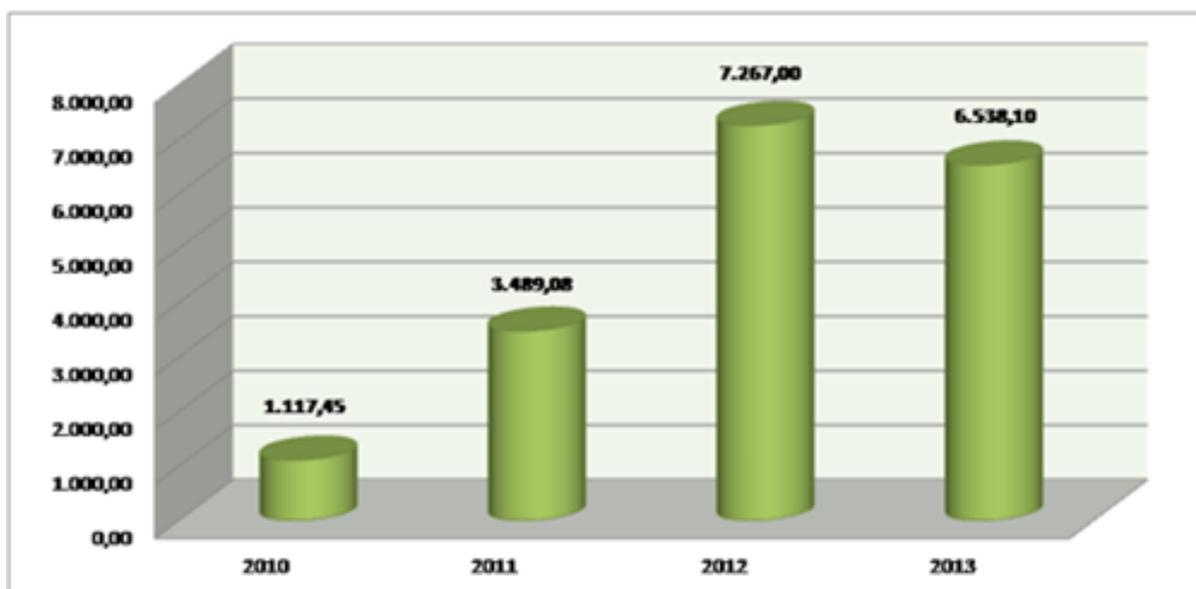
Figura 20 – Destinação dos principais resíduos recebidos no ECOTUDO®



Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

Em relação à evolução geral do ECOTUDO®, em abril de 2010 a primeira unidade fechou seu primeiro mês de atendimento com 60 toneladas de resíduos domiciliares diversos. Até dezembro do mesmo ano foram recebidas 1,1 mil toneladas de materiais. Em 2011, já com duas unidades instaladas, chegou-se a um montante de 3,5 mil toneladas. Em 2012, 7,3 mil toneladas e em 2013, um total de 6,5 mil toneladas, totalizando assim, um montante de 18,4 mil toneladas de resíduos desde a implantação do projeto até dezembro de 2013. Tomando como base os dois últimos anos, 2012 e 2013, a média de recebimento é de 575 toneladas/mês, representando 25% do peso dos RSD coletados regularmente.

A Figura 21 demonstra a evolução do recebimento de resíduos no ECOTUDO®.

Figura 21 – Evolução da quantidade de resíduos recebidos no ECOTUDO[®], em ton/mês

Fonte: Arquivo SAEV Ambiental (2014).

No que diz respeito aos tipos de resíduos recebidos, temos os seguintes dados expressos na Tabela 2:

Tabela 2 – Percentual de cada tipo de resíduo recebido no ECOTUDO[®], de novembro de 2012 a outubro de 2013

Tipo de Resíduo	%
Construção Civil	70,79
Verdes	12,02
Pneus	5,42
Orgânicos	3,56
Doações (roupas, móveis, calçados)	2,25
Recicláveis comuns (papel, plástico, vidro)	2,23
Eletroeletrônicos	1,95
Metais	0,86
Animais mortos	0,52
Madeiras	0,31
Óleo de cozinha usado	0,06
Pilhas e baterias	0,02
Lâmpadas Fluorescentes	0,01
Total	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores com dados SAEV Ambiental (2014).

Um dado interessante que não está computado na Tabela 2 é com relação aos sofás recebidos pelo ECOTUDO®. Votuporanga é um dos principais polos de indústrias de móveis do Brasil e, por consequente, a geração deste tipo de resíduo é intensa na cidade. Dito anteriormente que através das parcerias firmadas entre a SAEV e entidades privadas, alguns sofás em melhores condições são coletados e reformados e aquelas unidades em pior estado são parcialmente reaproveitados, com relação às espumas, madeiras e borrachas. Mesmo com tudo isso, ainda se envia ao aterro sanitário, a cada seis meses, uma quantidade aproximada de 50 toneladas de rejeitos de sofás. Estima-se, portanto, que as unidades do ECOTUDO® recebam cerca de 13 toneladas/mês de sofás o que corresponderia a cerca de 300 unidades (peças) por mês.

3 ADEQUAÇÃO À POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O principal instrumento preconizado na PNRS é a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Tal plano, que deverá ser apoiado nos planos Federal e Estadual, visa traçar os objetivos e metas para sistematizar e implementar uma gestão integrada de resíduos sólidos profícua e ajustada ao tipo e problemas do município em questão, além de atender o previsto na legislação em vigor.

Votuporanga procurou elaborar um PMGIRS que realmente atenda as demandas atuais e futuras relacionadas aos resíduos sólidos urbanos e que se encaixe aos problemas enfrentados pelo município, mas com a visão de um futuro progressista e de crescimento social e econômico.

O PMGIRS de Votuporanga apresenta um diagnóstico completo dos serviços municipais de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, bem como devidos prognósticos e proposições. Dentre as principais metas e propostas temos:

- **Otimização da Coleta Seletiva** – meta de atingir 30% em 10 anos;
- **Modernização da coleta regular de RSD** – proposta de mecanização e containerização da coleta;
- **Parcerias e acordos setoriais para logística reversa** – o Poder Público Municipal deverá realizar novos acordos setoriais e definir remuneração com o setor produtivo para reger a coleta e recuperação dos materiais da fração seca constringidos à logística reversa pela PNRS;
- **Sistema de remuneração para manejo dos RSU** – imediata proposição de lei de pagamento de grandes geradores;
- **Definição da rota tecnológica para tratamento de RSU** – apontado pelo PMGIRS como a melhor alternativa para Votuporanga (e cidades deste porte), o Tratamento Mecânico e Biológico, através da fermentação seca descontínua e a compostagem, por ser a tecnologia de menor grandeza de impacto e economicamente viável;

- **Instalação de processo de PPP (Parceria Público-Privada) para tratamento de RSU** – lançamento ainda em 2014 de uma chamada pública para captar no mercado soluções de valorização de resíduos voltadas para o aproveitamento máximo destas frações e respectivo desvio de massa dos aterros.

4 CONCLUSÕES

A gestão de resíduos sólidos urbanos em cidades de porte pequeno e médio deve se adaptar às realidades de cada localidade e muitas vezes optar por soluções criativas. A heterogeneidade do Brasil se aplica à produção e tipologia dos resíduos sólidos gerados o que se traduz em diversos modelos de gestão que podem ser aplicados.

A falta de recursos financeiros e humanos que aflige muitas cidades menores pode ser compensada por soluções mais ajustadas, pois como vantagem estas cidades podem explorar melhor aspectos como o diagnóstico preciso dos problemas e programas de separação do lixo em escolas, indústria e comércio, além das residências, por conseguir dialogar diretamente com todos estes atores.

A gestão municipal de resíduos sólidos, especialmente pós-PNRS, não consegue avanços sem uma política de valorização de cooperativas de catadores. É papel do poder público municipal estimular a profissionalização das cooperativas e diminuir a dependência destes com as prefeituras.

Toda estrutura montada para auxiliar na gestão de resíduos sólidos deve ser organizada, limpa e de fácil utilização para a população ou para trabalhadores envolvidos. Neste caso, a cidade de Votuporanga torna-se exemplo através do projeto ECOTUDO[®], uma instalação que trabalha diretamente com manejo de resíduos sólidos urbanos, mas que preserva o local sem acúmulo de lixo ou detritos, muito organizado e de autocompreensão de seu funcionamento por todos. Isso transmite uma sensação real de valorização dos resíduos sólidos e naturalmente educa as pessoas e empresas.

Votuporanga atingiu a universalização das coletas regular e seletiva. O município investe na capacitação contínua de todos os atores envolvidos na gestão de resíduos, na modernização das coletas, na implantação de PEVs de vários tipos, tais como o ECOTUDO[®] e dispositivos espalhados pela cidade, na varrição em 100% da área urbana, em programas de resíduos especiais (eletroeletrônicos, lâmpadas fluorescentes, óleo de cozinha usado, dentre outros) e, principalmente, na participação e educação da população como chave no processo.

Tentativas de se fazer a coisa correta existem no Brasil, tais como relatado por Santos (2014) na cidade de Esperança, na Paraíba, município com cerca de 30 mil habitantes, onde existia desde os anos 1990 uma interessante e pioneira iniciativa de triagem do resíduo seco e compostagem do orgânico, organizada em uma planta, mas em 2011 foi desativada e transformada em um lixão a céu aberto.

Galbiati (2005) menciona aspectos de políticas públicas municipais para a gestão de resíduos sólidos em cidades de menor porte do Estado do Mato Grosso do Sul e dentre eles, o

oferecimento de apoio técnico às cooperativas de catadores e a junção de ações voltadas para a Educação Ambiental e Social da população, reforçando a vontade política como básica no processo.

Apesar da heterogeneidade das cidades brasileiras, os exemplos de gestão encontrados em Votuporanga podem ser replicados para cidades de portes pequenos e médios, com poucas adaptações.

Conhecimento, criatividade e vontade política são os principais fatores para o sucesso na gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos em cidades de menores portes.

REFERÊNCIAS

- BELTRAME, T. F. Diagnóstico dos Resíduos Gerados e Viabilidade de Implantação da Coleta Seletiva em um Município do Rio Grande do Sul/RS. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, Goiânia/GO, 2012.
- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos Municípios Paulistas**. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_644.html>. Acesso em: 28 jul. 2014.
- FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal**. Disponível em: <<http://www.firjan.org.br/ifdm/>>. Acesso em: 06 ago. 2014.
- GALBIATI, A. F. **O Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e a Reciclagem**. Rede Aguapé, 2005.
- GOOGLE EARTH. **Votuporanga**. Disponível em: <<https://www.google.com/earth/>>. Acesso em: 06 ago. 2014.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#populacao>. Acesso em: 28 jul. 2014.
- PNUD BRASIL – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil/votuporanga_sp>. Acesso em: 06 ago. 2014.
- SAEV Ambiental – **Superintendência de Água, Esgotos e Meio Ambiente de Votuporanga**. Disponível em: <<http://www.saev.com.br/>>. Acesso em: 06 ago. 2014.

SANTOS, Viviane Paiva dos. **Análise do Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos no Município de Esperança – PB**. 2014. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Município VerdeAzul**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municípioverdeazul/ranking-pontuacao/>>. Acesso em: 07 ago. 2014.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações dos Municípios Paulistas – IMP**. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/imp/>>. Acesso em: 06 ago. 2014.

VOTUPORANGA. **Lei Orgânica nº 47**, de 25 de novembro de 2002. Dá nova redação à lei orgânica do município. Disponível em: <<http://camaravotuporanga.sinoinformatica.com.br/camver/leiorg/leiorg.doc>>. Acesso em: 06 ago. 2014.

VOTUPORANGA. **Secretaria Municipal de Assistência Social**. Disponível em: <<http://www.votuporanga.sp.gov.br/n/capa/?x=assistenciasocial>>. Acesso em: 06 ago. 2014.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

VILELA, Luiz Gustavo Gallo; RODELLA, Simone Neiva. Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos em Cidades de Menor Porte: caso de Votuporanga-SP, Brasil. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maio – 2017**.

Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: benefícios × problemas

Composting of Municipal Solid Waste in Brazil: benefits × problems

Engenheira Agrônoma Mestre Kátia Goldschmidt Beltrame

RESUMO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, sancionada pela [Lei nº 12.305/2010](#) estabeleceu o fechamento de todos os lixões até 03 de agosto de 2014. Esse prazo não foi cumprido pela maioria dos municípios brasileiros, que enfrentam todo o tipo de problema inerente a essa complexa questão. Uma das alternativas propostas para o tratamento da parte orgânica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é sua compostagem, porém, com as atuais condições de recolha deficitárias em 42% do lixo gerado, separação na fonte, coleta seletiva e sistema de logística reversa incipientes, aliados a falta de políticas paralelas que regulamentem a compostagem no Brasil, podem levar a resultados desastrosos. Carecemos um escopo legislativo mais amplo, que garanta efetivamente a qualidade do composto obtido a partir de RSU. Sem essa visão, a compostagem passa a ser temerária por colocar em risco não apenas o meio ambiente, a saúde da população, mas principalmente nossos solos agrícolas, que são o nosso maior tesouro, e sua proteção deveria ser tratada como uma questão de segurança nacional. Procuramos ao longo desse artigo avaliar os impactos decorrentes da adoção da compostagem no Brasil e sugerimos algumas ações que podem minimizá-lo.

Palavras-chave: Política Nacional de Resíduos Sólidos. Resíduos Sólidos Urbanos. Compostagem. Composto.

ABSTRACT

The National Solid Waste Policy, sanctioned by the [Law nº 12305/2010](#) established the closure of all dumps until August 3, 2014, this deadline was not met by most municipalities, facing all kinds of problems inherent in this complex issue. One of the proposed alternatives for the treatment of the organic fraction of municipal solid waste is composted, however, with the current conditions of collection deficit in 42% of waste generated, source separation, garbage collection and reverse logistics system incipient, along with the lack of laws regulating composting in Brazil, can lead to disastrous results. We have the need for a broader legislative scope, which effectively ensures the quality of the compost obtained from urban solid waste. Without this vision, the compost becomes irresponsible endangering the environment, the health of the population, but mainly national agricultural soils, which are our greatest treasure, and their protection must be treated as a national security issue. We seek with this article give suggestions to assess the impacts of the adoption of

composting in Brazil under current conditions of sanitation and indicate some actions that can minimize it.

Keywords: National Policy on Solid Waste. Municipal Solid Waste. Composting. Compost.

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sancionada pela Lei nº 12.305/2010 está mudando a maneira como o País trata seu lixo, criando dispositivos que incentivam a reciclagem e a sustentabilidade. Dentre as medidas a serem implantadas para o atendimento da nova Lei está o fechamento dos lixões, cujo prazo se extinguiu em 03 de agosto de 2014. Infelizmente, a maioria dos municípios não conseguiu cumprir essa meta. A obrigatoriedade do fechamento dos lixões traz consigo uma grande preocupação no tocante a inclusão social e produtiva dos catadores de materiais recicláveis, de acordo com o artigo 15, inciso V da PNRS.

Dentro desse contexto, espera-se que os municípios promovam ações, que não sejam apenas de caráter assistencialista e pontuais de apoio às associações e cooperativas de catadores, mas que realmente possam integrá-las na gestão compartilhada. Assim, a opção pela incineração dos resíduos sólidos urbanos (RSU) não se apresenta como uma saída estratégica, pois não promove a inclusão e é uma tecnologia cara para a maioria dos municípios, além disso, pode levar à poluição. Numa perspectiva lógica, a primeira alternativa a se considerar é, sem dúvida alguma, a compostagem, pois alia a vocação agrícola do Brasil, promove a integração/valorização dos catadores e sua fixação no campo permitindo que sua dignidade seja resgatada. Não obstante, há que se avaliar a qualidade do composto obtido a partir de RSU no país nas atuais condições de saneamento. Não devemos nos esquecer de que o nosso lixo é rico em matéria orgânica, mas também é extremamente contaminado por inertes, substâncias orgânicas persistentes e metais pesados. Portanto, muito cuidado deve ser tomado para que sua compostagem se torne uma prática que não cause impactos ambientais preservando o local e o entorno onde é realizada; não provoque danos à saúde das pessoas envolvidas no processo, e que o produto final, seja ele, um fertilizante orgânico, condicionador de solos, ou fertilizante organomineral, tenha qualidade para constituir-se em um fator seguro de melhoramento dos solos e que promova o aumento da produtividade das culturas que o receberão.

Concluimos que, para a compostagem de RSU no Brasil ser bem sucedida há a necessidade de desenvolvimento de políticas paralelas, as quais devem regulamentar a atividade de compostagem, estabelecendo regras claras e bem definidas de como a técnica deve ser minimamente conduzida em todo território nacional. Juntamente com uma legislação mais completa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que deverá definir, além de parâmetros de qualidade mínimos a serem atingidos, limites máximos de contaminantes orgânicos, inorgânicos, inertes e biológicos aceitáveis nesse tipo de produto.

2 PANORAMA DO RESÍDUO SÓLIDO URBANO NO BRASIL

A seguir, vamos discorrer sobre algumas definições e características do Resíduo Sólido Urbano no Brasil, assim como as legislações pertinentes a ele.

2.1 O que é Resíduo Sólido Urbano?

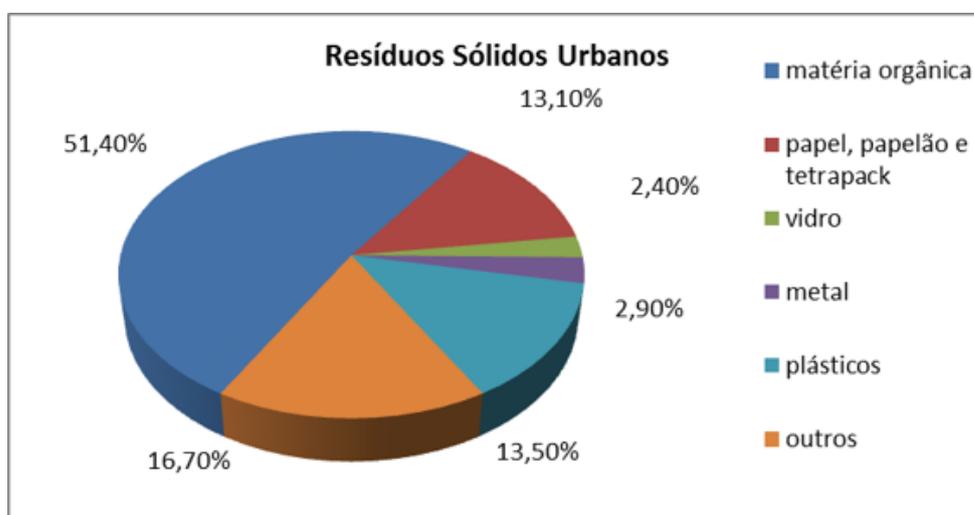
Segundo a Lei Federal nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu artigo 13, inciso I, os resíduos sólidos urbanos (RSU) são compostos pelos resíduos domiciliares originários de atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana, originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, bem como de outros serviços de limpeza urbana.

2.2 Qual é a sua Geração, Destinação e Composição?

Segundo o Panorama da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2013, p. 28) o Brasil gerou 76.387.200 toneladas de RSU. Quando comparado a 2012 observa-se um aumento de 4,4% da geração, o que pode ser explicado pelo aumento da cobertura dos serviços de coleta, que atingiu 90,4%, com um total de 69.064.935 toneladas coletadas no ano.

Quanto à destinação final, a pesquisa revelou que 58,3% do RSU seguiram para aterros sanitários e 41,7% foram para lixões ou aterros controlados, que pouco diferem dos lixões. O levantamento concluiu que mesmo com uma legislação mais restritiva e de todos os esforços empreendidos, em todas as esferas governamentais, a destinação inadequada de RSU ainda é forte nas regiões e Estados brasileiros, sendo que 3.344 municípios, ou seja, 60% do total, ainda destinam seus resíduos para locais inadequados.

Figura 1 – Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos coletados no Brasil



Fonte: Elaboração própria da autora com dados do IPEA (2012, p. 36).

Segundo dados do Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos (IPEA, 2012, p. 36) o RSU é composto de: 51,4% de matéria orgânica; 13,1% de papel, papelão e tetrapack; 2,4% de vidro; 2,9% de metal; 13,5% de plásticos; e, 16,7% outros (Figura 1). E somente 1,6% deste total são beneficiados através da compostagem.

2.3 Contaminantes do RSU no Brasil

Atualmente no Brasil o lixo domiciliar é o destino final para resíduos como:

- restos de comida: da sua preparação e limpeza;
- papel e papelão: jornais, revistas, caixas, embalagens;
- plásticos: garrafas, garrafões, frascos, boiões;
- vidro: garrafas, frascos, copos;
- metais: latas;
- outros: roupas, óleos de cozinha e óleos de motor, resíduos de informática.

Existem alguns tipos de resíduos diferentes dos comumente encontrados e que são tóxicos, como os aerossóis vazios, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, restos de medicamentos, produtos de limpeza, cosméticos, embalagens de produtos químicos entre outros, que contém compostos de difícil degradação, sendo na maioria dos casos difíceis de serem incorporados no ambiente (GROSSI, 1993).

2.3.1 Substâncias orgânicas persistentes

Nos RSUs existem milhares de substâncias quimicamente sintetizadas que são usados em produtos e materiais que fazem parte de nossa vida diária. Alguns apresentam combinações orgânicas que não são facilmente quebradas durante o tratamento e tendem a se acumular. Esses compostos são preocupantes devido a sua ecotoxicidade, ou pela ecotoxicidade dos produtos intermediários resultantes de sua degradação ou ainda por conta de seu potencial para bioacumulação. Normalmente há três razões principais para que algumas substâncias orgânicas sejam sujeitas a ação preventiva:

- A quebra por micro-organismos do solo é lenta (de alguns meses até muitos anos) e então existe um risco real de acúmulo na terra;
- A substância orgânica pode bioacumular em animais e então passa a ser uma ameaça séria para homem;
- Os produtos de degradação da substância orgânica são mais tóxicos que o original.

A presença de contaminantes orgânicos pode representar um risco potencial para o ambiente e para a qualidade dos alimentos produzidos para consumo humano ou animal. Atualmente o uso de um parâmetro global para quantificar o material organoclorado elimina a

necessidade de se medir individualmente as concentrações dos compostos. Para amostras sólidas adota-se o OX-halógenos orgânicos. As dibenzodioxinas policloradas (PCDDs) e os dibenzofuranos policlorados (PCDFs) estão entre os compostos organoclorados mais tóxicos e persistentes, sendo que o 2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-dioxina, comumente chamado de Dioxina é o mais estudado e o mais tóxico.

As propriedades físico-químicas desses compostos variam de acordo com o grau de cloração e a posição dos átomos de cloro no anel aromático. O equivalente tóxico (EqT) tem sido usado para correlacionar a toxicidade dos diversos compostos do grupo das Dioxinas e dos Furanos em relação com aquela considerada mais tóxica (2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-dioxina) tomada como valor um. Dessa maneira, cada composto tem sua participação absoluta multiplicada pelo fator de equivalência e a soma desses valores para todos os PCDDs e PCDFs presentes resultará na toxicidade total relativa a 2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-p-dioxina, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Fatores de equivalência adotados pela USEPA e pela OTAN/CCMS.(I-EqT)

COMPOSTO	USEPA	I-EqT	COMPOSTO	USEPA	I-EqT
Congêneres 2,3,7,8 – Substituídos					
2,3,7,8-Tetra CDD	1	1	2,3,7,8-Tetra CDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8-Penta CDD	0,5	0,5	1,2,3,7,8-Penta CDF	0,1	0,05
			2,3,4,7,8-Penta CDF	0,1	0,5
1,2,3,4,7,8-Hexa CDD	0,04	0,1	1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	0,1	0,5
1,2,3,6,7,8-Hexa CDD	0,04	0,1	1,2,3,6,7,8,-Hexa CDF	0,01	0,1
1,2,3,7,8,9-Hexa CDD	0,04	0,1	1,2,7,8,9-Hexa CDF	0,01	0,1
			1,2,3,4,6,7,8,-Hexa CDF	0,01	0,1
1,2,3,4,5,7,8-Hepta CDD	0,001	0,01	1,2,3,4,5,7,8-Hepta CDF	0,001	0,01
			1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	0,001	0,01
1,2,3,4,6,7,8,9-Octa CDD	0	0,01	1,2,3,4,6,7,8,9-Octa CDF	0	0,001

Fonte: Assunção (1999).

Esses fatores de equivalência foram introduzidos por órgãos competentes de vários países como o Comitê de Desafios da Sociedade Moderna da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN/CCMS) e a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA).

No Brasil, existem poucos estudos com medições de dioxinas e furanos. Grossi (1993) determinando PCDD e PCDF em 45 amostras de composto de lixo urbano provenientes de 22 plantas brasileiras e analisadas na Universidade de Tübingen, Alemanha, encontrou valores médios acima do valor aceitável pela legislação alemã (17 ng EqT/kg), com algumas amostras apresentando valores bastante elevados (138, 130, 112 e 99 ng TEQ/kg). Em outra pesquisa, Grossi, Lichtig e Kraub (1998) avaliaram 21 plantas de compostagem de lixo urbano de várias regiões do Brasil e os resultados variaram de 3 a 163 ng EqT/kg.

2.3.2 Metais pesados

Outro problema são os metais pesados, que apresentam elevada toxicidade ao ambiente, quando em altas concentrações, podendo, assim em alguns casos, serem disseminados via cadeia alimentar comprometendo a saúde humana (MAIZ; ESNOLA; MILLAN, 1997). A contaminação por metais pesados é considerada uma das formas nocivas de poluição ambiental à cadeia alimentar, uma vez que esses elementos não são degradáveis e tendem a acumular-se nos organismos vivos causando intoxicação, envenenamento e até mesmo a dizimação da biota. O solo, em geral, possui uma grande capacidade de retenção de metais pesados, porém, se essa capacidade for ultrapassada, os metais em disponibilidade no meio podem ser lixiviados ou entrar na cadeia alimentar dos organismos vivos, colocando em risco a qualidade da água e do solo. A concentração de metais pesados nos compostos de lixo pode ser variável em função do material de origem. Por exemplo, lixos que contenham lâmpadas, pilhas e baterias tendem a apresentar elevados teores de metais pesados. Cravo (1995) determinou o teor de metais pesados em compostos provenientes de seis capitais brasileiras, encontrando teores que variaram entre:

- 1 e 5 mg kg⁻¹ para Cd;
- 29 e 68 mg kg⁻¹ para Cr;
- 45 e 815 mg kg⁻¹ para Cu;
- 11 e 91 mg kg⁻¹ para Ni;
- 92 e 599 mg kg⁻¹ para Pb;
- 111 e 1007 mg kg⁻¹ para Zn.

Pode-se observar que o limite superior de Pb foi relativamente alto. Melo, Marques, Silva e Boaretto (1997) realizaram uma revisão sobre o assunto e citam que a adição de composto de lixo resultou no aumento de teores disponíveis de metais pesados em diversos ensaios. Outro aspecto que não pode ser negligenciado são os componentes do lixo que, atuando como fonte de espécies químicas, elevam os teores de micronutrientes e de metais pesados, como o plástico, fornecedor de Cd (67 a 77% do total); os metais ferrosos, como fonte de Cu e Pb (14 a 50% de Cu

e 29 a 50% de Pb); o papel, como fonte de Pb (10 a 14%); o couro, como fonte de Cr (35%) e a borracha, como fonte de Zn (32 a 37%) (ROUSSEAU, 1988). Vários autores brasileiros (BERTON, 1995; MELO *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 2000a, 2000b, 2000c, 2000d, 2000e) observaram que essa variabilidade é em função da fonte de espécies químicas, da forma de coleta e da intensidade de segregação, de processamento e do método de amostragem.

2.3.3 *Micro-organismos patogênicos*

Os resíduos sólidos urbanos são muito contaminados por micro-organismos patogênicos, devido a sua própria origem. Na Tabela 2 temos uma pequena amostra de alguns deles.

Tabela 2 – Possível ocorrência de micro-organismos patogênicos de homens e animais em resíduos domiciliares

BACTÉRIAS	VÍRUS	PARASITAS
<i>Salmonella</i>	<i>Enterovíruses</i>	<i>Taenia</i>
E. coli	Hepatite A	Ascaris
Enterobactéria	Poliomielite	
Yersinia	Coxsackievíruses	
Streptococcus	Echovíruses	
Proteus	Reovíruses	
Pseudomonas	Adenovíruses	
Klebsiella	Parvovíruses	
Citrobacter	Pestivíruses	

Fontes: Elaboração própria da autora com dados de Assman (1992); De Bertoldi, Zucconi e Civilini (1998); Mayr (1979); e, Moese e Rheinthal (1985).

Se um resíduo sólido urbano oferecer qualquer contaminação por presença de patógenos indica que houve um processo deficiente de compostagem do lixo e esse material não deve ser utilizado na agricultura. Assim, como o lodo de esgoto, o composto de lixo também pode conter agentes causadores de doenças (Tabela 2). Os números desses patógenos variam grandemente com a saúde da população que gera o lixo urbano e como este é tratado. Quando a compostagem é feita sob condições ideais, a pilha de composto passa por uma fase mesófila, seguida de uma fase termófila, onde a temperatura chega a atingir 70 °C por alguns dias (PEREIRA NETO; MESQUITA, 1992). Segundo Kiehl (1985), essa fase destrói tanto os organismos patogênicos como as ervas daninhas presentes no composto.

Gerba (1983) afirma que cistos de protozoários, ovos de helmintos e bactérias patogênicas são efetivamente inativados durante o processo de compostagem aeróbia. Entretanto, uma compostagem adequada muitas vezes é difícil de ser conseguida devido às condições ambientais e de manejo da planta. Na própria pilha de composto existe um gradiente de temperatura que tende a diminuir de dentro para fora. No entanto, os patógenos que sobreviverem à compostagem, terão que sobreviver no solo, que em geral é um ambiente externo ao seu hospedeiro e repleto de micro-organismos extremamente adaptados a esse sistema.

3 PLANTAS DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

O relatório do IPEA (2012) traz uma tabela onde relaciona o número de municípios com unidade de compostagem por Estado e no Distrito Federal no ano de 2008 (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de municípios com unidade de compostagem (2008)

UF	Número de municípios com unidade de compostagem	Proporção em relação ao número total de municípios (%)
AL	1	1,0
AM	1	1,6
CE	1	< 1,0
DF	1	100
ES	2	2,6
MT	2	1,4
MG	78	9,1
PA	2	1,4
PR	10	2,5
PE	1	< 1,0
RJ	12	13,0
RS	66	13,3
SC	16	5,5
SP	18	2,8
Total	211	3,8

Fonte: IPEA (2012, p. 37).

Observa-se que, em 2008 das 27 Unidades Federativas, apenas quatorze possuem unidades de compostagem, sendo os Estados com maior número, em relação ao total de municípios, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Minas Gerais. A tendência é que esse número aumente muito, apesar das dificuldades inerentes ao processo como: ausência de coleta seletiva e a separação na fonte geradora, falta de profissionais qualificados para a instalação e manutenção da planta de compostagem, carência de investimentos e de tecnologia adequada tanto para a coleta como para o processamento da compostagem. Além disso, o composto não tem mercado, pois a grande maioria de empreendimentos realizados no passado não teve sucesso e o produto obtido era de baixa qualidade e muito contaminado por inertes, o que acabou criando muita resistência para a compra pelos produtores rurais brasileiros.

No entanto, a [Lei nº 12.305/2010](#) considera, em suas definições, a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada para os resíduos sólidos. Colocando como atribuição do titular dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a responsabilidade da compostagem, a articulação com agentes econômicos e sociais e também a definição das formas de utilização do composto produzido. Ou seja, a adoção da compostagem pelos municípios não é uma escolha técnica e sim uma imposição legal.

Segundo a [Lei nº 12.305/2010](#), que institui a PNRS:

Art. 36. No âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, observado, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

I – adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

II – estabelecer sistema de coleta seletiva;

III – articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

IV – realizar as atividades definidas por acordo setorial ou termo de compromisso na forma do § 7º do art. 33, mediante a devida remuneração pelo setor empresarial;

V – implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido;

VI – dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

Ou seja, os desafios são imensos, leis, obrigações, regulamentos existem de sobra, financiamento para a implantação de todos os objetivos também não será um problema insolúvel, porém falta nesse contexto um trabalho de base, de orientação da população, de educação. O sucesso da compostagem no País não virá somente pela força da lei, mas passa por um complexo de ações a serem adotadas em curto, médio e longo prazo. Dentre dessas ações, uma vez superados todos os desafios logísticos, econômicos e sociais, é essencial que campanhas de conscientização devam ser criadas e difundidas através de todos os canais de comunicação estabelecendo uma nova maneira de pensar e agir na população brasileira em relação ao seu lixo. O grande desafio reside no fato de como educar uma população, que sequer é atendida por um serviço básico de coleta.

Segundo pesquisa da ABRELPE (2013, p. 28), 79.987,00 toneladas de lixo/dia tiveram destino inadequado, ou seja, 41,7% do total gerado foram para lixões, ou simplesmente deixaram de ser coletados. Imaginem o esforço para inserir nas pessoas o hábito de separar, pelo menos, o lixo seco do úmido. Mesmo em classes sociais mais favorecidas, que fazem a separação na fonte ocorre na maioria das vezes um sentimento de frustração, por não poder contar com um sistema eficiente de coleta seletiva. Assim todo seu esforço se esvai com um caminhão que mistura todo o lixo que o cidadão separou em sua casa.

Não vamos discutir aqui quais propostas de incentivo a essa prática, mas sim as consequências que um composto orgânico feito a partir de RSU sujo e contaminado traz para a agricultura e para o meio ambiente. Também não será objeto de discussão os usos alternativos desse tipo de composto, por exemplo, na contenção de erosão, ou para diminuir o volume de resíduos a serem aterrados, onde a coleta diferenciada perde o sentido.

As perguntas que fazemos aqui são: mesmo com a compostagem, o composto contaminado não se transforma milagrosamente em um bom material para ser utilizado em contenção de erosão, pelo contrário, todo esse material passa a ser depositado em uma área que, já está bastante fragilizada com a erosão. Quais seriam os resultados da lixiviação de Poluentes Orgânicos Persistentes, metais pesados e inertes como plásticos, metais, vidros, tecidos e outros tantos nessa área? Como ficam o solo, o lençol freático, as águas superficiais, a fauna, a flora e a microbiota, com mais esse impacto? Com tantas dificuldades, principalmente econômicas, uma vez que o titular dos serviços públicos visa lucros com o manejo do RSU, não seria essa a medida de adoção preferida dos municípios, consórcios e demais agentes envolvidos no planejamento da destinação do composto? Outros usos propostos, como na silvicultura ou na jardinagem, têm os mesmos problemas de contaminação principalmente o destinado à jardinagem, pois nessa via de rota, o contato manual é inevitável e, provavelmente esse composto pode conter pedaços de vidro, metais, objetos perfurantes, e, ainda carregar uma série de vetores patogênicos à saúde do homem e dos animais, além de agentes fitopatogênicos que podem colocar em risco a produção agrícola.

Se a matéria-prima (RSU) não for devidamente separada, triada e compostada o único destino correto mesmo após a compostagem, seria apenas para aterros com a única vantagem da diminuição de seu volume a ser aterrado. Os países mais desenvolvidos nesse tipo de manejo, que há décadas exploram seu RSU como a Alemanha, começam o tratamento buscando inicialmente a

recuperação da energia inerente ao lixo através de digestores anaeróbicos, para posterior encaminhamento à compostagem e finalmente seu destino final, o qual depende dos resultados das análises de sua qualidade. Há no mercado muitas soluções técnicas, inclusive com a fabricação de óleo diesel, mas a que custo?

Do exposto voltamos para o caminho natural da destinação da matéria orgânica contida no RSU no Brasil, ou seja, para a agricultura nacional.

No entanto, é imperativo que a visão de todos os elos envolvidos nas diferentes etapas da cadeia produtiva seja ampliada, de modo a se estabelecer uma comparação efetiva entre as vantagens e desvantagens inseridas em cada alternativa de aproveitamento desses resíduos. Antes de tudo, há que se lembrar de que o Brasil é essencialmente um País extremamente dependente do agronegócio para manter sua balança comercial positiva.

Portanto, ações que incentivem e protejam nossos solos agrícolas devem ser vistas como uma questão de segurança nacional. Muitos estudos apontam o nosso País como o grande celeiro do mundo, sendo um dos grandes responsáveis pela alimentação mundial em 2050, quando a população deverá atingir 9,6 bilhões de pessoas, segundo previsões da ONU (2013).

4 COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

Em termos técnicos, a proposta brasileira para a compostagem não diferencia a degradação aeróbia da anaeróbia e se divide em três vertentes: compostagem natural, estática e reatores anaeróbicos.

Segundo o “Manual para Implantação de Compostagem e Coleta Seletiva no Âmbito de Consórcios Públicos” de autoria do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2010b):

A compostagem natural consiste na disposição dos resíduos em leiras, em pátio impermeabilizado, com aeração por reviramento das leiras, manualmente ou com auxílio de máquinas – podem ser retroescavadeiras ou reviradeiras de leira. Por esta razão, as unidades foram limitadas a processamento inferior a 100 toneladas por dia.

Foto 5 – Reviradeira de leira acoplada a trator



Cada unidade deve dispor de um pátio dimensionado para um tempo de maturação do composto de 120 dias; o tamanho das leiras pode variar em função das condições de processamento – se o reviramento das leiras é manual ou mecânico e neste caso se é feito por compostadeiras de leira como a da foto 5, que limita a altura e a largura da leira, ou por retroescavadeira. (BRASIL, 2010b, p. 25)

[...]

A Compostagem Mecânica está indicada para processamento de mais de 100 toneladas por dia. Consiste em acelerar a fase inicial da compostagem por meios mecânicos. As plantas mais conhecidas são dotadas de um tambor, em que a aeração é realizada em sentido contrário ao da entrada dos resíduos; com a rotação do tambor, os resíduos tombam, acelerando ainda mais o processo. A umidade e a temperatura são controladas; com isso em períodos que podem variar de 7 a 20 dias, a fase de bioestabilização da compostagem se completa. Os resíduos são então retirados do tambor e levados ao pátio para conclusão do processo com a humificação.

Estas plantas normalmente são dotadas de uma área de recepção dos resíduos, que são dirigidos por gravidade a esteiras para retirada de materiais que não devem entrar no processo, como recicláveis secos que não foram segregados na fonte e rejeitos.

Nas plantas existentes no Brasil esse processo é manual, mas algumas são dotadas de eletroímã para retirada de metais remanescentes, no final da esteira. Já existe tecnologia para segregação dos materiais que devem ser excluídos do processo por seleção mecânica, com insufladores de ar, e outros processos. (BRASIL, 2010b, p. 28)

Pereira Neto (1996) faz uma análise muito esclarecedora do histórico da compostagem de RSU no Brasil e apesar de terem se passado quinze anos, percebemos, infelizmente, que a situação permanece praticamente a mesma. Ou seja, o mesmo problema, a mesma inoperância, a falta de capacitação técnica, o descaso político e a ingerência nos projetos implantados levam a descontinuidade dos projetos por mera incapacidade técnica e/ou descontinuidade política. Como resultado a tudo isto, têm-se prejuízos econômicos e consequências irreversíveis à saúde da população e ao ambiente.

Pereira Neto (1999) relata que as primeiras tentativas de compostagem no país foram feitas com as “Células Becaris”, um processo anaeróbico de confinamento dos resíduos orgânicos com produção de gases, odores altamente fétidos, larga geração de chorume, excessiva perda de nutrientes da massa de compostagem e grande atração e proliferação de vetores. Em consequência de tudo isto, tem-se a produção de um composto orgânico sem humificação, com toxinas e impróprio para o uso. Em seguida, veio o Sistema Dano de Compostagem (Biodigestores). Mesmo nos raros casos em que o biodigestor funcionava com critérios técnicos e manutenção que

permitisse o correto funcionamento do controle interno da aeração e temperatura da massa de compostagem, o composto produzido era de péssima qualidade. Tudo devido à má interpretação de que o material extraído do bioestabilizador (após três a quatro dias de retenção) era composto orgânico. A este grande erro, atribui-se, inclusive, o descrédito a que a compostagem tem hoje no país.

Nesses processos, a fase ativa de degradação não era completada e a fase de maturação e humificação eram negligenciadas. Como na maioria dessas instalações, a aeração e o controle da temperatura da massa de compostagem não eram eficientes para o bom desenvolvimento do processo. Essas instalações apresentavam os mesmos problemas de anaerobiose, odores, vetores, chorumes e, conseqüentemente a produção de um produto final de péssima qualidade. Em vários outros processos, os problemas eram os mesmos relatados, por exemplo, do Sistema Triga de Compostagem que preconizava, produzir o composto orgânico em apenas quatro dias. Fato este totalmente absurdo, principalmente para quem tem um mínimo de conhecimento das atividades biológicas e químicas que regem a degradação e humificação dos resíduos orgânicos na compostagem. É impossível obter o composto orgânico, a partir da fração orgânica do lixo urbano, em menos de 60 dias, pois não existem equipamentos que façam composto orgânico, eles apenas auxiliam e aceleram o processo que é biológico.

Um dos principais entraves ao sucesso do processo de compostagem tem sido a falta de mão de obra capacitada. Raramente encontra-se coordenando uma planta de compostagem, pessoas que tenham sido especializadas ou no mínimo treinadas para tal. Na maioria das vezes, o engenheiro que montou a planta, por entender de seu funcionamento eletromecânico continua operando o processo, sem ter, necessariamente, nenhum conhecimento do que fazer para produzir um bom composto, dos requisitos necessários para o controle biológico do processo. Como resultado, tem-se o caos, em termos de compostagem no país.

Diz a definição:

Compostagem é um processo biológico, aeróbico e controlado, de transformação de resíduos orgânicos em húmus, desenvolvido por uma população diversificada de micro-organismos envolvendo necessariamente duas fases distintas, sendo a primeira de degradação ativa (necessariamente termofílica) e a segunda de maturação ou cura, onde é obtido o composto orgânico. (PEREIRA NETO, 1999)

Portanto, compostagem é feita por diferentes tipos de seres vivos, conseqüentemente há que se conhecer e entender quais são suas sucessões, suas exigências ambientais, nutricionais e requisitos para que promovam maior eficiência ao processo. Eles é que vão efetuar o trabalho, deste modo o mínimo conhecimento sobre sua ecologia é importante.

A definição também enfatiza que a compostagem é desenvolvida em duas fases distintas: a primeira, de degradação ativa (decomposição e mineralização dos compostos orgânicos), e a segunda, de maturação, onde ocorre a humificação e produção propriamente dita do composto

orgânico. Este também é um fato raramente presenciado nas instalações de compostagem do país. O composto orgânico produzido no país, com raríssimas exceções, é vendido maturado e humificado. Entretanto, sabe-se que não há composto orgânico sem formação de húmus.

A prática do uso do composto não maturado no País tem levado a compostagem a grande descrédito, pois acreditam, erroneamente, ser este um problema associado ao uso do composto orgânico proveniente da fração orgânica do lixo urbano. Na verdade, qualquer composto não maturado leva à produção de toxinas no solo, o que inibe a germinação de sementes e atrofia as plântulas, leva à liberação de amônia (que é tóxica aos vegetais) e pode provocar uma redução bioquímica do nitrogênio do solo. Ou seja, o composto maturado só trará malefícios aos solos e às plantas. Os fatores básicos de controle do processo, a exemplo da umidade, aeração, temperatura, relação C/N e o tamanho das partículas, são todos igualmente negligenciados.

Enquanto não for entendido que a compostagem é um processo biológico, aqueles montes de lixo orgânico que se vê nos pátios de compostagem do país, com plaquinhas de identificação, jamais estarão em efetivo processo de compostagem.

Pereira Neto (1999) entende como aspectos relativos à saúde pública, a eficiência dos sistemas de compostagem no controle e eliminação dos fatores que possam desencadear um processo de doença, a partir do lixo, no homem. A fração orgânica de lixo urbano é composta de sobras de alimentos, frutas, legumes, folhas, gramas, gorduras, salmouras, secreções, sangue, fezes, urina etc. Sobras das atividades humanas e domiciliares. Temos que ter sempre em mente, que essas sobras se originaram de pessoas sadias e também de pessoas doentes (fômites). Uma análise bacteriológica desse material revelará, em média, a existência de 10^8 colônias de bactérias por cada grama de material. Trata-se, portanto, de uma massa de resíduos altamente contaminada, do ponto de vista biológico. A quase totalidade da população diversificada de micro-organismos que colonizam esses resíduos, assim como os vetores biológicos, encontrarão, nessa massa de resíduos, condições propícias de sustentação (alimento, abrigo e proliferação). Caso não seja rapidamente e convenientemente tratada, essa massa de resíduos orgânicos trará sérias consequências à saúde pública.

Em geral, os lixões e aterros ditos controlados, se situam nas áreas periféricas dos grandes centros urbanos, onde reside a população carente e de baixa renda. Trata-se, geralmente, de pessoal com deficiência nutricional, ou seja, suscetíveis às doenças que irão se propagar pela água, ar e principalmente pelos vetores biológicos (moscas, mosquitos, baratas, ratos etc.). A compostagem, quando desenvolvida dentro dos critérios operacionais desenvolverá temperatura termofílica (na faixa de 50 a 65 °C), na massa de compostagem, por um período de 40 a 60 dias. Esse período é suficiente para promover não só a eliminação dos micro-organismos patogênicos, como também dos ovos de helmintos, larvas de insetos em geral, sementes de ervas daninhas etc. Trata-se de um processo comprovadamente seguro do ponto de vista bacteriológico.

A produção de chorume nas unidades de compostagem é sinal de que o processo está sendo mal operado. A compostagem, aeróbia, se bem desenvolvida, não produzirá chorume. O controle da umidade, pela incorporação de composto maturado, é eficiente e resolve o problema

em qualquer estágio do processo. Para o período chuvoso, existem várias medidas que podem ser tomadas. A compostagem por ser, antes de tudo, um processo de tratamento e reciclagem, deve gerar um produto final estabilizado, humificado e seguro para o uso.

5 STATUS ATUAL DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA COMPOSTO DE LIXO URBANO

Todo o escopo legislativo em território nacional, que cobre as atividades de inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, está sob a responsabilidade do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), disponível para consulta em <www.agricultura.gov.br>.

A primeira menção ao composto de lixo urbano está no Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. No Capítulo I, das Disposições Preliminares, temos:

Art. 2º. [...]

n) **fertilizante orgânico composto**: produto obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural, animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo ser enriquecido de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas; [...]

Subsequentemente a Instrução Normativa nº 23, de 31 de agosto de 2005, no artigo 1º, aprovava as definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. No Capítulo I, o composto de lixo era definido pela primeira vez. Após quatro anos em vigência a IN nº 23, após consulta pública, foi revogada e substituída pela Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009, a qual está em vigor.

A seguir, discorreremos sobre as principais implicações da IN nº 25/2009 para o Fertilizante Orgânico Classe “C”, feito a partir de RSU.

A IN nº 25/2009, no Anexo I, Capítulo I, “Das Definições”, manteve a mesma definição de composto de lixo da IN nº 23/2005:

Art. 1º. [...]

III – composto de lixo: produto obtido pela separação da parte orgânica dos resíduos sólidos domiciliares e sua compostagem, resultando em produto de utilização segura na agricultura, atendendo aos parâmetros

estabelecidos no Anexo III e aos limites máximos estabelecidos para contaminantes; [...]

E, no Capítulo II, “Da Classificação”, temos:

Art. 2º. [...]

III – Classe "C": fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda de lixo domiciliar, resultando em produto de utilização segura na agricultura; [...]

No Capítulo III, “Das Garantias e Especificações”, Seção I, “Da Natureza Física”, no artigo 3º, “§ 1º Produto Sólido: constituído de partículas ou frações sólidas”, no inciso I há uma tabela de especificação granulométrica para as seguintes naturezas físicas: granulado, pó, farelado e farelado grosso:

Tabela 4 – Especificação granulométrica de produtos orgânicos sólidos

NATUREZA FÍSICA	ESPECIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA		
	Peneira	Passante	Retido
Granulado	4,0 mm (ABNT N° 5) 1,0 mm (ABNT N° 18)	95% mínimo 5% máximo	5% máximo 95% mínimo
Pó	2,0 mm (ABNT n° 10) 0,84 mm (ABNT n° 20) 0,30 mm (ABNT n° 50)	100% 70% mínimo 50% máximo	0% 30% máximo 50% máximo
Farelado	3,36 mm (ABNT n° 6) 0,5 mm (ABNT n° 35)	95% mínimo 25% máximo	5% máximo 75% mínimo
Farelado Grosso	4,8 mm (ABNT n° 4) 1,0 mm (ABNT n° 18)	100% 20% máximo	0% 80% mínimo

Fonte: [IN n° 25, de 23 de julho de 2009.](#)

Entretanto, no inciso II, do artigo 3º, temos:

II – para os fertilizantes orgânicos e biofertilizantes que não atendam às especificações granulométricas constantes do inciso I, deste parágrafo, do rótulo ou etiqueta de identificação deverá constar a expressão: "PRODUTO SEM ESPECIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA".

Essa exceção é extremamente nociva para o mercado de composto de lixo urbano, pois há uma brecha na lei que permite o registro de produto sem qualquer especificação granulométrica, dessa forma, não há qualquer controle para os inertes presentes no RSU. Uma falha que deve ser corrigida com celeridade.

No Capítulo V, “Do Registro de Produtos”, temos:

Art. 16. [...]

§ 7º Para o registro dos produtos das classes B, C, e D, deverá ser informada:

I – a origem das matérias-primas e sua caracterização em relação aos nutrientes, carbono orgânico, assim como informações sobre a presença e os teores de elementos potencialmente tóxicos, agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas ou outros contaminantes;

II – para as matérias-primas de origem agroindustrial, industrial ou urbana, utilizadas para fabricação de fertilizantes orgânicos das Classes B, C e D, descritas no art. 2º deste Anexo, deverá ser apresentada licença ambiental de operação do estabelecimento aprovando o uso destes materiais, ou manifestação do órgão de meio ambiente competente, sobre a adequação de seu uso na agricultura, sob o ponto de vista ambiental.

No Capítulo VI, “Da Embalagem e Rotulagem de Produtos”:

Art. 17. [...]

II – para os fertilizantes orgânicos mistos, compostos e organominerais:

a) a indicação: "FERTILIZANTE ORGÂNICO MISTO, COMPOSTO ou ORGANOMINERAL", conforme o caso e sua respectiva classe, conforme art. 2º deste Anexo;

b) as matérias-primas componentes do produto; [...]

No Capítulo VII, “Das Disposições Finais”:

Art. 18. Os fertilizantes orgânicos das classes "C" e "D", descritas no art. 2º deste anexo, somente poderão ser comercializados para consumidores finais, mediante recomendação técnica firmada por engenheiro agrônomo ou engenheiro florestal, respeitada a área de competência.

Tabela 5 – Anexo III, Especificações dos Fertilizantes Orgânicos Mistos e Compostos *(valores expressos em base seca, unidade determinada a 65 °C)

Garantia	Misto/Composto				Vermicomposto
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classes A, B, C, D
Umidade (máx.)	50	50	50	70	50
N total (mín.)	0,5				
*Carbono Orgânico (mín.)	15%				10
*CTC ⁽¹⁾	Conforme declarado				
pH (mín.)	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0
Relação C/N (máx.)	20				14
*Relação CTC/C ⁽¹⁾	Conforme declarado				
Outros nutrientes	Conforme declarado				

⁽¹⁾ É obrigatória a declaração no processo de registro do produto

Fonte: [Anexo III](#), da [IN n° 25](#), de 23 de julho de 2009.

A Instrução Normativa n° 35, de 04 de julho de 2006, também admite o uso de RSU para a obtenção de Condicionador de Solos e trata das normas sobre especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos corretivos de acidez, de alcalinidade e de sodicidade e dos condicionadores de solo, destinados à agricultura.

No Capítulo I, “Das Definições”:

Art. 1º. Para efeito da presente instrução normativa, entende-se por: [...]

IV – condicionador do solo: produto que promove a melhoria das propriedades físicas, físico-químicas ou atividade biológica do solo, podendo recuperar solos degradados ou desequilibrados nutricionalmente;

Capítulo II, “Das Especificações e Garantias Mínimas dos Produtos, Seção V, “Condicionador de Solo”, temos:

Art. 6º. Os condicionadores de solo serão classificados de acordo com as matérias-primas, em: [...]

III – Classe C: produto que em sua fabricação utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda de lixo domiciliar, resultando em produto de utilização segura na agricultura; [...]

Art. 7º. Os condicionadores de solo deverão apresentar as seguintes especificações de garantias mínimas:

§ 1º Quando o produto for destinado à melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas do solo:

I – Capacidade de Retenção de Água (CRA) – mínima de 60% (sessenta por cento); e

II – Capacidade de Troca Catiônica (CTC) – mínimo de 200 mmol c/kg.

§ 2º Quando o produto for destinado à melhoria da atividade biológica do solo, as garantias das propriedades biológicas serão as declaradas pelo fabricante ou importador no processo de registro, desde que possam ser medidas quantitativamente.

§ 3º Para que sejam declarados o teor de nutrientes, Carbono Orgânico e relação C/N, o condicionador de solo deverá atender às especificações quanto às garantias mínimas estabelecidas para os fertilizantes minerais ou orgânicos, de acordo com a natureza do produto, conforme disposto no Decreto nº 4.954, de 2004, e em atos normativos próprios.

§ 4º Poderão ser declaradas outras propriedades, desde que possam ser medidas quantitativamente, sejam indicados os respectivos métodos de determinação, garantidas as quantidades declaradas e seja comprovada sua eficiência agronômica.

Capítulo IV, “Do Registro de Produtos”:

Art. 10. [...]

§ 7º Os condicionadores de solo das classes “C” e “D”, descritos no art. 6º, deste Anexo, somente poderão ser registrados se atendidas as garantias previstas para os fertilizantes orgânicos, de acordo com a Instrução Normativa nº 23, de 31 de agosto de 2005 [a IN nº 23/2005 foi revogada pela IN nº 25/2009], ou em outra norma que venha a sucedê-la.

Capítulo V, “Da Embalagem e Rotulagem de Produtos”:

Art. 11. Para serem vendidos ou expostos à venda em todo o Território Nacional, os corretivos e condicionadores, quando acondicionados ou embalados, ficam obrigados a exibir rótulos em embalagens apropriadas redigidos em português, que contenham, além das informações e dados obrigatórios relacionados à identificação do fabricante ou importador e do produto [...]

§ 4º Para os condicionadores de solo:

I – a indicação: **CONDICIONADOR DE SOLO CLASSE** (indicar a classe);

II – as matérias-primas componentes do produto;

III – a umidade máxima em percentual, em peso/peso; [...]

No Capítulo VI, “Das Disposições Finais”:

Art. 12. Os Condicionadores de Solo das classes C e D, descritos no art. 6º, deste Anexo, somente poderão ser comercializados para consumidores finais, mediante recomendação técnica firmada por engenheiro agrônomo ou engenheiro florestal, respeitada a respectiva área de competência.

Quanto aos contaminantes máximos admitidos nos Fertilizantes Orgânicos e Condicionadores de Solos, temos a Fonte: Instrução Normativa nº 27, de 05 de junho de 2006.

Art. 1º Os fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, para serem produzidos, importados ou comercializados, deverão atender aos limites estabelecidos nos Anexos I, II, III, IV e V desta Instrução Normativa que se refere às concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas.

Tabela 6 – Anexo IV – Limites máximos de contaminantes admitidos em substrato para plantas e condicionadores de solo

Contaminante	Valor máximo admitido
Sementes ou qualquer material de propagação de ervas daninhas	0,5 plantas por litro, avaliado em teste de germinação
As espécies fitopatogênicas dos Fungos do gênero <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> e <i>Sclerotinia</i>	Ausência
Arsênio (mg/kg)	20,00
Cádmio (mg/kg)	8,00
Chumbo (mg/kg)	300,00
Cromo (mg/kg)	500,00
Mercurio (mg/kg)	2,50
Níquel (mg/kg)	175,00
Selênio (mg/kg)	80,00
Coliformes termotolerantes – número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS)	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos – número por quatro gramas de sólidos totais (nº em 4g ST)	1,00
<i>Salmonella</i> sp	Ausência em 10 g de matéria seca

Fonte: IN nº 27, de 05 de junho de 2006.

Tabela 7 – Anexo V – Limites máximos de contaminantes admitidos em fertilizantes orgânicos

Contaminante	Valor máximo admitido
Arsênio (mg/kg)	20,00
Cádmio (mg/kg)	3,00
Chumbo (mg/kg)	150,00
Cromo (mg/kg)	200,00
Mercúrio (mg/kg)	1,0
Níquel (mg/kg)	70,00
Selênio (mg/kg)	80,00
Coliformes termotolerantes – número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS)	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos – número por quatro gramas de sólidos totais (n° em 4g ST)	1,00
<i>Salmonella</i> sp	Ausência em 10 g de matéria seca

Fonte: IN n° 27, de 05 de junho de 2006.

6 POSICIONAMENTO DA ABISOLO EM RELAÇÃO À COMPOSTAGEM DE RESÍDUO SÓLIDO URBANO NO BRASIL

A Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal (ABISOLO), como principal representante dos fabricantes de insumos orgânicos agrícolas do Brasil, propõe que:

- a) Algum limite deveria ser adotado para o produto Classe “C” devido à alta possibilidade de contaminações de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) nas atuais condições de saneamento básico no Brasil. A título de sugestão a ABISOLO recomenda a adoção dos níveis da legislação austríaca para composto de lixo sem coleta seletiva:

Tabela 8 – Sugestão da ABISOLO para limites máximos admitidos em produtos Classe “C”

Parâmetros (mg/kg ms)	Produto Classe “C”
PCBs	1,0
PHAs	6,0

Fonte: Hoog *et al.* (2002).

- b) A adoção de valores máximos permitidos de impurezas (inertes) para produtos feitos a partir de Resíduo Sólido Urbano (lixo doméstico).

A adoção desses limites visa alinhar a legislação nacional com a internacional, que há décadas utiliza esse tipo de matéria-prima. Além disso, seria um estímulo para a efetiva implantação da separação na fonte e coleta seletiva do lixo urbano no Brasil. Dessa forma, asseguraríamos que os consumidores finais adquirissem produtos seguros para o manuseio e preservação de sua saúde evitando acidentes como cortes com cacos de vidro e ao mesmo tempo preservaríamos nossos campos agrícolas de serem contaminados com resíduos de plásticos, metais e vidros.

Para respaldar nosso pleito elaboramos uma pesquisa internacional para verificar os níveis permitidos em vários países para esse tipo de impureza.

Tabela 9a – Limites de impurezas admitidos em alguns países

País	Presença de Impurezas
Áustria	Estatutária, Impurezas > 2 mm, agric.: máx. 0,5%; outras finalidades que não para produção de alimentos: máx. 1,0%
Bélgica Flanders	Estatutária, pedras > 5 mm, máx. 2%, Impurezas > 2 mm, máx. 0,5%
Bélgica Valônia	Estatutária, pedras > 5 mm, máx. 2%, Impurezas > 2 mm, máx. 0,5%
Bélgica Bruxelas	Estatutária, pedras > 5 mm, máx. 2%, Impurezas > 2 mm, máx. 0,5%
Dinamarca	Estatutária, plástico, metal, vidro partes > 2 mm não podem exceder 0,5% do peso na matéria seca
Finlândia	Estatutária Máx. 0,5% na umidade natural
França	Sim
Alemanha	Estatutária, 0,5% peso/ms de plástico, vidro, metal, Pedras > 5 mm < 5% peso Estatutária
Grécia	Plástico < 0,3% peso seco; vidro 0,5% peso seco
Irlanda (Licenciamento)	< 1,5% de > 25 mm da massa seca

Fonte: Hoog *et al.* (2002).

Tabela 9b – Limites de impurezas admitidos em alguns países

País	Presença de Impurezas
Itália	Estatutária: Plásticos (tamanho de malha < 10 mm); < 0,5% peso/ms; materiais inertes (tamanho de malha < 10 mm): < 1% peso/ms Materiais inertes (tamanho de malha > 10 mm): ausente
Luxemburgo (Licenciamento)	Estatutária, plásticos, vidro, metal (> 2 mm) < 0,5% peso/ms; pedras (< 5 mm) < 5% peso/ms
Holanda	Voluntário: vidro (> 2 mm) < 0,2% ms, pedras (> 5 mm) < 2% ms, vidro (> 16 mm) ausentes
Portugal	Não
Espanha	Estatutária, partículas plásticas e outros inertes não devem ser maiores de 10 mm
Suécia	Voluntário, plástico, vidro e metais (> 2 mm) < 0,5% ms
Reino Unido (Associação de Compostagem)	Voluntário, < 1% m/m de amostra seca ao ar < 1% vidro, metal e plástico, da qual 0,5% m/m plástico e pedras < 5% m/m (se impureza > 2 mm)
Canadá	CCME (Estatutária) e BNQ (voluntária), MO “de fora” são definidas como qualquer material de dimensão acima de 2 mm que tenha sido fabricado pelo homem de constituição orgânica ou inorgânica como metal, vidro, e polímeros sintéticos (por exemplo: plástico e borracha podem estar presentes no composto, excluindo terra, madeira e pedras). São divididos em três classes específicas em termos de porcentagem de massa seca em estufa.
USA	Não
Austrália	Voluntária – Vidro, metais e plásticos rígidos > 2 mm ≤ 0,5 dm; plásticos leves, flexíveis ou filme > 5 mm, ≤ 0,05% dm; pedras e pedaços de argila ≤ 5% dm. Aconselha-se os fabricantes e seus clientes que acordem um nível máximo aceitável de contaminação visual por plástico.
Nova Zelândia	Tem que passar 100% através de malha de 15 × 15 mm

Fonte: Hoog *et al.* (2002).

Parece ser consenso que a medida de 2 mm é margem de segurança para quem vai manusear esse produto. Se a impureza for maior que 2 mm sua presença é muito pouco tolerada. Por essa razão sugerimos que para produtos classe “C” seja adotada a seguinte tabela em relação às impurezas.

Tabela 10 – Sugestão da ABISOLO para contaminantes inertes para produtos Classe “C”

Impurezas	Tamanho máx. admissível	Concentração máx. permitida
Vidros, plásticos, metal	> 2,0 mm	0,5% na umidade natural
Pedras	> 5,00 mm	5,0% do peso úmido

Fonte: Documento interno ABISOLO (2010).

- c) Quanto aos metais pesados, entendemos que o limite máximo permitido está adequado, mas solicitamos a retirada dos Anexos IV e V da IN n° 27/2006 do elemento Níquel (Ni), pois se o Níquel é essencial para as plantas, não há sentido considerá-lo como contaminante em fertilizantes orgânicos, organominerais e condicionadores de solos.

7 CONCLUSÕES

Um dos principais componentes de garantia de proteção ambiental e preservação de recursos naturais é um bom sistema de gestão de resíduos.

O Brasil está em um momento altamente propício, que traz consigo grandes oportunidades de investimento para estabelecer essa realidade definitivamente. Assistimos ao crescimento da indústria dos resíduos sólidos, a qual tem um imenso potencial a ser explorado e maximizado, mas carece de aperfeiçoamento das práticas adotadas, acesso a sistemas tecnológicos avançados e principalmente de adequação do que simplesmente não funciona.

Precisamos de uma coleta universalizada do RSU, pois 42% de seus resíduos ainda são encaminhados para destinos inadequados, totalizando 3.300 municípios de pequeno porte, ou seja, quase a metade do que se gera no País! Diante desse fato é crucial que o governo federal e subsidiariamente os governos estaduais estabeleçam instrumentos práticos e programas de apoio efetivo para que todos os municípios brasileiros tenham condições de cumprir com segurança as disposições da PNRS.

Outro grande desafio é a implantação definitiva da coleta seletiva, o estabelecimento de sistemas de logística reversa, com responsabilidade dos produtores; e a viabilização de plantas de recuperação e aproveitamento de resíduos. Infelizmente isso tudo ainda está longe de ser uma realidade viável, no entanto, é um fator indispensável para viabilizar a recuperação dos materiais reciclados e seu posterior encaminhamento para processos de reciclagem e reaproveitamento.

A compostagem do RSU só será uma realidade salutar quando o RSU se constituir em uma matéria-prima minimamente confiável para a produção de um composto de boa qualidade. Em um país como o Brasil, em que metade do lixo constitui-se de resíduos orgânicos e a agricultura é sua principal base econômica; o uso correto da compostagem, além de resolver uma questão sanitária/ambiental, contribuirá para sanar um enorme débito que o Estado tem em relação ao resgate da cidadania e a justiça social, junto à população carente do país.

REFERÊNCIAS

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

Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2013. São Paulo: ABRELPE, 2013.

Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>>.

Acesso em: 12 jan. 2015.

ASSMANN, E. **Mikrobiologische Untersuchungen von Luft und Substrat im Bereich der Bioabfallkompostierung.** MSc thesis, Universität Hohenheim – 460, Institute for Environmental and Animal Hygiene, D-70593, Stuttgart, Germany, 1992.

ASSUNÇÃO, João Vicente de; PESQUERO, Célia Regina. Dioxinas e furanos: origens e riscos.

Revista Saúde Pública, São Paulo, v. 33, n. 5, out. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101999000500014>. Acesso em: 12 set. 2014.

BERTON, Ronaldo Severiano. **Utilização agrícola do composto de lixo urbano**. 76

p. Relatório final encaminhado à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo. São Paulo: [s.n.], 1995.

BERTON, Ronaldo Severiano. **Utilização de composto de lixo na agricultura** (CD Rom).

CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. Anais... Águas de Lindóia: SBCS, 1996.

BRASIL. **Decreto nº 4.954**, de 14 de janeiro de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm>. Acesso em: 12 set. 2014.

BRASIL. **Lei nº 6.894**, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências. (Redação dada pela Lei nº 12.890, de 2013). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1980-1988/L6894.htm>. Acesso em: 22 set. 2014.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 22 set. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 23**, de 31 de agosto de 2005. [Revogada pela IN nº 25/2009]. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=13025>>. Acesso em: 22 set. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 25**, de 23 de julho de 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/in_25_09.pdf>. Acesso em: 31 maio 2015.

- **Anexo I** – Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.
- **Anexo II** – Especificações dos fertilizantes orgânicos simples.
- **Anexo III** – Especificações dos fertilizantes orgânicos mistos e compostos.
- **Anexo IV** – Restrições de uso que deverão constar da embalagem.
- **Anexo V** – Agentes quelatantes e complexantes orgânicos autorizados para fertilizantes orgânicos e organominerais.
- **Anexo VI** – Aditivos autorizados para uso em fertilizantes orgânicos organominerais.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 27**, de 05 de junho de 2006. Dispõe sobre a importação ou comercialização, para produção, de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=76854>>. Acesso em: 22 set. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 35**, de 04 de julho de 2006. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 22 set. 2014.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Melhoria da Gestão Ambiental Urbana no Brasil – BRA/OEA/08/001. **Manual para Elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos Consórcios Públicos**. Projeto Internacional de Cooperação Técnica para a Melhoria da Gestão Ambiental Urbana no Brasil. Outubro de 2010a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/arquivos/1_manual_elaborao_plano_gesto_integrada_rs_cp_125.pdf>. Acesso em: 22 set. 2014.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Melhoria da Gestão Ambiental Urbana no Brasil – BRA/OEA/08/001. **Manual para Implantação de Compostagem e Coleta Seletiva no Âmbito de Consórcios Públicos**. Projeto Internacional de Cooperação Técnica para a Melhoria da Gestão Ambiental Urbana no Brasil. Outubro de 2010b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/arquivos/3_manual_implantao_compostagem_coleta_seletiva_cp_125.pdf>. Acesso em: 22 set. 2014.
- CRAVO, M. S. **Composto de lixo urbano como fonte de nutrientes e metais pesados para alface**. 1995. 148f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura/ Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- DE BERTOLDI, M.; ZUCCONI, F.; CIVILINI, M. **Temperature pathogen control and product quality**. *Biocycle* Feb, 43-50, 1988.
- GERBA, C. P. Pathogens. In: PAGE, A. L.; GLEASON III, T. L.; SMITH JUNIOR, J. E.; ISKANDER, I. K.; SOMMERS, L. E. (Ed.). **Proceedings of the 1983 Workshop on Utilization of Municipal Wastewater and Sludge on Land**. Riverside, CA: University of California, 1983. p. 147-198.
- GROSSI, Maria Gricia de Lourdes. **Avaliação da qualidade dos produtos obtidos de plantas de compostagem brasileiras de lixo doméstico, através da determinação de metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas**. 1993. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Instituto de Química da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- GROSSI, G.; LICHTIG, J.; KRAUB, P. PCDD/F, PCB and PAH content of Brazilian compost. **Chemosphere**, v. 37, n. 9-12, p. 2153-2160, 1998.
- HOOG, Dominic *et al.* **Comparison of compost standards within the EU, North America and Australasia**. Oxon: WARP – The Waste and Resources Action Programme, 2002. Disponível em: <http://www.compostingvermont.org/pdf/WRAP_Comparison_of_Compost_Standards_2002.pdf>. Acesso em: 22 set. 2014.

- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Relatório de Pesquisa**. 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em: 12 set. 2014.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- MAIZ, I.; ESNOLA, V.; MILLAN, E. Evaluation of heavy metal availability in contaminated soil by a short sequential extraction procedure. **The Sci. of the Total Envirom.**, v. 206, p. 107-115, 1997.
- MAYR, A. Facts and speculations on viruses in food. **Zentralblatt für Bakteriologie und Hygiene 1**, Orig B, 168, p. 109-133, 1979.
- MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E. **Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais (CD Rom)**. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26 de Janeiro, 1997, Anais: trabalhos. Rio de Janeiro: SBCS, 1997.
- MOESE, J. R.; RHEINTHALER, F. Microbiological investigations of the contamination of hospital and household wastes. **Zentralblatt für Bakteriologie und Hygiene 1**, Abt. Orig B 181, p. 98-110, 1985.
- ONU – United Nations. **World population projected to reach 9.6 billion by 2050 – UN report**. 13 June 2013. Disponível em: <<http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=45165&Cr=population&Cr1=#.VBH4cvldVzn>>. Acesso em: 11 set. 2014.
- PEREIRA NETO, João Tinôco. **Manual de Compostagem**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56p.
- PEREIRA NETO, João Tinôco. **Quanto Vale Nosso Lixo**. Belo Horizonte: UNICEF/UFV, 1999, 70p.
- PEREIRA NETO, João Tinôco; MESQUITA, M. M. F. **Compostagem dos resíduos sólidos urbanos: aspectos teóricos, operacionais e epidemiológicos**. Lisboa, 1992. 25 p. (Informação Técnica – Hidráulica Sanitária, 37).
- ROUSSEAU, P. D. **Les métaux lourds dans les ordures ménageres: origines, formes chimiques, teneurs**. Villeurbanne, 1988. 123p.
- SILVA, F. C. da; CALDEIRA, C. M. V.; GOMES, P. C.; BERGAMASCO, A. F. **Uso agrícola de composto de lixo: estudo de transferência de metal pesado no sistema solo-cana-de-açúcar**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2000a. 5 p. (Embrapa Informática Agropecuária. **Comunicado Técnico, 12**).
- SILVA, F. C. da; SILVA, C. A.; BERGAMASCO, A. F.; RAMALHO, A. L. **Uso agrícola de composto de lixo: efeito do tempo de incubação solo/resíduo na disponibilidade de metal pesado**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2000b. 8 p. (Embrapa Informática Agropecuária. **Comunicado Técnico, 10**).

- SILVA, F. C. da; SILVA, C. A.; BERGAMASCO, A. F.; RAMALHO, A. L. **Uso agrícola de composto de lixo**: efeito do tempo de incubação solo/resíduo na disponibilidade de micronutrientes. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2000c. 8 p. (Embrapa Informática Agropecuária. **Comunicado Técnico, 11**).
- SILVA, F. C. da; SILVA, A. F. S. da; CESAR, M. A. A.; SALDANHA, M. F. C. **Influência da aplicação do composto de lixo urbano na cana-de-açúcar e na fertilidade do solo**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2000d. 38 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Relatório Técnico, 8).
- SILVA, F. C. da; VENDITE, L. L.; BERGAMASCO, A. F. Uso de modelos de transferência de metal pesado e de crescimento da cana-de-açúcar sob adubação de composto de lixo urbano. In: **MODELAGEM DE PROCESSOS PARA SIMULAÇÃO DE CRESCIMENTO DE CULTURAS**: workshop internacional, 2000, Campinas. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária: JFDC: CENA, 2000e. 14 p.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

BELTRAME, Kátia Goldschmidt. Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: benefícios x problemas. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246I>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maió – 2017**.

Capacitação e Pesquisa Fundamental para Desenvolver e Implementar uma Instalação de Tratamento Mecânico-Biológico, com Estágio de Fermentação Integrada em Jundiaí-SP, Brasil

Capacity Building Fundamental Research to Develop and Implement a Mechanical Biological Treatment Facility with an Integrated Fermentation Stage in Brazil

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Especialista em Direito Aguinaldo Leite

Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos

RESUMO

A gestão dos resíduos mudou significativamente nos últimos anos, tornando-se um ícone do desenvolvimento sustentável, contribuindo para a proteção do meio ambiente e garantindo a proteção do clima e da preservação dos recursos naturais. Neste contexto, o Brasil aprovou uma Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que prevê a coleta seletiva e tratamento de resíduos antes da eliminação final em todo o país até 2014. O desenvolvimento da tecnologia, consultoria técnica e máquinas atuais são necessárias para implementar a política. Além de implementar a nova política, os sistemas de gestão sustentável de resíduos devem ser desenvolvidos para mitigar o impacto ambiental gerado ao longo das últimas décadas no país. Isso representa um desafio considerável, devido a experiência limitada disponível para desenvolver a tecnologia necessária e disseminá-la no mercado brasileiro, que, por sua vez, depende da tomada de decisão em todos os níveis públicos (federal, estadual e municipal), bem como de outras partes interessadas, tais como agências de financiamento e licenciamento ambiental.

Palavras-chave: Capacitação. Pesquisa. Cooperação. Resíduo. Tratamento mecânico e biológico.

ABSTRACT

Waste management has changed significantly in the last years, becoming an icon of sustainable development, contributing to environmental protection and guaranteeing the climate protection and the preservation of natural resources. In this context, Brazil passed a National Solid Waste Policy, which provides for selective collection and treatment of waste before final disposal in the

whole country by 2014. The development of technology, technical consulting and state-of-the-art machinery are necessary to implement the Policy. In addition to implementing the new policy, sustainable waste management systems must be developed to mitigate the environmental impact generated over the last few decades in the country. This poses a considerable challenge due the limited expertise available to develop the necessary technology and to streamline them into the Brazilian market, which, in its turn, results in faltering decision-making at all public levels (federal, state and municipalities) as well as other relevant stakeholders, such as funding and environmental licensing agencies.

Keywords: Capacity building. Research. Cooperation. Residues. Mechanical and Biological Treatment.

1 INTRODUÇÃO

A destinação final ambientalmente adequada destaca-se como um dos maiores desafios previstos na lei, uma vez que este conceito impõe a obrigatoriedade na reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético dos resíduos sólidos, isto é, a sua valorização através da reinserção na cadeia produtiva por meio de tecnologias apropriadas, dispondo em aterros sanitários somente os rejeitos, ou seja, àquelas frações não mais passíveis de valorização.

Tais prerrogativas foram definidas no âmbito da lei porque a gestão de resíduos tradicional impacta fortemente o meio ambiente no momento em que 8 a 12% das emissões antrópicas de Gases de Efeito Estufa (GEE) sejam oriundas do aterramento dos resíduos, influenciando assim as mudanças climáticas, mas também explorando desnecessariamente recursos primários.

Figura 1 – Impactos Ambientais



Fonte: Christiane Pereira, 2014.

Figura 2 – Impactos Ambientais



Fonte: Geotech, 2007.

Em consonância com o estabelecido na legislação das diferentes esferas, o Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo, traz metas e ações de redução das frações secas e úmidas no aterramento. Essas metas refletem diretamente no cotidiano industrial, comercial e de serviços, que deverá se adequar também às diretrizes apresentadas no respectivo plano. Neste sentido, são definidas diferentes porcentagens de desvio destes materiais, sendo o seu aumento gradativo, onde para a fração úmida é prevista a redução de 35%, 45% e 55% nos anos de 2019, 2023 e 2025 respectivamente. Já para os resíduos recicláveis secos estas porcentagens são da ordem de 37%, 42% e 50% para o mesmo período.

Com o intuito de enfrentar estes novos desafios, a Prefeitura Municipal de Jundiaí por meio da Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SMSP), a fim de cumprir com as premissas legais estabelecidas pela PNRS, elaborou o Plano de Saneamento Básico Setorial para a Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos tendo como objetivo prover uma gestão diferenciada aos resíduos sólidos urbanos.

Como ação de curto prazo, temos a implantação de coleta diferenciada da fração úmida e seca em 100% do sistema de coleta, e assim reciclar efetivamente 50% do material seco coletado. Em médio prazo a SMSP define a porcentagem de 60% dos materiais secos coletados reciclados efetivamente, assim como a instalação de uma unidade de tratamento de resíduos através da biodigestão e seu aproveitamento energético. Já como ação a longo prazo, a secretaria estabelece que em quinze anos esta porcentagem deverá ser de 80% de reciclagem dos materiais secos, e em vinte anos, 90%.

Para garantir o bom planejamento das ações que permitirão alcançar as metas firmadas, a SMSMSP foi buscar conhecimento e tecnologia na Alemanha, tanto para o fomento acadêmico no que tange a inovação tecnológica como para garantir bons resultados a partir da troca de *know how* acerca da gestão e dos desafios operacionais e de mercado a serem enfrentados quando da implementação de planta de tratamento mecânico-biológico no município.

O projeto proposto por Jundiá em cooperação com TUBS, PUC-RIO, GIZ CREED e DBFZ visa o desenvolvimento de uma gestão ecoeficiente dos resíduos sólidos urbanos, com o propósito de gerar os seguintes resultados:

- Treinamento da equipe técnica da Prefeitura;
- Análise qualitativa e quantitativa dos grandes geradores;
- Planejamento e implantação de um laboratório científico para análises dos substratos e subprodutos;
- Caracterização gravimétrica, granulométrica e analítica dos resíduos domiciliares;
- Definição de rotas tecnológicas e promoção de plantas-piloto a partir de técnicas de secagem e compostagem;
- Mapeamento do mercado de consumo de subprodutos;
- Promoção de eventos para disseminar as informações produzidas e intensificar a cooperação internacional.

O projeto desenvolvido foi regido pelos aspectos norteadores:

- Praticidade;
- Sustentabilidade a longo prazo e promoção de inovações;
- Transferabilidade;
- Fomento às técnicas de valorização dos resíduos;
- Disseminação de conhecimento através dos cursos de capacitação e publicações técnicas; e,
- Intensificação da cooperação internacional, sendo que sua implementação pretendeu gerar os seguintes impactos:
 - ✧ Formação de política pública;
 - ✧ Acessibilidade às prerrogativas legais;
 - ✧ Desenvolvimento de banco de dados consistente;
 - ✧ Customização de soluções;
 - ✧ Sensibilização da comunidade e do setor privado;
 - ✧ Interação entre os atores;

- ✧ Promoção da cooperação internacional;
- ✧ Democratização dos programas de capacitação; e,
- ✧ Formação de massa crítica.

Figura 3 – Evento realizado: 1º Congresso Técnico



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Figura 4 – Evento realizado: 2º Congresso Técnico



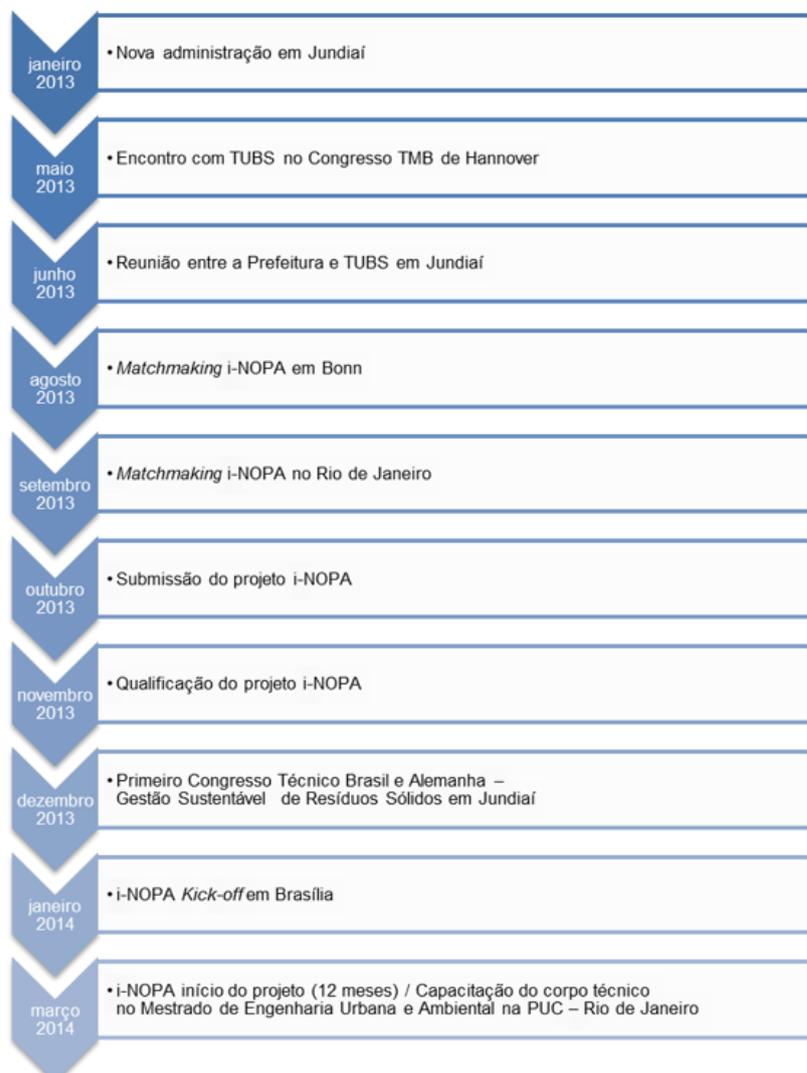
Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

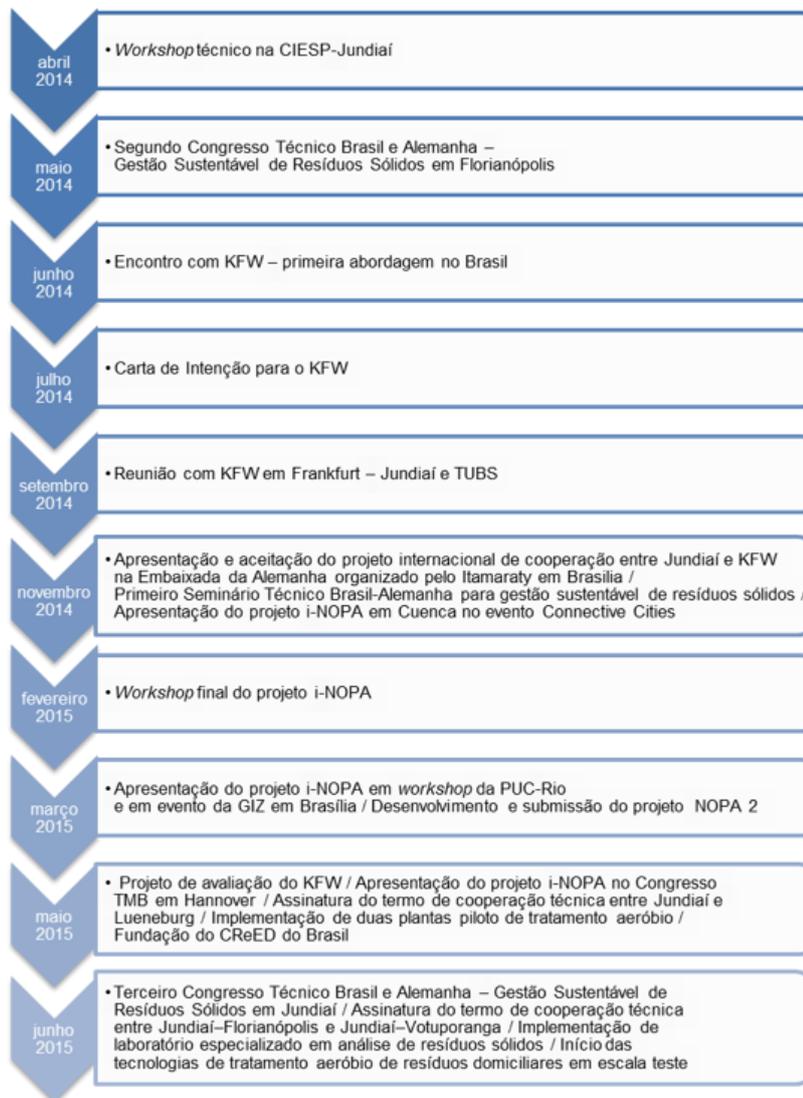
Figura 5 – Evento realizado: Capacitação Técnica



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

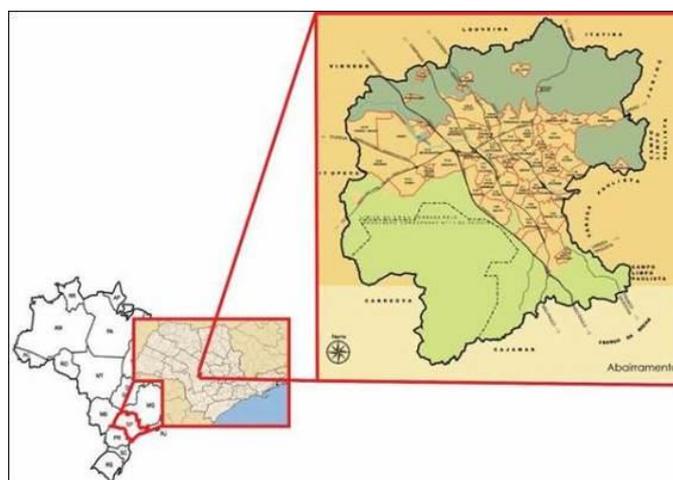
2 LINHA DO TEMPO





3 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

Figura 6 – Caracterização geográfica de Jundiá



Fonte: Prefeitura de Jundiá, 2015.

Localizada a 60 km da cidade de São Paulo, Jundiaí tem 431.969 km² e 397.965 habitantes (IBGE, 2014), tendo sido classificada em primeiro lugar, pela Revista Exame e pela ONU, como a melhor cidade para se viver, segundo a qualidade de vida e qualidade dos serviços públicos prestados.

- Abastecimento de água: 100% zona urbana;
- Tratamento de esgoto: 100% na zona urbana e na zona rural, tratamento de 30.123.324,00 m³ por ano;
- Resíduos: 95% de coleta dos resíduos;
- Orçamento anual total para 2014: R\$ 1,65 bilhões;
- Orçamento anual da Secretaria de Serviços Públicos: aproximadamente R\$ 140 milhões, cerca de 8,5% do orçamento total. A Secretaria conta com 319 funcionários, sendo: 251 com ensino médio, 56 com ensino superior e 12 pós-graduados. Os serviços públicos terceirizados são prestados por 12 empresas;
- Em 2014, foram geradas 140.000 toneladas de resíduos sólidos domiciliares, ou seja, 384 t por dia, ou 0,96 kg/hab/d.

4 CAPACITAÇÃO TÉCNICA

As disposições previstas na PNRS dialogam com a modernidade, preservando recursos e protegendo o clima, porém explicita o desafio de prover sistemas sustentáveis para a gestão de resíduos que esbarra na carência de especialização no mercado, tanto para o desenvolvimento de conceito tecnológico quanto para a avaliação e operação de tecnologias, resultando não somente em entrave técnico na busca por melhores soluções, mas também em insegurança para a tomada de decisão por parte dos agentes públicos e privados.

Corroborando o entendimento de que apenas através do conhecimento poderemos avançar na valorização de resíduos no Brasil, durante o projeto entraram em pauta discussões que abrangeram diversas linhas temáticas tais como levantamento do panorama da gestão de resíduos no Brasil e na Alemanha, tecnologias ambientais, linhas de financiamento, particularidades sobre o licenciamento, mercado de subprodutos, desafios de gestão e, sobretudo, formação de políticas públicas.

Cientes das fragilidades inerentes à formação de um novo mercado, os esforços foram não apenas concentrados na capacitação da equipe do projeto, mas principalmente visaram gerar uma rede inteligente a partir da promoção de uma série de eventos que permitiram democratizar os conhecimentos adquiridos.

Quadro 1 – Eventos e qualificação profissional

	Eventos e qualificação profissional	Local	Data	Participantes
1	1º Congresso Técnico Brasil-Alemanha	Parque da Uva – PMJ	Dezembro 2013	780
2	Workshop PUC-Rio	PUC-Rio	Março 2014	18
3	Capacitação Planejamento	Sala de situação – PMJ	Março 2014	30
4	Workshop CIESP	CIESP – Jundiaí	Abril 2014	145
5	2º Congresso Técnico Brasil-Alemanha	Florianópolis	Mai 2014	330
6	7º Encontro Técnico Alto Nível Compostagem	CETESB-SP – São Paulo	Agosto 2014	85
7	Capacitação para caracterização para grandes geradores	Sala de Reuniões SMSP – PMJ	Junho 2014	30
8	Feira RWM	São Paulo	Setembro 2014	30
9	1º Diálogo conjuntivo Cidades da América Latina	Cuenca – Equador	Novembro 2014	40
10	Estudo de Gravimetria de Resíduos Sólidos Urbanos	Geresol – PMJ	Abril e Outubro 2014	30
11	Visita Cooperlínia Ambiental do Brasil	Paulínia	Novembro 2014	10
12	Curso de Nivelamento Técnico em Gestão Sustentável de RSU	DAE – Jundiaí	Novembro 2014	230
13	Visita Técnica LOGA	São Paulo	Novembro 2014	15
14	Capacitação especializada em intervenções analíticas para caracterização de RSU	Hotel Serra de Jundiaí	Janeiro 2015	30
15	Capacitação de Compostagem e Secagem de Resíduos Sólidos Urbanos e Resíduos Orgânicos Separados com o sistema ON FLOOR AERATION WITH GORE COVER	Auditório do oitavo andar – PMJ	Março 2015	30
16	Workshop de encerramento do Projeto i-NoPa	Hotel Serra de Jundiaí	Março 2015	60
		Total de Participantes		1.893

5 COOPERAÇÃO TÉCNICA

O binômio firmado pela insuficiência técnica e demandas de negócio do mercado brasileiro de resíduos sólidos urbanos corroborou para uma intervenção entrelaçada de diversas instituições que dominam notório conhecimento da Alemanha tais como TUBS, DBFZ, DAAD, GIZ e BMBF.

O conceito de cooperação técnica adotado durante o projeto consolidou o compartilhamento de esforços e benefícios, à luz do impacto e do alcance sobre o mercado seja em âmbito privado seja em âmbito acadêmico, aprimorando mecanismos de negociação, avaliação e gestão dos projetos, a fim de enquadrá-los às prioridades nacionais, garantindo necessariamente a proteção climática e preservação dos recursos naturais, e ainda fortalecendo as instituições transpassando governos.

Como era esperado, o projeto repercutiu além das fronteiras de Jundiaí, despertando interesse de entidades sensíveis ao tema tais como as Prefeituras de Florianópolis, Votuporanga, Paulista, Cuenca e Lueneburg, e ainda instituições renomadas como PUC-Rio, CIESP, KFW, FINEP e SENAC.

Estas instituições, cada uma segundo sua especialidade, atuaram na forma de cooperação técnica constituindo importante instrumento de desenvolvimento, auxiliando o Brasil a promover mudanças estruturais nos seus sistemas produtivos voltados para uma gestão sustentável de resíduos sólidos, como forma de superar restrições que tolhem o natural crescimento deste novo mercado.

Os programas de cooperação técnica implementados permitiram transferir conhecimentos, experiências de sucesso e sofisticados equipamentos e programas de gestão, contribuindo assim para capacitar recursos humanos e fortalecer instituições, possibilitando um salto qualitativo de caráter duradouro.

6 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

A caracterização dos resíduos sólidos urbanos é uma ferramenta importante para o desenvolvimento dos conceitos tecnológicos das plantas de tratamento, permitindo selecionar as melhores tecnologias e adequá-las ao fluxo de material existente a partir da análise gravimétrica, granulométrica e analítica, oportunizando dimensionar os equipamentos, e também escolher as melhores técnicas segundo seu potencial de empregabilidade no fluxo operacional e receptividade do mercado consumidor de recursos secundários.

Durante as análises práticas foram realizados estudos de caracterização de resíduos com base em metodologia aplicada na Alemanha para expressar o percentual em peso de material amostrado em relação à massa total dos resíduos domiciliares.

Levando em conta que o serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares se dá através do recolhimento dos dispostos pelos municípios nas vias públicas optou-se por investigar um

percentual de 2% do total recolhido nos caminhões, valor este quatro vezes superior à quantidade adotada na metodologia da Universidade de Braunschweig e do mercado brasileiro.

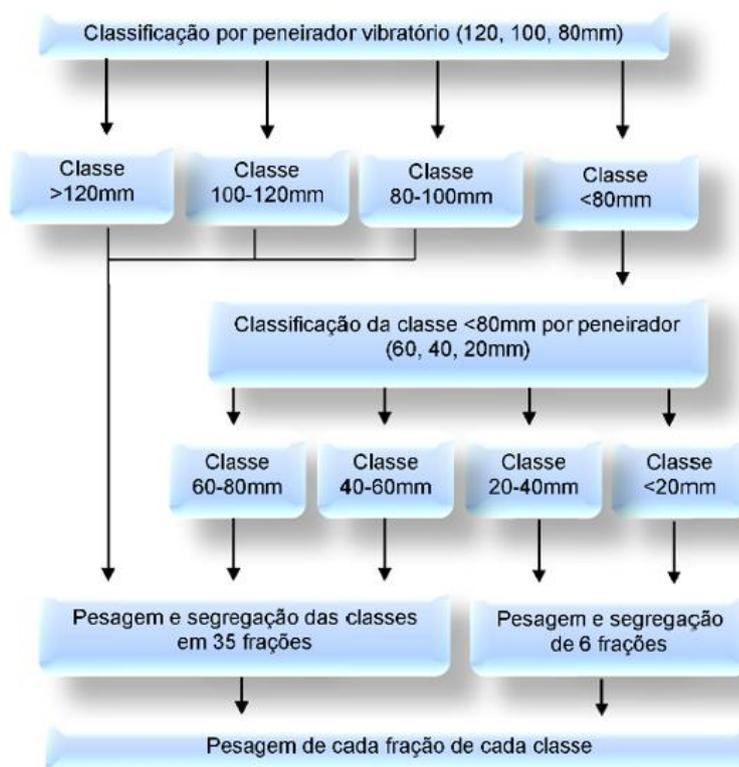
Figura 7 – Fluxograma da metodologia utilizada



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

O estudo foi dividido em duas etapas denominadas por Campanha 1, realizada no mês de abril de 2014, e Campanha 2, realizada nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2014.

Figura 8 – Fluxograma do Procedimento da Granulometria e Gravimetria



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

O processo de quarteamento foi realizado segundo a norma ABNT NBR 10007:2004. Para a Campanha 2 os resíduos sofreram ações para o rompimento dos sacos a fim de obter maior homogeneidade e desta forma maior representatividade da amostra. Este procedimento envolveu o partilhamento de uma pilha de resíduos em quatro partes até alcançar uma massa total de 180 – 200 kg.

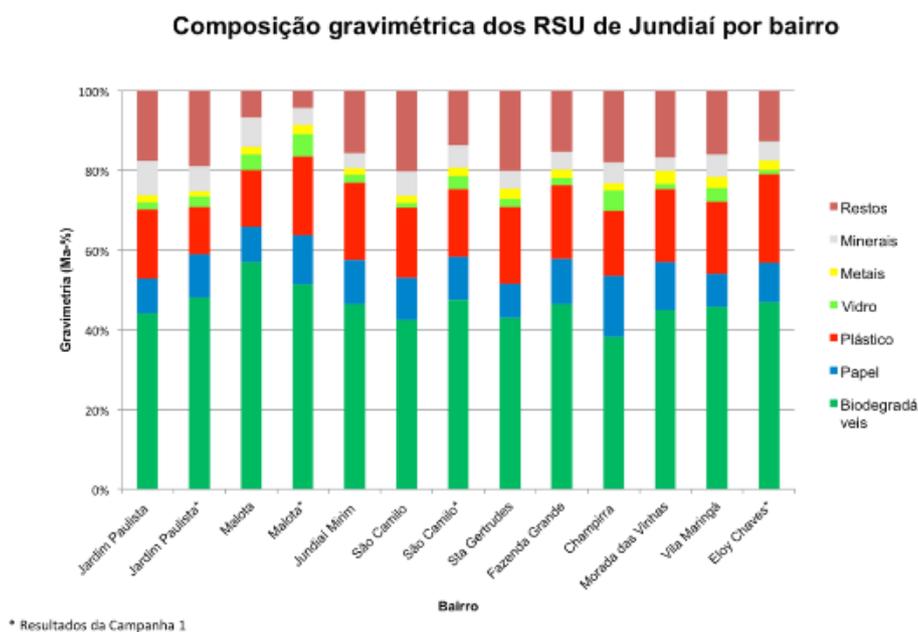
A atividade de peneiramento permite a representação granulométrica de cada fração presente na massa coletada. Os materiais coletados na etapa de quartejamento foram pesados antes e após o peneiramento para estabelecer a quantidade de materiais por fração granulométrica.

Durante a análise gravimétrica utilizou-se a triagem manual por propriedades físicas. Deste modo, foram obtidas para cada classe diversas frações, por exemplo: papel, plástico, metais ferrosos, material orgânico etc.

Realizou-se análises relevantes para utilização de combustível derivado de resíduos (CDR) e recicláveis com as peneiras maiores (> 80 mm), enquanto para as frações menores (< 80 mm) foram realizadas análises relacionadas ao seu emprego na forma de recicláveis, biogás, composto e biomassa.

Faz-se necessário esclarecer que a metodologia brasileira de caracterização dos resíduos não leva em consideração a influência granulométrica das massas e também não avalia analiticamente os resíduos, dados estes imprescindíveis para o planejamento de rota tecnológica, no momento em que o substrato interferirá drasticamente no desempenho operacional da planta de tratamento.

Figura 9 – Composição dos RSU nos bairros amostrados (Campanha 1 e 2)



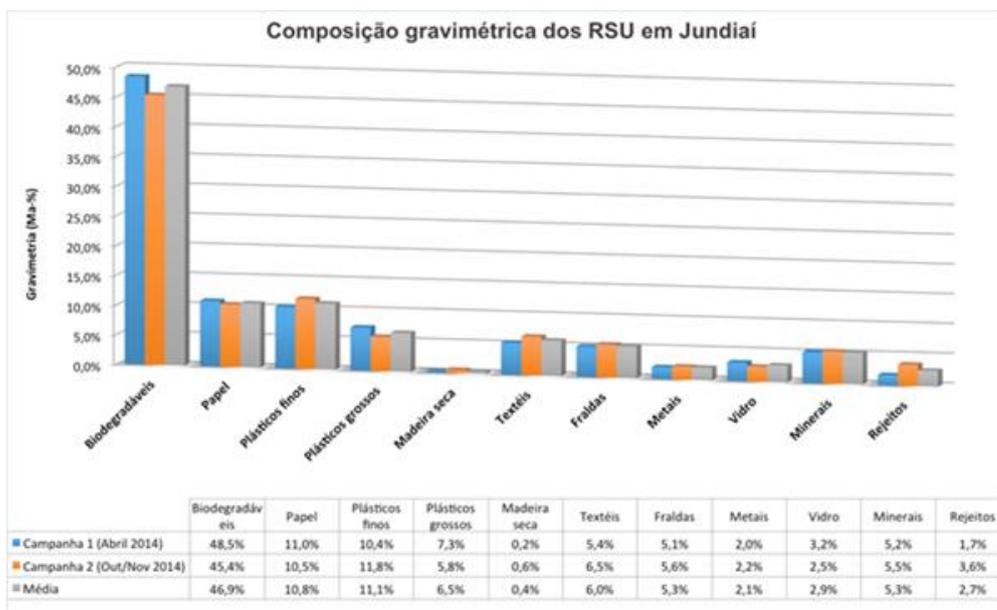
Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

No que se refere a influência dos bairros segundo prevalência de classe e atividades econômicas, nota-se que as diferenças setoriais e estruturais dos bairros não foram significativas no que tange a composição dos resíduos mistos

Estes valores se tornam relevantes para entender que, apesar de haver diferenças visíveis, no tocante a parte estrutural de um bairro para outro, o município não apresenta grandes diferenças

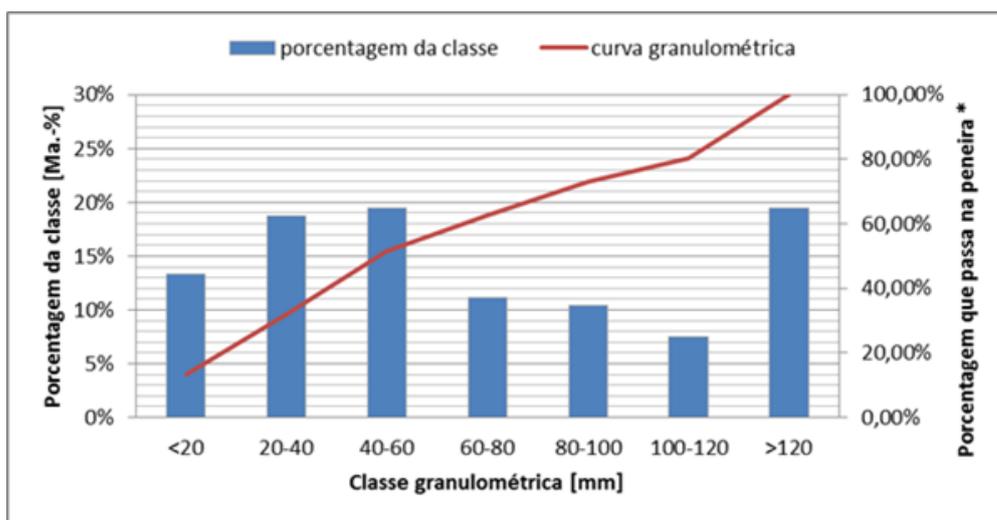
socioeconômicas que interferiram na composição dos resíduos, resultando em uma extrapolação direta dos valores coletados.

Figura 10 – Composição dos RSU em Jundiá (Campanha 1 e 2 inclusive média)



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Figura 11 – Distribuição dos grãos e resultados acumulativos



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

No que concerne ao aproveitamento das frações orgânicas e secas temos algum comprometimento de sua qualidade devido a sua característica mista, tanto em seu emprego na forma de reciclagem de materiais quanto a geração de composto, podendo reduzir seu potencial de escoamento para o mercado consumidor. Apesar desse aspecto duvidoso pode-se antecipar que

estas frações finas possuem alto potencial para recuperação energética por geração de biogás, sendo que também poderão ser submetidas à secagem biológica para fins de geração de CDR.

7 CARACTERIZAÇÃO DE GRANDES GERADORES

O diagnóstico municipal acerca da gestão destes resíduos dentro dos empreendimentos considerados grandes geradores se traduz numa ferramenta importante, tanto para fundamentar o prognóstico desta planta quanto para elucidar questões como capacidade de processamento e conhecimento da tipologia de material para tratamento, como para definição da rota tecnológica adequada, além do estabelecimento da condição de diálogo entre setor público e privado para a consolidação de políticas públicas que tratem diretamente destes geradores e a análise do emprego desta fração no mercado consumidor de recursos secundários.

Acompanhando a tendência no Brasil onde as administrações públicas não interagem com o setor privado no sentido de dominar conhecimento sobre as práticas das indústrias, comércios e serviços, quando do início do projeto, nos deparamos com a lacuna da ausência de dados sobre a gestão de resíduos oriunda do setor privado.

Desta forma, a fim de realizar o diagnóstico ambiental no município de Jundiaí foi necessário elaborar um questionário visando captar informações pertinentes ao atendimento das premissas propostas pela PNRS. Este questionário foi intitulado como “Análise Mercadológica de Grandes Geradores”, documento com abordagem ampla e complexa que permitiu compreender as demandas do setor com vistas à sua integração futura em projeto de gestão sustentável de resíduos sólidos.

O questionário utilizado para o levantamento dos dados foi dividido em quatro etapas abordando 58 questões em sua maioria de múltipla escolha visando captar informações pertinentes ao atendimento das prerrogativas previstas na PNRS, tais como:

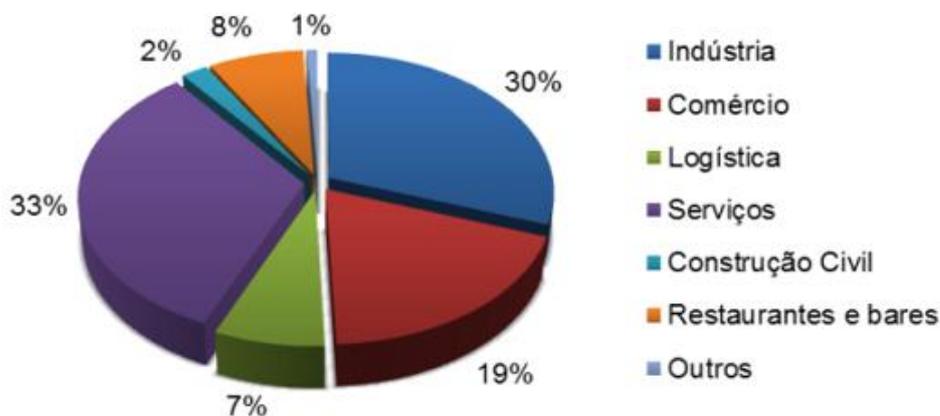
- o levantamento de dados relativo à logística reversa;
- o levantamento qualitativo e quantitativo, inclusive analítico físico-químico, dos resíduos industriais, comerciais, residenciais e verdes;
- as formas de separação, coleta, destinação e tratamento;
- o domínio dos aspectos legais daquele responsável pela gestão de resíduos no empreendimento;
- os tipos de fonte de energia utilizada em suas atividades;
- o nível de comprometimento da equipe responsável sob a ótica ambiental e social; e, ainda,
- uma discriminação pormenorizada, em formato de tabelas, dos resíduos gerados tais como: recicláveis, orgânicos, minerais, perigosos, sujeitos às premissas legais da logística reversa e outros resíduos gerados pelos empreendimentos.

Outro ponto importante definido no transcorrer dos trabalhos foi a ampliação do campo de pesquisa passando a integrar ainda no universo amostrado os setores de serviços, uma vez que o foco inicial era avaliar somente comércios e indústrias. Portanto, passaram a ser considerados como massa investigada àqueles estabelecimentos que também se enquadram na definição de grandes geradores tais como escolas, restaurantes, hotéis, terminais rodoviários etc.

O período de realização da campanha de análises dos Grandes Geradores ocorreu durante cinco meses, de maio a setembro de 2014. Neste processo, 23 pessoas estiveram envolvidas e de 22.726 instituições existentes no município segundo a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia (2013), 232 foram contatadas e 224 efetivadas, caracterizando assim 1% do total do universo de amostragem.

Através da interpretação das respostas desse levantamento estatístico, desenvolveu-se um relatório com o intuito de transpor o que foi compreendido durante a aplicação dos questionários e, ter um diagnóstico representando as necessidades, os conhecimentos, e as dificuldades vivenciadas pelos entrevistados durante o processo de gestão dos resíduos.

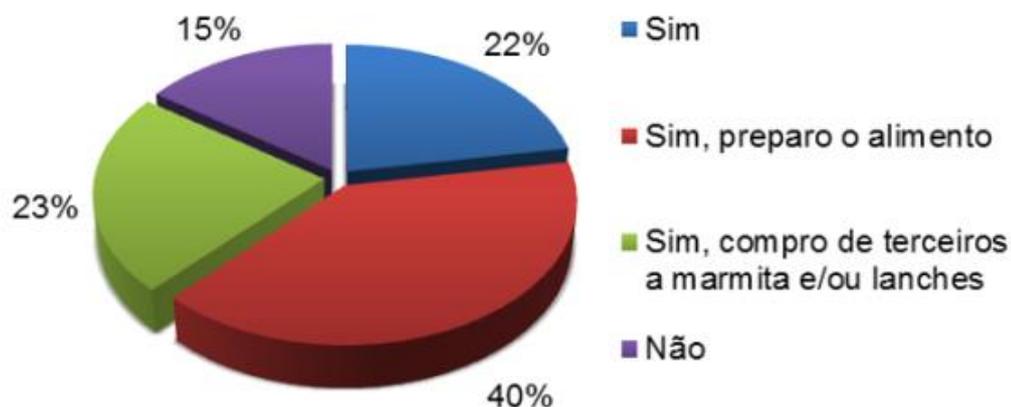
Figura 12 – Questão 3: Sua empresa atua em qual setor?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Os setores da economia abordados na pesquisa foram bastante estratificados representando com fidelidade a economia local. Inicialmente as grandes indústrias seriam o alvo de aplicação dos questionários, mas a necessidade de gerar números mais significativos foi identificada, partindo então para a área de serviços e comércios como grande parte dos entrevistados.

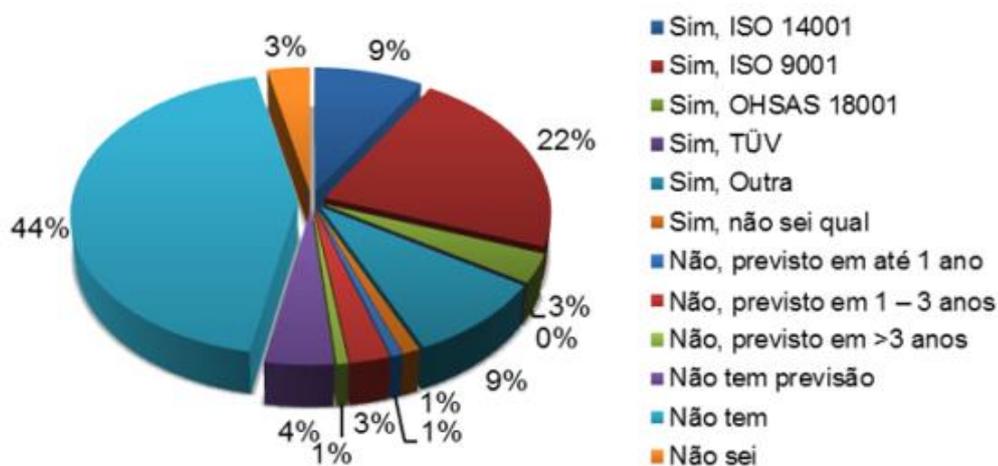
Figura 13 – Questão 5: Tem refeitório?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

De 85% das empresas que possuem refeitório próprio para os funcionários, em 40% o alimento é preparado pelas mesmas, o que indica uma maior geração de resíduos orgânicos.

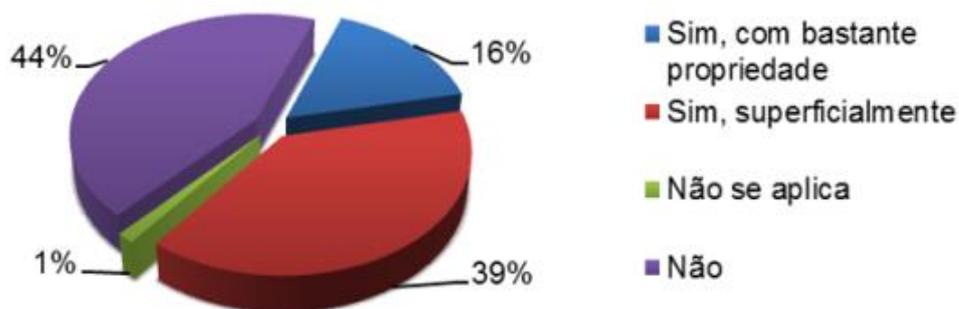
Figura 14 – Questão 6: A empresa tem certificação de qualidade?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Comprovando seu compromisso ambiental, existe programa de certificação de qualidade implementado em 44% das empresas.

Figura 15 – Questão 12: Você conhece os termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos?

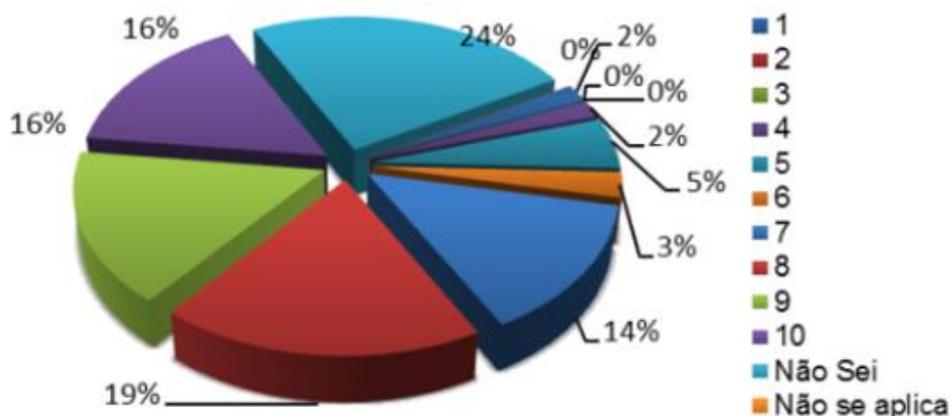


Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Em 55% dos casos, os entrevistados disseram ter conhecimento sobre os termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, fato que corrobora com os resultados das duas questões anteriores, onde pelo menos 60% indicavam que têm conhecimento sobre a logística reversa, sendo que está incluída nos termos da PNRS.

Entretanto, observando que 55% dos entrevistados responderam que conhecem com alguma propriedade a existência da PNRS, podemos concluir que a Política Nacional de Resíduos Sólidos já pode ser considerada um instrumento balizador da gestão de resíduos nos setores empresariais entrevistados. Quanto ao segmento que declarou ter conhecimento ou certo conhecimento, há possibilidade ainda de filtrar o nível de conhecimento para fins de incentivo aos programas de nivelamento. Já para o setor que declara desconhecimento, pode ser interessante a promoção de curso de introdução à PNRS.

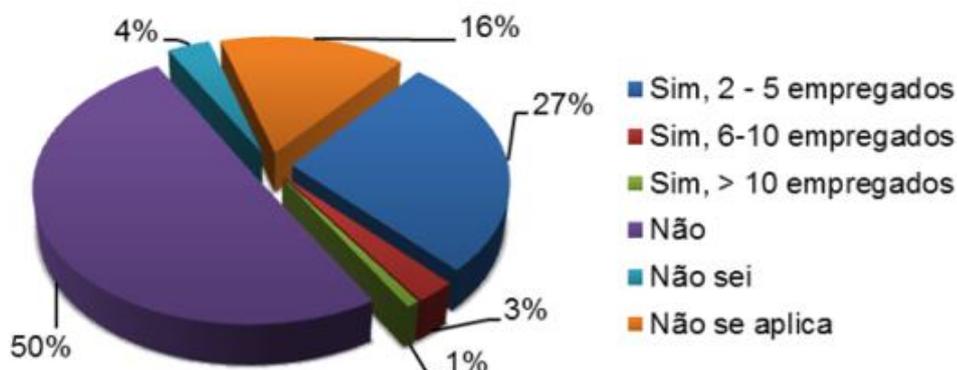
Figura 16 – Questão 21: Dê uma nota para o serviço referente à gestão dos resíduos sólidos realizado pela Prefeitura na coleta tradicional:



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

As notas entre 7 e 10 referentes à coleta tradicional representam 65% das empresas, indicando grande satisfação pelo serviço prestado pela Prefeitura, enquanto 24% não souberam avaliar.

Figura 17 – Questão 24: A empresa possui um departamento para gestão de resíduos?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Sobre a gestão de resíduos na empresa, 31% tem um departamento exclusivo para seu acompanhamento. Em 50% delas não existe esse departamento, muitas vezes os responsáveis pela gestão de resíduos eram gerentes, supervisores, técnicos em segurança do trabalho, responsáveis pela limpeza etc.

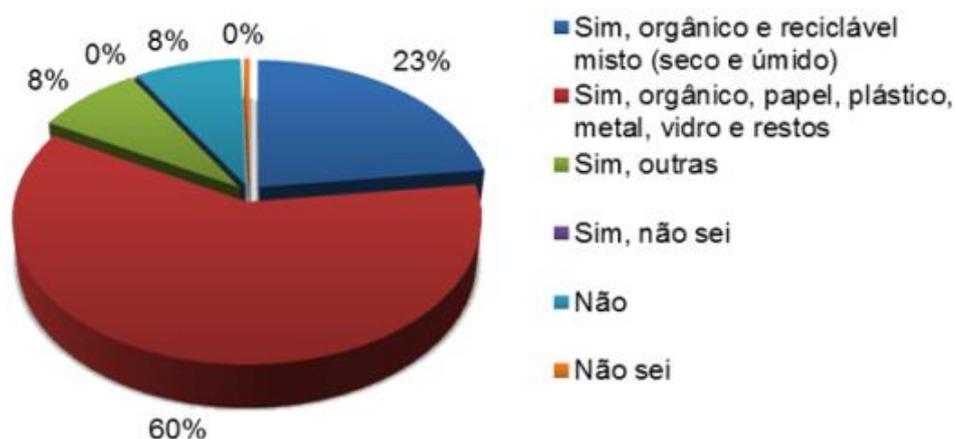
Figura 18 – Questão 25: Há plano de gestão de resíduos na empresa?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Pode-se observar que 22% das empresas elaboraram seu plano de gerenciamento de resíduos, enquanto que 73% ainda não possuem seus respectivos planos, denotando a falta de informação acerca dos termos da PNRS.

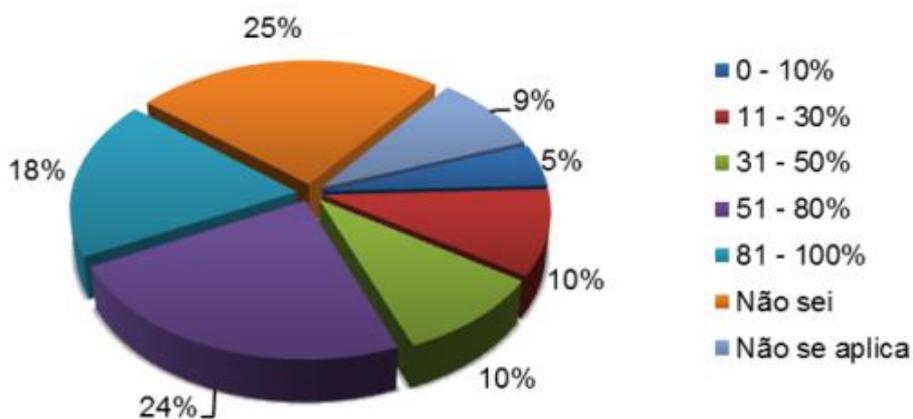
Figura 19 – Questão 29: A coleta seletiva está estabelecida dentro da empresa?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Constatou-se que 91% já implementaram a prática da coleta seletiva interna, 23% delas separam apenas entre orgânico e reciclável misto, 83% têm uma segregação mais detalhada de seus resíduos. Foi possível detectar no processo de tabulação que nem todas as empresas utilizam os cestos coloridos para a separação, mas em algum processo das atividades da empresa acabam por separar certos tipos de materiais para sua correta destinação ou aproveitamento, caracterizando então que existe a coleta seletiva implantada.

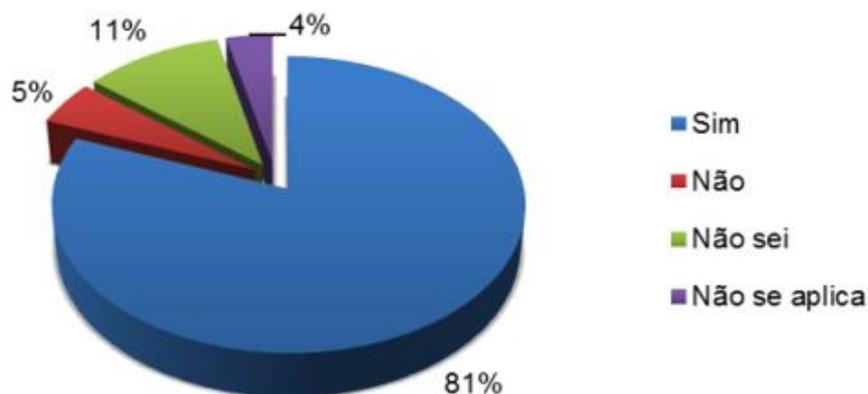
Figura 20 – Questão 31: Qual a porcentagem de reciclagem?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Com a coleta seletiva implantada, em 42% foram alcançados índices significativos de reciclagem superiores a 50%.

Figura 21 – Questão 37: Há interesse na formação de parceria com a Prefeitura para a promoção de cursos/palestras de capacitação sobre gestão ecoeficiente de resíduos?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Considerando a premissa de responsabilidade compartilhada, temos que urge a necessidade de um alinhamento entre as práticas públicas e privadas. A expectativa por uma cooperação entre os atores foi identificada durante o levantamento quando 81% dos consultados apresentaram sua vontade em estabelecer parceria com a Prefeitura para a melhoria da gestão dos resíduos no município.

Os grandes geradores, principalmente aqueles das atividades industriais, estão empenhados em atender a demanda regulamentada a fim de melhorar o sistema de gestão interna e garantir a logística reversa. Já o setor de comércio e serviços, não demonstrou tanto domínio sobre o assunto, uma vez que sua gestão de resíduos é simples e não exige mais do que uma visão geral sobre as ações, sendo estas muitas vezes ineficientes.

No que diz respeito ao potencial de valorização dos resíduos privados, temos que a análise dos dados demonstrou evidente geração de resíduos recicláveis e orgânicos, estes últimos de fácil acesso sejam por sua origem durante a produção sejam pela presença intensiva de refeitórios, garantindo assim uma massa orgânica livre de contaminantes onde o tratamento será de fácil operacionalização e seus subprodutos de alta qualidade, tanto na condição de composto quanto de sua recuperação energética. No âmbito dos recicláveis, apesar de segregados, há um descontrole quanto a sua destinação quando esta é realizada por terceiros, não havendo assim garantias sobre sua adequada gestão.

8 CReED DO BRASIL

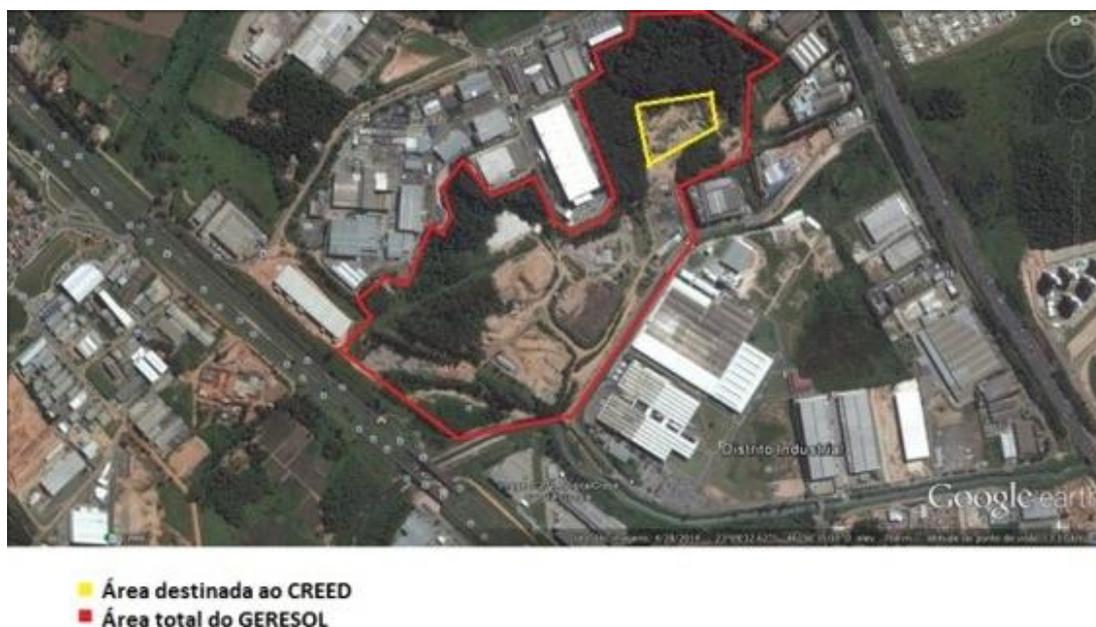
CReED é uma ONG que surgiu em 2009 na cidade de Pohlsche-Heide composta de 70 membros, com o propósito de ser um centro internacional para a investigação e desenvolvimento e ainda, fomentar a formação básica e avançada em matéria de resíduos e a gestão dos recursos

naturais com um alcance internacional. Ao mesmo tempo, o centro funciona como um site de demonstração de tecnologia ambiental da gestão de resíduos e recursos secundários.

O CReED do Brasil, fundado em 2015, tem como objetivo transpassar fronteiras e introduzir na América Latina uma perspectiva holística da gestão sustentável dos RSU, garantindo uma intervenção multidisciplinar e transterritorial, unindo o que há de mais desenvolvido na Europa com as novas exigências da América Latina.

Assim, o CReED do Brasil será um espaço físico dedicado ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia e recuperação de materiais, formado por um parque tecnológico de escala piloto, laboratório especializado, auditório para capacitação e biblioteca verde, tendo como foco a melhoria da realidade social através de uma vitrine de exposições e diálogos entre os consumidores, pesquisadores, empresários, líderes de opinião e a todos os cidadãos em geral, contribuindo para a construção de ferramentas sustentáveis para o benefício de toda a sociedade.

Figura 22 – Área proposta para a implementação do CReED, no GERESOL



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

8.1 Laboratório especializado

Durante o projeto foi instaurado 210 m² de área de laboratório voltado para a execução de análises físicas, químicas e biológicas, a fim de avaliar o potencial dos resíduos para a reciclagem, a compostagem, a biodigestão, estabilização biológica e CDR. Este laboratório foi equipado com equipamentos de ponta, tornando-se uma referência para o mercado brasileiro quando da busca por intervenções analíticas que demandam expertise e customização.

Figura 23 – Laboratório especializado em RSU



Fonte: Prefeitura de Jundiaí, 2015.

8.2 Projetos-Piloto

Considerando a necessidade de promover a capacitação voltada para aplicação prática tecnológica, durante o projeto foram introduzidas duas tecnologias aeróbias que se destinam tanto à compostagem quanto à secagem. Ambas serão pesquisadas no âmbito básico e aplicado, a partir de substratos diversos, com o intuito de adequar as tecnologias às condições brasileiras. As tecnologias são modulares atendendo, portanto, às necessidades de cidades pequenas e médias, bem como o segmento privado.

Figura 24 – Tecnologias aeróbias



Fonte: UTV AG, 2014.

Figura 25 – Tecnologias aeróbias



Fonte: GFA, 2014.

9 CAMPUS DE ECOEFICIÊNCIA EM RESÍDUOS

O CER – *Campus* de Ecoeficiência em Resíduos – será um espaço físico de caráter multidisciplinar que incorpora ambientes diversos tais como auditório, escritórios, sala de educação ambiental, laboratório, centro para treinamento e pesquisa, e pilotos tecnológicos para garantir a maior taxa de desvio de aterros, bem como a incorporação de subprodutos na cadeia econômica, por meio das seguintes tecnologias: triagem de recicláveis, fermentação, compostagem, secagem para geração de biomassa e agregados da construção civil. A energia renovável que será produzida pela planta de tratamento, através do beneficiamento do biogás, a princípio será usada para consumo próprio podendo ser ampliada conforme a demanda de mercado.

Em planejamento tem-se uma planta de tratamento mecânico e biológico com capacidade para atender a geração doméstica municipal, com capacidade de partida na ordem de 200.000 toneladas por ano, considerando um lapso de geração de dez anos, ofertando uma opção de destinação adequada tanto para o poder público quanto para os entes privados. Tem-se como área proposta para a implementação do CER, no GERESOL, que possui área de 450.000 m².

Durante o desenvolvimento da rota tecnológica é necessário assumir como pressupostos:

- flexibilidade, adaptabilidade e funcionalidade no que diz respeito as mudanças da quantidade e qualidade dos resíduos, bem como a evolução do mercado para as matérias-primas secundárias geradas;
- funcionalidade, disponibilidade e acessibilidade;
- fornecimento de matérias-primas secundárias;

- benefícios ambientais, especialmente no que diz respeito ao clima, águas subterrâneas e do uso do solo (volume de aterro);
- custos de investimento e operacionais.

Figura 26 – Rota Tecnológica – Tratamento Mecânico e Biológico



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

10 EXTERNALIDADES

- Multiplicação dos resultados através da implementação do primeiro centro de treinamento e de pesquisas em gestão dos resíduos sólidos urbanos;
- Desenvolvimento de mercado para recursos secundários;
- Consolidação de parcerias estrangeiras;
- Promoção da educação ambiental;
- Proteção dos recursos primários e do clima;
- Desenvolvimento do parque industrial brasileiro para fornecimento de tecnologias para valorização dos resíduos;
- Capacitação de profissionais técnicos, graduados e pós-graduados;
- Democratização no acesso à planta e suas informações;
- Consolidação do banco de dados.

11 CONCLUSÃO

A Política Nacional dos Resíduos sólidos é um instrumento legal extremamente avançado que tem sido amplamente discutido pela sociedade com grande avanço, estabelecendo princípios, estratégias, instrumentos e objetivos que criam obrigações e deveres para todas as entidades federais e para o setor privado, assim como programas de investimento por parte do governo

federal para apoiar os municípios e as empresas, promovendo desta forma a enorme transformação que deverá ocorrer nesse setor.

A aplicação das medidas previstas na PNRS incorpora uma nova sistemática à gestão de resíduos no país, principalmente pela introdução de tecnologias para valorização dos resíduos, impondo uma série de novas atividades que devem ser implementadas a curto e médio prazo, para adequar as novas práticas às determinações previstas em Lei.

Uma vez que a Alemanha é pioneira na gestão de resíduos há três décadas e as universidades envolvidas são referência mundial devido a seu corpo de especialistas altamente competente, a parceria com a Universidade Técnica de Braunschweig e a PUC-Rio foi de extrema importância para aprimorar o conhecimento do corpo técnico da Secretaria de Serviços Públicos do Município de Jundiaí bem como das entidades acadêmicas envolvidas no Projeto i-NoPa.

No tocante aos grandes geradores, temos que a aplicação dos questionários nos permitiu concluir que apesar de todos os desafios a serem enfrentados, os entendimentos dos envolvidos são congruentes no que diz respeito à priorização da valorização dos resíduos. Desta forma, a lei federal apresenta-se como um forte instrumento de apoio e fomento das novas práticas. Indústrias estão empenhadas em atender a demanda regulamentada a fim de melhorar o sistema de gestão interna e garantir a logística reversa. O setor de comércio e serviços não demonstrou tanto domínio sobre o assunto, uma vez que sua gestão de resíduos é simples e não exige mais do que uma visão geral sobre as ações, sendo estas muitas vezes ineficientes.

Quanto à caracterização dos resíduos temos que há alto potencial de aproveitamento devido à parcela significativa das frações valorizáveis tanto orgânicas quanto recicláveis. A cidade tem uma geração bastante homogênea de seus resíduos não sendo identificadas variações significativas segundo classe social. Este resultado está diretamente relacionado com a condição econômica da população predominantemente de classe média, do baixo índice de desemprego e do incremento no padrão de consumo oriundo do desenvolvimento econômico dos últimos anos.

As condições identificadas da região no que refere ao escoamento de subprodutos apontam para o estabelecimento de planta mecânico-biológica como foco em recuperação energética, aproveitamento de recicláveis e produção de CDR tanto classe 1 quanto 2. A compostagem é indicada para àquelas frações orgânicas coletadas seletivamente principalmente através de convênios com o setor privado que geram resíduos alimentícios em maior quantidade.

A partir de requisito legal que estabelece a valorização dos resíduos, bem como considerações que concernem à proteção dos recursos naturais e do clima, propomos a implementação de um parque tecnológico denominado CER – Campus de Ecoeficiência em Resíduos, que não visa somente promover atividades produtivas, mas principalmente assegurando a essas atividades componentes educacionais, possibilitando assim a multiplicação de instrumentos voltados para a cidadania e o desenvolvimento sustentável.

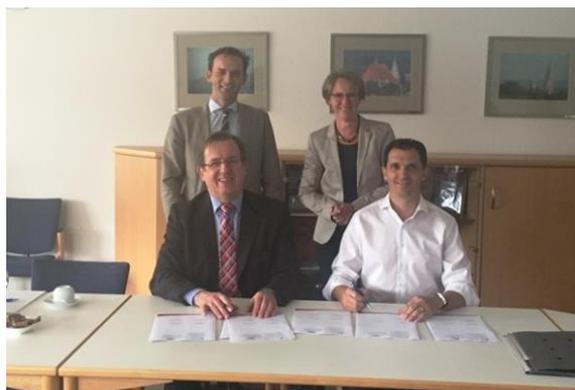
O projeto permitiu ainda que a equipe acumule conhecimento diferenciado e pioneiro, haja vista que a Política Nacional de Resíduos Sólidos é recente e as primeiras ações no município

de Jundiaí passaram a ser tomadas há menos de dois anos. Através desta experiência foi possível aos envolvidos compreender a problemática da geração de resíduos sólidos da cidade, os instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, aprender as formas de geração, tratamento e disposição final de resíduos adequada às suas naturezas, conhecer tecnologias de tratamento e minimização dos impactos ambientais, desta forma ampliando a discussão com a sociedade sobre a gestão sustentável de resíduos sólidos.

O apoio e a disseminação do conhecimento prático da gestão alemã trouxeram ao município de Jundiaí uma visão inovadora e a inspiração em transformar o sistema atual em uma realidade eficiente e contínua que vai de encontro com as premissas da Política Nacional de Resíduos Sólidos e as tendências globais.

Portanto, a experiência vivenciada por toda a equipe os torna habilitados a estabelecer relações com outras áreas do conhecimento, apresentar uma visão sistêmica no que se refere à capacidade de organização do trabalho e alinhamento com as tendências relacionadas da área. Porém, o compartilhamento de experiência durante o projeto não se esgotou nos membros da equipe diretamente envolvida, mas abrangeu novos atores do mercado, ampliando os horizontes profissionais de todos os envolvidos direta ou indiretamente, quando do acesso à informação que delineia novas práticas da gestão de resíduos e principalmente firma um compromisso comum pela preservação ambiental e proteção climática em prol das próximas gerações.

Figura 27 – Assinatura do termo de cooperação técnica Jundiaí–Lueneburg



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Figura 28 – Assinatura do termo de cooperação técnica Jundiaí–Lueneburg



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

12 EQUIPE TÉCNICA

Prefeitura de Jundiá	Technische Universitaet Braunschweig
Aguinaldo Leite [Coordenador]	Christiane Pereira [Coordenadora]
Aline Cardoso Domingos	Klaus Fricke [Coordenador]
Anderson Luís de Araújo	Anja Lenk
Ary Alexandre Ferrari	Anne Foelster
Camila Barbi	Anton Zeiner
Diana Piffer Gigliotti	Aylin Savasir
Eric Arthur de Azevedo	Christof Heussner
Evandro Mendes	Corinna Hoeger
Gabriel de Carvalho Gimenez	Kai Munnich
Gilberto Valverde Carneiro	Lauro Raphael Accorsi Donadell
Juliana Baldi da Silva	Lennart Peters
Laércio Magno dos Santos	DBFZ
Lucas Aparecido Rodrigues	Katrin Strach
Marcelo Foelkel Patrão	Walter Stinner
Márcio Alexandre Bonomi	GIZ
Maria Aparecida Bueno Fumachi	Jens Giersdorf
Maria Raquel Silva	PUC-Rio
Mariana Merlo	Tacio Mauro Pereira de Campos [Coordenador]
Maximiliano Alvares	
Regiane Redondo Puga	Denise Mano
Roberta da Silva Leone	Paula Enoy
Rodrigo Batalha	Simone Dealtry
Vinícius Macedo	Tomaz Langenbach

13 REGISTRO FOTOGRÁFICO

Reunião de abertura do projeto



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Workshop Finep



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Workshop Ciesp



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Peneiramento dos resíduos



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Preparativos para abordagem em grandes geradores



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Visita técnica à Cooperlândia



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Visita técnica ao CReED na Alemanha



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Capacitação técnica



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Planta tratamento mecânico-biológico



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Workshop Final



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Combustível derivado de resíduos (CDR)



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

1º Seminário Técnico – Gestão Sustentável de RSU



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 31 maio 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população dos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2014**. Diretoria de Pesquisas – DPE, Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS, Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica – GEADD, 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/analise_estimativas_2014.pdf>. Acesso em: 31 maio 2015.
- JUNDIAÍ. **Lei Municipal nº 2.140**, de 13 de outubro de 1975. [Alterada pelas Leis nº 3.062/1987, nº 3.246/1988, nº 3.620/1990 e nº 7.225/2008]. Disponível em: <<http://www.jundiai.sp.gov.br/servicos-publicos/wp-content/uploads/sites/18/2014/08/Lei-2.140-75.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2015.
- MONTEIRO, José Henrique Penido *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. [Coordenação técnica de Victor Zular Zveibil]. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2015.
- SÃO PAULO. **Lei Municipal nº 13.478**, de 30 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a organização do Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo; cria e estrutura seu órgão regulador; autoriza o Poder Público a delegar a execução dos serviços públicos mediante concessão ou permissão; institui a Taxa de Resíduos Sólidos Domiciliares – TRSD, a Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde – TRSS e a Taxa de Fiscalização dos Serviços de Limpeza Urbana – FISLURB; cria o Fundo Municipal de Limpeza Urbana – FMLU, e dá outras providências. Disponível em: <<http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/financas/legislacao/Lei-13478-2002.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2015.
- SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 12.300**, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>>. Acesso em: 31 maio 2015.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

FRICKE, Klaus; CAMPOS, Tacio Mauro Pereira de; LEITE, Aguinaldo; PEREIRA, Christiane. Capacitação e Pesquisa Fundamental para Desenvolver e Implementar uma Instalação de Tratamento Mecânico-Biológico, com Estágio de Fermentação Integrada em Jundiaí-SP, Brasil. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246I>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maió – 2017**.

Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

Inovative Municipal Solid Waste Characterization

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos

Especialista em Direito Aguinaldo Leite

Anne-Sophie Fölster

Engenheiro Agrícola e Civil Mestre Rodrigo Miguel Pereira Batalha

Tecnólogo em Meio Ambiente Anderson Luiz de Araújo

Gestor Empresarial Lucas Aparecido Rodrigues

Engenheiro Civil e Especialista em Engenharia Ambiental Marcelo Foelkel Patrão

Administrador e Especialista em Gestão de Negócios Lauro Raphael Acorci Donadell

Tecnóloga Aline Cardoso Domingos

Camila Barbi Campos

Tecnóloga Diana Piffer Gigliotti

Gabriel de Carvalho Gimenez

Tecnóloga Roberta da Silva Leone

Vinicius Silva de Macedo

RESUMO

Atendendo os pressupostos preconizados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) para fins de proteção do meio ambiente e dos recursos naturais, a prefeitura de Jundiaí em cooperação com a Universidade Técnica de Braunschweig (TUBS) e Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) implementaram projeto de pesquisa para identificar a rota tecnológica. Neste contexto foi imprescindível para melhor embasar o planejamento de uma planta de tratamento realizar levantamento de dados sobre o potencial e possibilidades de tratamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU), e para tal efetuou-se análise granulométrica, gravimétrica e analítica dos

resíduos domiciliares de origem mista da cidade. Os resultados apontaram o tratamento mecânico-biológico como a rota tecnológica mais indicada para garantir a maximização do aproveitamento dos resíduos.

Palavras-chave: Gravimetria. Granulometria. Análises. Potencial dos resíduos. Tratamento mecânico- biológico.

ABSTRACT

Given the assumptions recommended by the National Policy for Solid Waste (PNRS) for the purposes of protection of the environment and of natural resources, the city of Jundiaí in cooperation with the Technical University of Braunschweig (TUBS) and the Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio) have implemented research project to identify the technological route. In this context it was essential to better support the planning of a treatment plant to perform a survey of data on the potential and possibilities of treatment of municipal solid waste (MSW), and for such logged-if granulometric, gravimetric and analytical analysis of household waste of mixed origin of the city. The results indicated the mechanical-biological treatment as the technological route more indicated to ensure the maximisation of the use of waste.

Keywords: Gravimetric. Granulometric. Analysis. Waste Potential. Mechanical-biological treatment.

1 INTRODUÇÃO

A publicação da [Lei nº 12.305](#), de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) significou o primeiro marco legal no Brasil a ter como foco os resíduos, que até então eram tratados dentro de um contexto mais amplo, envolvendo as demais atividades de saneamento ambiental. Desse modo, a lei assegurou uma nova sistemática para a gestão de resíduos no país, principalmente no que toca à introdução de tecnologias para o gerenciamento de resíduos, impondo uma série de novas atividades que devem ser implementadas em curto e médio prazo, não apenas para adequação das práticas atuais aos termos da Lei, mas principalmente para fins de preservação dos recursos naturais e mitigação das mudanças climáticas. Desta forma, o novo arcabouço legal incorpora a consciência das riquezas e potencialidades possíveis no manejo dos resíduos, ao passo que também revela os erros e omissões que se acumularam nos últimos trinta anos.

Os impactos diferenciados gerados pelos resíduos sólidos urbanos justificam a necessidade de intervenções concretas, possíveis unicamente a partir do planejamento de programas de gestão adequados. Nesse sentido torna-se fundamental a utilização de tecnologia, de maquinário e de assessoria técnica especializados e compatíveis com o manejo adequado, englobando questões como tratamento de resíduos, viabilidade econômica, preservação ambiental, manutenção da qualidade da saúde pública, paisagem urbana e até mesmo geração de emprego e renda.

Identificada esta demanda, foi implementado projeto de pesquisa pelo município de Jundiaí em parceria com a TU Braunschweig e PUC-Rio, através do programa Novas Parcerias (i-

NoPa biogás). Este projeto teve como diretriz o mapeamento da geração de resíduos no município, transpassando a geração e abarcando intervenções de capacitação interna e externa, e ainda caracterização dos resíduos e de grandes geradores, formação de laboratório especializado em análises de biogás, CDR e composto e implementação de tecnologias piloto de aerobização.

Durante as análises práticas foram realizados estudos de caracterização de resíduos baseado em metodologia aplicada na Alemanha para expressar o percentual em peso de material amostrado em relação a massa total dos resíduos urbanos.

Neste sentido também fez-se necessário conhecer as variáveis e os fatores intrínsecos à geração de resíduos sólidos do município por meio de dados identificados como relevantes tais como mapeamento socioeconômico, poder aquisitivo, condições climáticas e hábitos aliados a informações acerca do serviço de coleta urbana.

O relatório apresentou o resultado da análise de caracterização dos resíduos sólidos urbanos do município de Jundiá realizado pela equipe integrante do Projeto i-NoPa durante o ano de 2014, com o propósito de subsidiar o estudo de viabilidade de implantação de uma planta de tratamento mecânico-biológico com recuperação energética a partir de sistema integrado de fermentação.

2 JUSTIFICATIVA

Atualmente, a problemática ambiental da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), em face de sua complexidade e diversidade, constitui um sério desafio a ser enfrentado, considerando que o crescimento populacional e o aumento do grau de urbanização não têm sido acompanhados com as medidas necessárias para dar um destino adequado ao RSU produzido (COELHO, 2000).

Entre as fontes de degradação ambiental, os resíduos sólidos gerados oferecem risco potencial ao ambiente. Essa questão tem sido cada vez mais objeto de preocupação de órgãos de saúde e ambientais, prefeituras, técnicos e pesquisadores da área, pois o crescimento acelerado das metrópoles faz com que as áreas disponíveis para a destinação dos resíduos sólidos urbanos se tornem escassas (SISINNO; OLIVEIRA, 2000) além das questões de preservação dos recursos naturais e proteção climática.

A fim de se reduzir os impactos ambientais causados pela exploração de recursos naturais, a União Europeia busca medidas sustentáveis para aumentar a eficiência e a produtividade da utilização de recursos naturais, sendo que este objetivo só poderá ser atingido através do emprego da valorização dos resíduos. Entretanto, os sistemas de gestão de resíduos devem ser detalhadamente investigados e todos os aspectos envolvendo a reciclagem de materiais e a recuperação de energia devem ser cuidadosamente balanceados a partir de dados criteriosos sobre a geração tanto no aspecto quantitativo quanto qualitativo e análise de mercado para o fomento ao emprego de recursos secundários.

Tratar e dar um destino adequado à grande quantidade de resíduos tem sido um grande desafio às autoridades públicas e setor privado. Para que haja melhor gestão e gerenciamento de

resíduos é preciso conhecer qual a quantidade e que tipo de material é descartado, pois a partir desses dados é possível definir melhor a política municipal dos resíduos e, eventualmente, estimar a energia que poderá ser gerada a partir da recuperação energética dos resíduos, quanto de material poderá ser reciclado e qual será a redução de massa nos aterros.

Desta forma, a caracterização dos resíduos sólidos urbanos é uma ferramenta importante para o desenvolvimento dos conceitos tecnológicos das plantas de tratamento, permitindo selecionar as melhores tecnologias e adequá-las ao fluxo de material existente a partir da análise gravimétrica, granulométrica e analítica, permitindo não apenas dimensionar os equipamentos mas também escolher as melhores técnicas segundo seu potencial de empregabilidade no fluxo operacional e receptividade do mercado consumidor de recursos secundários.

A estratégia de utilização sustentável dos recursos naturais, de acordo com a Comissão Europeia, levará a uma melhor eficiência e produtividade dos recursos e, ao mesmo tempo, reduzirá os impactos ambientais (ANON, 2005). Dessa forma, as medidas de gestão de resíduos devem ser investigadas de forma crítica, tomando em consideração a avaliação dos processos de reciclagem de materiais e de recuperação energética.

A resposta para a questão sobre qual solução é mais eficiente em termos energéticos, se é a reciclagem de materiais ou a recuperação de energia, está principalmente relacionada com as seguintes frações de resíduos: papel e papelão, plásticos, resíduos orgânicos e, indiretamente, aos metais.

Portanto, o conhecimento da composição dos RSU é um instrumento essencial para a definição das providências a serem tomadas com os resíduos, desde sua coleta, até seu destino final, de uma forma sanitária correta, economicamente viável, considerando a tipologia dos resíduos e sempre tendo em vista a sustentabilidade ambiental e as tendências do mercado de recursos secundários.

3 METODOLOGIA

A caracterização de RSU inicia-se com a definição das áreas de amostragem e em seguida diagnósticos quantitativos, qualitativos e analíticos formadores dos “dados de base”, uma vez que, constituem o embasamento do planejamento de medidas estruturais e não estruturais a serem tomadas (logística, dimensionamento da estação de tratamento, avaliação ambiental, características de disposição etc.). Outro aspecto a salientar sobre estes dados é a possibilidade de melhor precisão no controle de instrumentos de gestão e instalações de tratamento, em operação (KRANERT, 2010, p. 31 e 36).

Conforme apresentado na Figura 1 temos os cinco passos norteadores dos estudos propostos.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia utilizada



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

3.1 Planejamento da Amostragem

A composição dos resíduos pode mudar significativamente, dependendo de fatores socioeconômicos, culturais, sazonais e infraestruturais. Com isso ficou definido que as análises realizadas em períodos diferenciados, seguindo dessa forma a recomendação da resolução alemã LAGA PN 98 (LAGA, 2004) que sugere avaliações regidas segundo as diferentes condições climáticas que ocorrem ao longo do ano.

A ABNT NBR 10007:2004 define uma amostra representativa como “uma parcela do resíduo a ser estudado, obtida através de um processo de amostragem, e que, quando analisada, apresenta as mesmas características e propriedades da massa total do resíduo”.

A cidade conta com 45 rotas, sendo 24 realizadas às segundas, quartas e sextas-feiras e 21 realizadas às terças, quintas e sábados, sendo metade noturna e metade diurna. Também são realizadas coletas seletivas de ‘cata-treco’, totalizando 17 rotas realizadas em segundas, quartas e sextas-feiras.

Para representação das características dos resíduos do município, segundo as regiões, primeiro foram selecionadas rotas de acordo com a prevalência do uso de seu solo tais como residencial, industrial ou comercial. Em segundo lugar, deu-se preferência àquelas rotas com características espelhadas, ou seja, àquelas que detivessem características comuns à outras rotas.

Ainda, buscou-se durante a definição das rotas de coleta para a amostragem radiografar a geração no município, garantindo que as representem as características globais do município, permitindo assim que os dados coletados sejam extrapolados para as demais regiões. Desta forma, respeitando fatores socioeconômicos e estruturais, foi aplicada uma divisão da cidade em nove regiões estruturais quais sejam: Malota, Jundiáí Mirim, Santa Gertrudes, São Camilo, Champirra, Fazenda Grande, Morada das Vinhas, Jardim Paulista e Vila Maringá.

Quadro 1 – Aspectos sociais e outras particularidades por rota

Bairro	Padrão econômico	Densidade populacional	Área verde/Jardins	Comércio	Indústria
Jardim Paulista	alto	baixo	alto	baixo	não existente
Malota	alto	baixo	alto	não existente	não existente
Jundiaí Mirim	médio	baixo	baixo	alto	não existente
São Camilo	baixo	alto	baixo	médio	não existente
Santa Gertrudes	médio	baixo	baixo	médio	não existente
Fazenda Grande	médio	baixo	baixo	médio	não existente
Champirra	médio	baixo	alto	baixo	não existente
Morada das Vinhas	médio	alto	baixo	baixo	não existente
Vila Maringá	médio	baixo	baixo	médio	baixo
Eloy Chaves	médio	médio	alto	médio	baixo

Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Situado em uma área estrategicamente econômica, Jundiaí destaca-se como importante polo industrial, hospedando cerca de 16.577 empresas atuantes (IBGE, 2014), apresentando em seu território uma baixa taxa de desemprego e pobreza. Com uma população estimada de 397.965 habitantes (IBGE, 2014), o município é composto pela predominância das classes econômicas médias B e C, não havendo uma presença significativa de classes econômicas mais baixas.

Tal fato pode ser justificado pois de acordo com os dados do Sistema Estadual de Análises de Dados (SEAD) de 2010, Jundiaí apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de 0,822, classificado como o quarto maior entre os municípios do estado de São Paulo. Segundo a classificação oficial, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano na cidade. Para análise deste índice, são avaliadas dimensões como longevidade, educação e renda mensal *per capita*. Com relação a este último item, o município apresenta um dos valores mais altos do país com uma média de R\$ 1.120,00/hab (Quadro 2).

Quadro 2 – Índice Paulista de Vulnerabilidade Social

Indicadores	Total	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social						
		1 Baixíssima	2 Muito Baixa	3 Baixa	4 Média (urbanos)	5 Alta (Urbanos)	6 Muito Altas (Cidades)	7 Alta (rurais)
População (n° abs.)	366.118	42.418	220.279	64.987	15.333	6.037	17.064	-
População (%)	100,0	11,6	60,2	17,8	4,2	1,6	4,7	-
Renda domiciliar <i>per capita</i> (em reais de agosto de 2010)	1.120	2.331	1.115	751	507	460	356	-

Fonte: Elaboração própria com os dados do SEAD, 2010.

O Quadro 2 permite observar que a classe socioeconômica predominante no município é a classe média, que segundo os dados do SEAD, apresenta uma vulnerabilidade social muito baixa. Não foram encontrados dados atualizados posteriores ao ano de 2010, este utilizado como referência.

O Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), que classifica os setores censitários em sete categorias, baseia-se em uma tipologia derivada da combinação de indicadores sintéticos das dimensões socioeconômica e demográfica segundo o grau de vulnerabilidade social da população neles residente. Assim, buscou-se a criação de uma tipologia de situações de vulnerabilidade, agregando-se, aos indicadores de renda, outros referentes à escolaridade e ao ciclo de vida familiar.

Estes valores tornam-se relevantes para entender que, apesar de haver diferenças visíveis, no tocante a parte estrutural de um bairro para outro, o município não apresenta grandes diferenças socioeconômicas que interfiram na composição dos resíduos.

Das rotas escolhidas, seis foram analisadas em período de carga alta, ou seja àquela coleta proveniente dos resíduos acumulados nos finais de semana, e em período de carga baixa, que ocorre nos demais dias úteis. Constatado não haver diferença significativa na composição entre períodos de carga alta e baixa, optou-se por realizar as três últimas rotas independentemente do dia de coleta.

Com relação à quantidade recolhida de cada rota para amostragem, foi adotado uma média 180 kg que representa cerca de 2% da massa total coletada pelo caminhão, valor este quatro vezes superior à quantidade adotada na metodologia da Universidade de Braunschweig e do mercado brasileiro.

O Quadro 3 demonstra as quantidades em quilos amostradas por bairro durante a segunda campanha realizada no município e seus respectivos valores percentuais:

Quadro 3 – Representatividade da amostra por caminhão (Campanha 2)

	Quantidade (kg)	Porcentagem Amostrada
Champirra	7.990	2,3%
Fazenda Grande	7.000	2,6%
Jardim Paulista	7.790	2,3%
Jardim Mirim	9.505	1,9%
Malota	7.815	2,3%
Morada das Vinhas	7.680	2,3%
Santa Gertrudes	9.520	1,9%
São Camilo	7.320	2,5%
Vila Maringá	7.225	2,5%

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Quadro 4 – Representatividade das rotas segundo a quantidade coletada (Campanha 2)

Caminhão	Peso mensal (t)	Representatividade da rota em relação ao município
cc05	349,33	3,4%
cc10	332,55	3,2%
cc16	324,34	3,1%
cc08	318,72	3,1%
cc15	308,76	3,0%
cc07	253,77	2,5%
cc05	228,43	2,2%
cc10	214,55	2,1%
cc07	165,93	1,6%
Total	2.496,38	24,1%
		Tonelada
Total do mês		10.353,88
% de participação		0,24110575

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Quadro 5 – Panorama geral entre as duas campanhas

Caracterização de Resíduos	Campanha 01	Campanha 02
Período de realização	10 dias úteis	30 dias úteis
Pessoas envolvidas	16 aprox.	26 aprox.
Rotas amostradas	5 rotas	15 rotas
Rotas totais	25 rotas	
Porcentagem de rotas atendidas	80%	
Quantidade total de resíduos amostrados	818,3 kg	2.653,05 kg
Quantidade amostrada diariamente	180 kg	
Porcentagem amostrada do caminhão	2%	
População atendida	54.524	111.200
População total em 2014 (IBGE)	397.965	
Porcentagem de população atendida	42%	
Quantidade de bairros amostrados	63	141
Quantidade total de bairros do município	420	
Porcentagem de bairros atendidos	49%	

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

3.2 Coleta de Amostras

Tomou-se a coleta tradicional como objeto da amostragem segundo rota estabelecida no cotidiano de coleta. Desta forma, o caminhão compactador é identificado pelo número e descarrega, após percorrer parcialmente a rota a ser estudada, em um pátio de descarga. Estima-se que o compactador esteja transportando uma carga líquida de 8 toneladas de RSU. Após a identificação do motorista, da rota e do veículo os resíduos serão descarregados e as sacolas abertas manualmente por uma equipe formada de dez ajudantes mais um encarregado. Esta equipe está munida de estilete, facas e tesouras. Antes do descarte, os sacos serão coletados e pesados, sendo que os respectivos pesos serão tomados em consideração durante cálculos posteriores.

Figura 2 – Quarteamento dos RSU coletados para amostragem no GERESOL

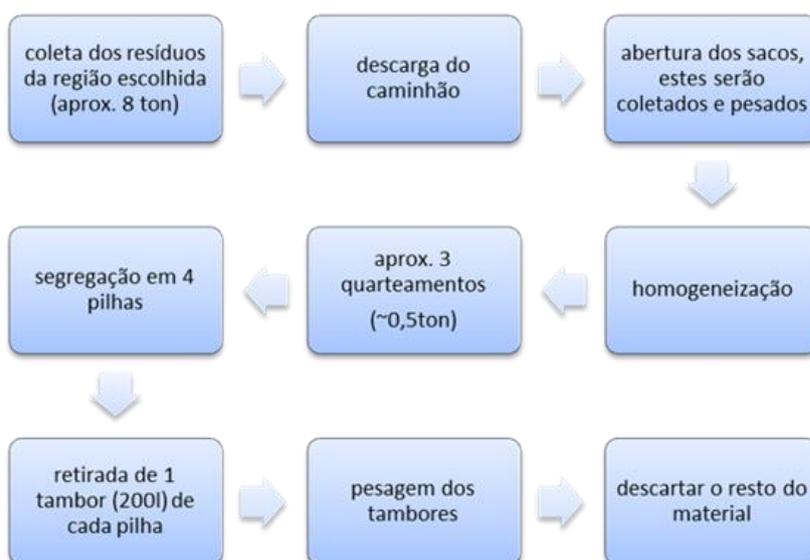


Foto: Fölster, 10/2014.

Após a abertura das sacolas, os resíduos serão sujeitos ao quarteamento segundo previsto na ABNT NBR 10007:2004. O quarteamento é uma segregação da pilha de resíduos em quatro partes, na Figura 2 temos esta separação realizada por pá carregadeira no pátio de transbordo dos RSU, este tomado como local da amostragem, seguido pelo descarte de dois quartos opostos e a homogeneização dos dois quartos restantes. Esse processo deve ser repetido até conseguir uma massa de aprox. 500 kg. Estes serão então separados em quatro pilhas dos quais tira-se as amostras em quatro tambores de 200l.

A amostragem será supervisionada e registrada em um relatório diário por um responsável, sendo que este responsável também estará incumbido de compilar a documentação de entrega diária dos resíduos.

Figura 3 – Fluxograma da amostragem



Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

3.3 Análise Granulométrica

A atividade de peneiramento permite a representação granulométrica de cada fração presente na massa coletada de resíduos, através da determinação de porcentagem em peso de cada fração segundo a malha de peneiramento.

A Figura 4 demonstra o equipamento de peneiramento vibratório, com duas das seis peneiras utilizadas no processo. As peneiras são compostas das malhas de 120, 100, 80, 60, 40 e 20 mm, sendo todas estas de formato quadrado.

Figura 4 – Peneirador vibratório, com as malhas de 20 e 40 mm



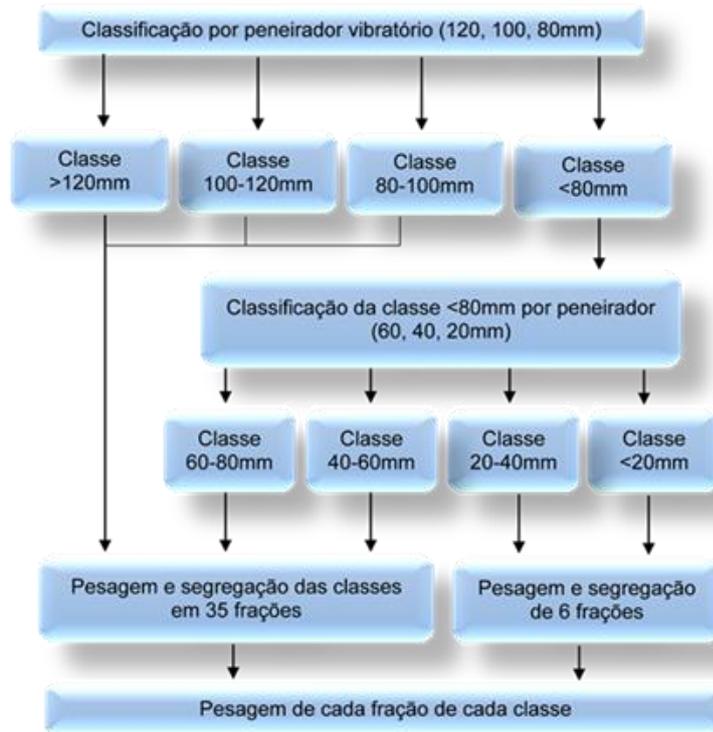
Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

As peneiras vibratórias foram escolhidas em detrimento das rotativas por garantir a integridade das frações, desta forma tendo menor perda de materiais.

Os materiais coletados na etapa de quarteamento foram pesados antes e após o peneiramento para estabelecer a quantidade de materiais por fração granulométrica.

Durante o processo, em decorrência do aglomeramento da massa, entendeu-se que para melhor eficiência do processo, o peneiramento deveria ser realizado em duas etapas, sendo utilizada na primeira fase as três peneiras maiores (≥ 80 mm), e em seguida, as outras três restantes (< 80 mm), assim demandando um tempo aproximado de 4 horas.

Figura 5 – Fluxograma do Procedimento da Granulometria e Gravimetria



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

3.4 Análise Gravimétrica

Figura 6 – Segregação dos materiais de uma classe na mesa de triagem



Foto: Höger, 04/2014.

Durante a análise gravimétrica utilizou-se a triagem manual por propriedades físicas (Figura 6). Deste modo, obteve-se para cada classe diversas frações, por exemplo: papel, plástico, metais ferrosos, material orgânico etc.

Na primeira campanha, os materiais foram divididos em 26 frações (Quadros 6a e 6b), sendo esta divisão de quantidade inferior à segunda campanha, onde os materiais foram classificados e definidos em 35 categorias (Quadros 7a, 7b e 7c), representando uma ampliação de avaliação na ordem de 35%.

Quadro 6a – Frações triadas na Campanha 1

Fração	Materiais pertencentes da fração
Papel	Papel, jornais, revistas etc.
Papelão	Embalagens de papelão, papel cartão, cartão canelado etc.
Tetra Pak®	Embalagens de cartão de alimentos líquidos da empresa Tetra Pak®
Higiênicos	Fraldas, absorventes, algodão, papel higiênico, guardanapos, papéis sujos etc.
Vidro	Garrafas, copos e cacos de vidro
Sacolas	Sacolas de supermercado, de lixo, embalagens finas etc.
PP	Embalagens de Polipropileno, copos plásticos
PS	Embalagens de poliestireno, copos plásticos, copo de iogurte
PEAD	Embalagens de Polietileno de alta densidade. Ex: garrafas de detergente (de roupa)
PVC	Embalagens de Policloreto de Vinila. Ex: Frasco de xampu
PET	Garrafas de tereftalato de polietileno. Ex: bebidas, detergente
Isopor	Embalagens de isopor
Outros plásticos	Plásticos não pertencentes as frações aqui definidas
Minerais	Pedras, louça, cerâmica, resíduos da construção civil
Madeira seca	Madeira de construção, tratada
Madeira verde	Galhos, troncos, folhas, resíduos oriundos da jardinagem etc.
Pano e estopa	Roupas e restos de roupas, pano, esponjas e outras espumas etc.
Couro e borracha	Sapatos, Luvas de borracha, brinquedos de borracha etc.
Eletrônicos	Máquinas eletrônicas da cozinha, celulares etc.
Baterias	Baterias

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Quadro 6b – Frações triadas na Campanha 1

Fração	Materiais pertencentes da fração
Cobre	Cabos, cobre
Ferro	Latas de conservas, guarda-chuvas, outros metais ferrosos
Alumínio	Latas de alumínio, papel de alumínio, embalagens de alumínio
Orgânicos	Restos de comida, fezes etc.
Contaminantes	Medicamentos, aerossóis, resíduos medicinais e químicos etc.
Restos	Material que não pode ser classificado pelas outras frações

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Quadro 7a – Frações triadas na Campanha 2

Fração	Materiais pertencentes da fração
Papel	Papel, jornais, revistas etc.
Papelão	Embalagens de papelão, papel cartão, cartão canelado etc.
Tetra Pak®	Embalagens de cartão de alimentos líquidos da empresa Tetra Pak®
Higiênicos	Papel higiênico, guardanapos, papéis sujos etc.
Fraldas	Fraldas, absorventes
Vidro incolor	Garrafas, copos e cacos de vidro transparente
Vidro verde	Garrafas, copos e cacos de vidro verde
Vidro marrom	Garrafas, copos e cacos de vidro marrom
Saco Preto	Saco preto de lixo grande (só > 120 mm) de PEBD
Sacola branca	Sacolas de supermercado, material predominante: PEAD
Sacola colorida	Sacola colorida PP e PEBD
Sacola transparente	Sacola transparente PEBD e PP
Outros plásticos finos	Sacola PS e outros
Embalagem com alumínio	Embalagem com plástico e com alumínio

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Quadro 7b – Frações triadas na Campanha 2

Fração	Materiais pertencentes da fração
PP	Embalagens de Polipropileno, ex.: copos plásticos
PS	Embalagens de poliestireno, ex.: copo de iogurte
PEAD	Embalagens de PEAD, ex.: garrafas de detergente (de roupa)
PVC	Embalagens de policloreto de vinila, ex.: garrafa de xampu
PET	Garrafas de tereftalato de polietileno, ex.: para bebidas, detergente
PET óleo	Garrafas PET, ex.: para maionese, óleo etc.
Isopor	Embalagens de isopor, ex.: pratos para frios, embutidos, queijos
Outros plásticos duros	Plásticos duros não pertencentes às frações aqui definidas

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Quadro 7c – Frações triadas na Campanha 2

Fração	Materiais pertencentes da fração
Mínerais	Pedras, louça, cerâmica, resíduos da construção civil
Madeira seca	Madeira de construção, tratada
Madeira verde	Galhos, troncos, folhas, resíduos oriundos da jardinagem etc.
Pano e estopa	Roupas e restos de roupas, pano, esponjas e outras espumas etc.
Couro e borracha	Sapatos, Luvas de borracha, brinquedos de borracha etc.
Eletrônicos	Máquinas eletrônicas da cozinha, celulares etc.
Baterias	Baterias
Cobre	Cabos, cobre
Metais ferrosos	Latas de conservas, guarda-chuvas, outros metais ferrosos
Alumínio	Latas de alumínio, papel de alumínio, embalagens de alumínio
Orgânicos	Restos de comida, fezes etc.
Contaminantes	Medicamentos, aerossóis, resíduos medicinais e químicos etc.
Restos	Material que não pode ser classificado pelas outras frações devido a pequena granulometria ou homogeneidade desses materiais

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

3.5 Ensaios analíticos

Durante o projeto foram realizadas diversas análises para avaliar os parâmetros físicos, químicos e biológicos conforme relatados no Quadro 8. Os ensaios analíticos têm como objetivo controlar a adequação das frações mecanicamente separáveis segundo os procedimentos de valorização seja mecânico seja biológico. Nesse sentido realizam-se análises relevantes para utilização de CDR a partir das frações grossas (> 80 mm), enquanto as frações finas < 80 mm serão avaliadas sobre sua adequação para o tratamento biológico, seja compostagem, fermentação ou biomassa. As frações também foram analisadas para a qualificação de estabilização biológica antes do aterramento.

Quadro 8 – Análise de parâmetros biológicos, físicos e químicos

Parâmetros	Dimensão	Metodologia
Água total (FG)	Ma.-% SO ¹	DIN EN 15414-3
Enxofre total (FG)	mg/kg SO	DIN EN 15408 / DIN EN ISO 10304-1/-2
Poder calorífico inferior (Hu) [BGS] (FG)	MJ/kg SO	Cálculo base BGS
Poder calorífico superior (Ho) [BGS] (FG)	MJ/kg SO	análogo DIN EN 15400
Cloro total (FG)	Ma.-% SO	DIN EN 15408 / DIN EN ISO 10304-1/-2
PB por FG (FG)	SEM	SEM
Cinzas 550 °C (FG)	Ma.-% MS ²	DIN EN 15403
Perda de ignição 550 °C (FG)	Ma.-% MS	DIN EN 15169
Potencial de gás (GB ₂₁)	Nl/kg MS	AbfAbIV
Metais pesados		
Cádmio (FG)	mg/kg MS	DIN EN ISO 17294-2
Mercúrio (FG)	mg/kg MS	DIN EN ISO 17294-2
Tálio (FG)	mg/kg MS	DIN EN ISO 17294-2
Arsênio (FG)	mg/kg MS	DIN EN ISO 17294-2
Chumbo (FG)	mg/kg MS	DIN EN ISO 17294-2
Cromo (FG)	mg/kg MS	DIN EN ISO 17294-2
Cobre (FG)	mg/kg MS	DIN EN ISO 17294-2
Níquel (FG)	mg/kg MS	DIN EN ISO 17294-2
Zinco (FG)	mg/kg MS	DIN EN ISO 17294-2

1) SO = Substância original

2) MS = Material seco

Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

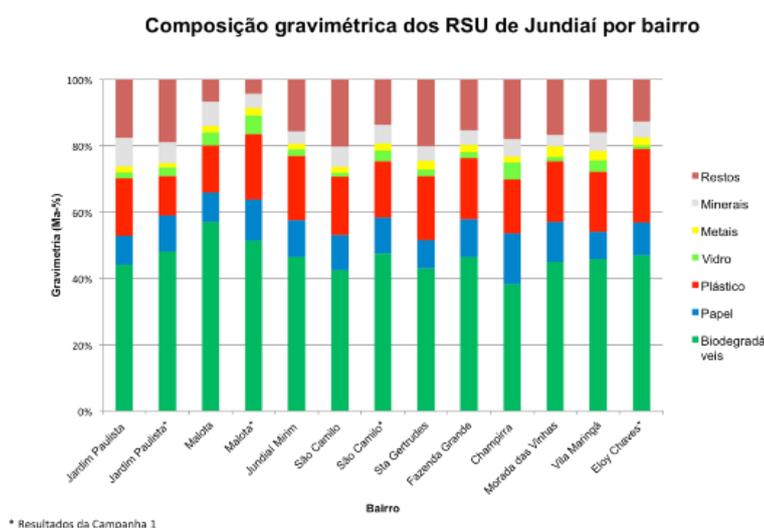
4 RESULTADOS

Com base nas amostras oriundas das nove regiões foram coletados os seguintes resultados.

4.1 Gravimetria

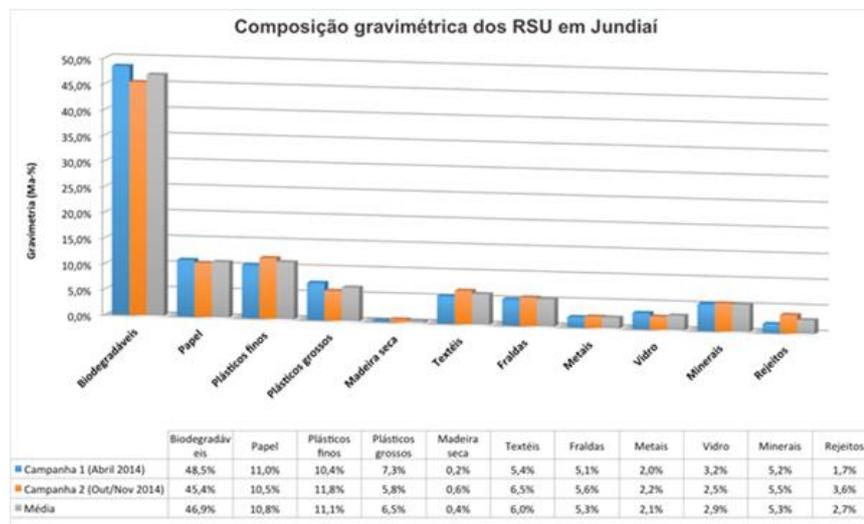
Em comparação com dados existentes na Alemanha, os bairros de Jundiáí mostram diferenças significativas na sua composição dos resíduos. No que se refere ao comparativo entre os bairros temos que apenas na Malota foi observada uma maior quantidade de resíduos orgânicos durante a campanha 02 (Figuras 7 e 8), destoando da média obtidas nos demais bairros.

Figura 7 – Composição dos RSU nos bairros amostrados (Campanha 1 e 2)



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Figura 8 – Composição dos RSU em Jundiáí (Campanha 1 e 2 inclusive média)



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

As análises refletem uma alta conformidade para as frações do tipo papel/papelão, plástico, vidro e metais. A grande quantidade de resíduos orgânicos na Campanha 1 não está claramente explicável; talvez esteja relacionada com fatores sazonais decorrentes do período do ano.

Os resultados obtidos se diferenciam daqueles apontados em caracterizações realizadas antes do ano 2010, que geralmente apresentaram menores valores de papel/papelão e plástico, mas valores mais altos de frações orgânicas. Os valores obtidos neste projeto são comparáveis com a composição dos resíduos na Alemanha antes da introdução da coleta seletiva. Análises recentes de outras cidades brasileiras confirmam os fatos que, pelo menos em regiões semelhantes o montante da fração orgânica não é extremamente alta, ABRELPE em 2012 onde a fração orgânica foi estimada em 51,4%.

Os resultados obtidos quanto à composição dos resíduos permitem as seguintes conclusões:

- > o grupo mais representativo é o das frações orgânicas com 46,2%, seguido por plásticos com 17,7% e papel/papelão com 10,7%. Os metais estão com 2,1%. Vidros com 2,7%, assumindo uma posição de menor importância no mercado brasileiro.
- > os triáveis clássicos – automático e manual – identificados como frações secas tais como papel/papelão, plástico, vidro e metal alcançam a percentagem de 32,2%. Entretanto, ao se considerar as frações têxteis, o montante aumenta em 6,2% alcançando 37,4%.
- > a fração identificada como outros com 14,4% agrupa diversos grupos com quantidades reduzidas, tais como têxteis, sais minerais, madeira, borracha, couro, componentes eletrônicos e materiais indefinidos. Os minerais e as fraldas representam a maior parte deste grupo com 5,4%.

4.2 Granulometria

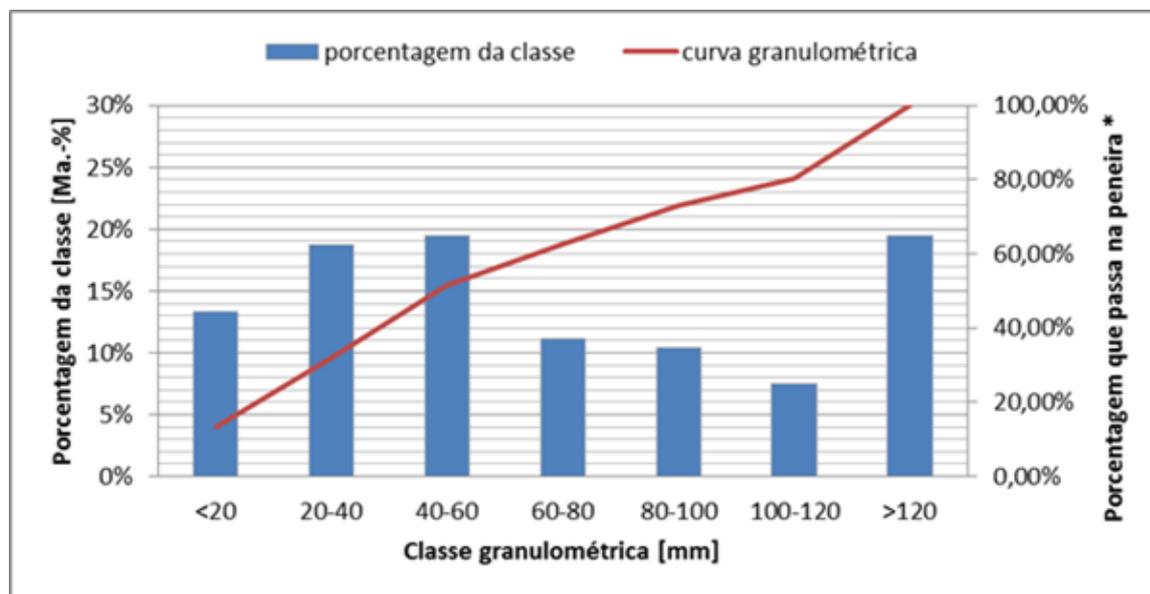
A Figura 9 representa a distribuição granulométrica dos resíduos de Jundiá. Aproximadamente 62,5% dos resíduos estão classificados em grãos < 80 mm, 51,6% em grãos < 60 mm.

A contribuição de cada grupo de material é importante, porque alguns tipos de resíduos estão concentrados em certos tamanhos de grãos. O conhecimento destes valores define a linha de corte das peneiras, otimizando a operação da planta.

O Quadro 9 demonstra a distribuição dos grãos e seus resultados acumulativos. A tipologia dos resíduos segundo o tamanho dos grãos está representada na Figura 9.

- úmidos, resíduos orgânicos, de cozinha e verdes, com baixo poder calorífico, estão concentrados nos grãos < 60 – 80 mm. A quantidade de resíduos orgânicos concentrada nos grãos entre 60 a 80 mm é baixa em comparação às características obtidas na Alemanha.
- secos, resíduos com alto poder calorífico tais como papel/papelão, plásticos e têxteis estão concentrados nas frações maiores que 60 a 80 mm.

Figura 9 – Distribuição dos grãos e resultados acumulativos



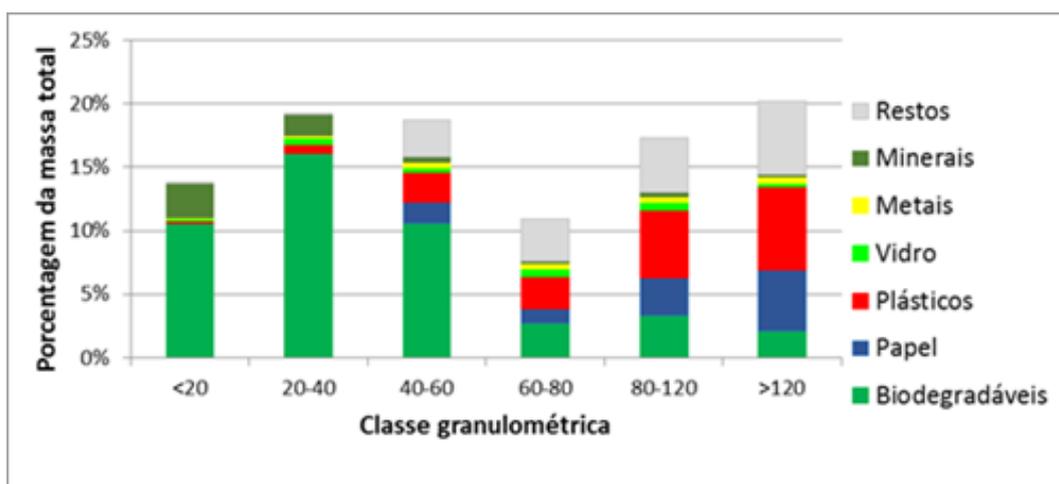
Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Quadro 9 – Distribuição e valores acumulativos

Classe granulométrica [mm]	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	> 120
Porcentagem da classe	14%	18%	20%	11%	10%	7%	19%
Porcentagem que passa na peneira	14%	32%	52%	63%	73%	81%	100%
Média < 80 mm	62,95%						

Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Figura 10 – Composição dos resíduos por classes granulométricas



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

4.3 Analítico: aspectos físicos, químicos e biológicos

A avaliação do potencial analítico presente nos resíduos combinada às avaliações quantitativas, gravimétricas e granulométricas, permitirá gerar um prognóstico do emprego da massa na cadeia econômica, tanto para recuperação de materiais ou energética. Desta forma, as intervenções analíticas variarão desde ensaios físicos e químicos até os biológicos.

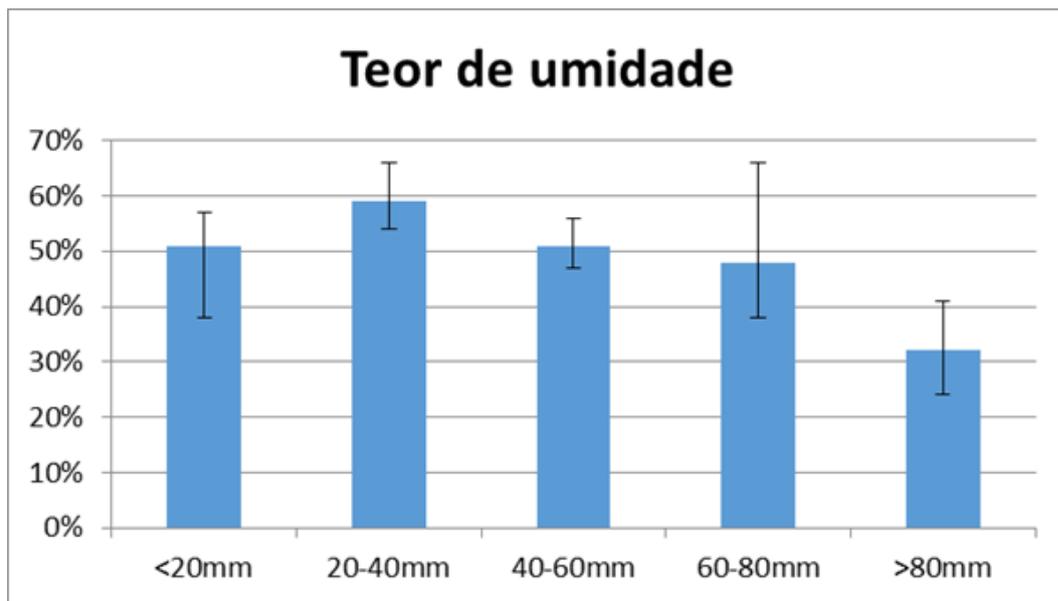
4.3.1 Umidade e perda por ignição

O teor de umidade é essencial para determinar:

- Características de tratamento;
- Atividade biológica (indireta);
- Emissões líquidas e de ar (indireto);
- Estabilidade de armazenagem;
- Poder calorífico inferior e potencial de secagem;
- Propriedades de aterramento;
- Controle da decomposição, por exemplo, aeração.

Basicamente, o teor de matéria seca aumenta ou não conforme o conteúdo de água diminui com o aumento tamanho do grão (ver Figura 11). Apenas a fração fina < 20 mm constitui uma exceção. Uma vez que a presença de água está principalmente relacionada com a matéria orgânica biodegradável, ambas as variáveis estão correlacionadas. Assim, a comparação entre baixo teor de água nas classes acima de 80 mm também refletem o maior poder calorífico.

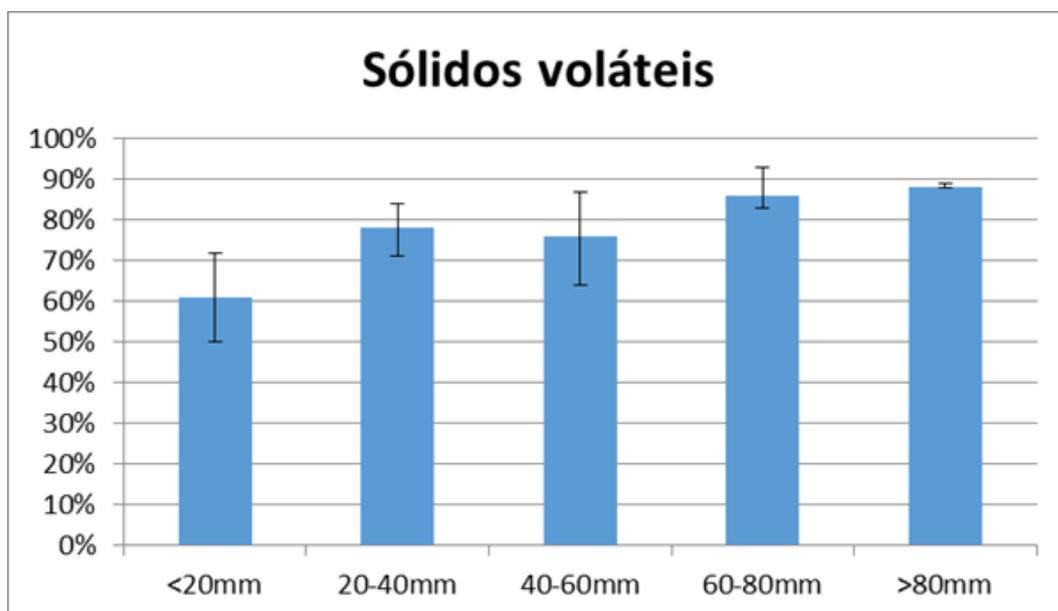
Figura 11 – Teor de umidade por classes granulométricas – em % fm.



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

A perda por ignição aumenta conforme o tamanho de grão. Além disso, a perda por ignição na classe < 60 mm corresponde a fração orgânica biodegradável e acima de 80 mm, a frações tais como plástico, papel/papelão, têxteis e fraldas. A baixa perda por ignição na classe < 20 mm reflete também o potencial de gás (ver Figura 12), enquanto esta classe inclui uma grande parte da fração mineral.

Figura 12 – Sólidos voláteis por classes granulométricas – em % dm.



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

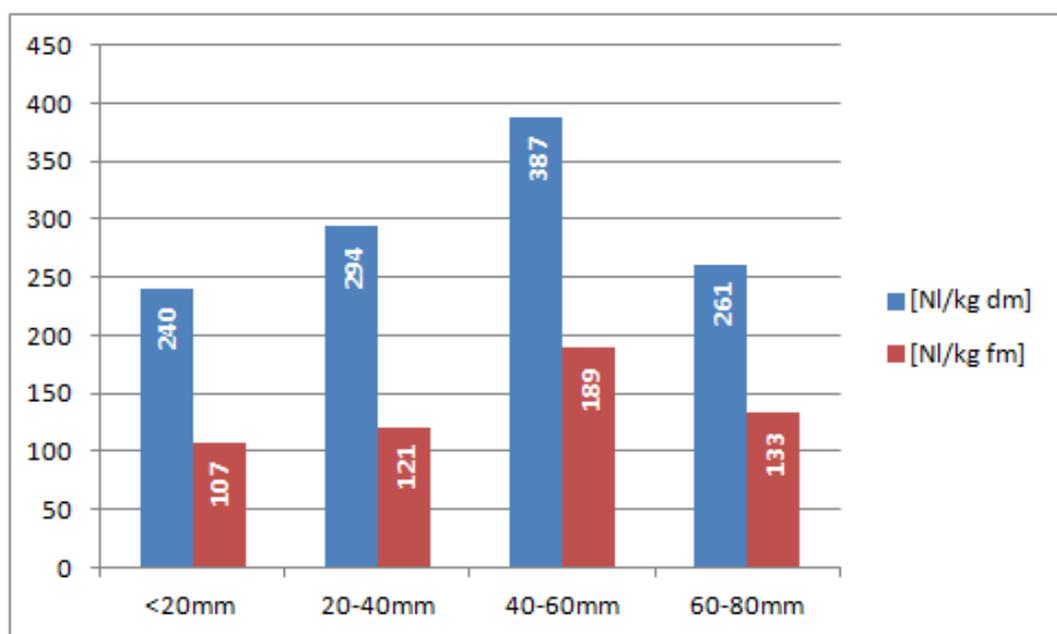
4.3.2 Potencial de biogás GB_{21} (processos anaeróbios)

O parâmetro GB_{21} aponta o potencial da geração de biogás em um período de 21 dias e sua determinação se justifica por:

- Determinar a quantidade de biogás gerada durante a fermentação;
- Determinar o potencial de geração de biogás quando do aterramento dos resíduos;
- Geração de dados-base para o planejamento de conceito tecnológico.

O menor potencial de geração de biogás é encontrado nas frações < 20 mm, este acompanhando os resíduos obtidos de baixa perda por ignição (ver Figura 13). Ainda, o potencial de geração de biogás nas frações maiores que 60 – 80 mm é bem baixo, esta situação coincide com a baixa proporção de frações orgânicas biodegradáveis presentes nestas classes.

Figura 13 – Potencial de geração de biogás (GB_{21}) nas classes granulométricas – em NI/kg matérias úmidas (fm) e matérias secas (dm).



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

4.3.3 Metais pesados (produção de composto)

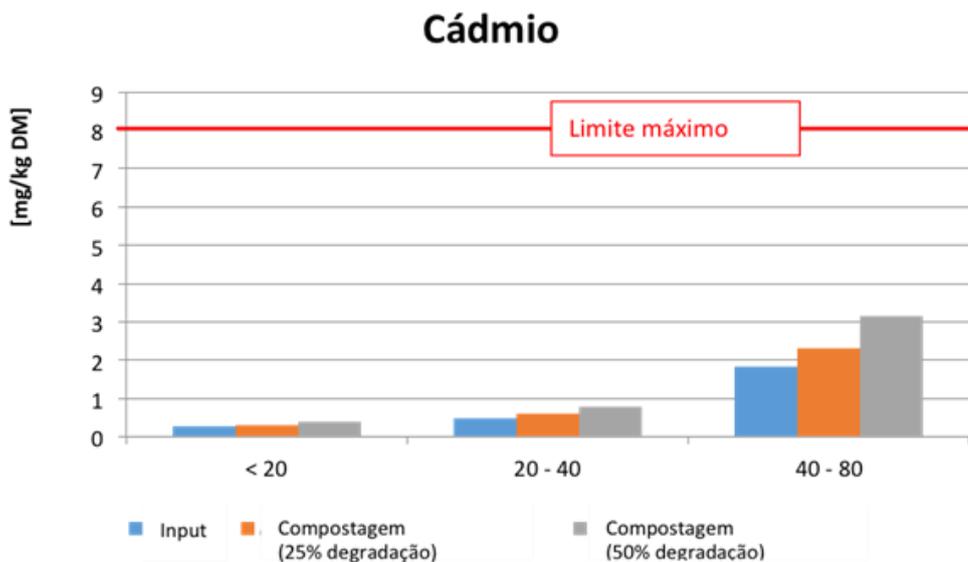
As avaliações de metais pesados são justificadas pelos seguintes aspectos:

- Análise do potencial de fermentação e qualidade do composto bem como emprego de biomassa;
- Análise da presença de metais pesados em diferentes grãos e sua influência na qualidade do produto através do emprego de tecnologias de tratamento apropriadas;

- Geração de dados-base para o planejamento do conceito tecnológico e avaliação de mercado e plano de comunicação.

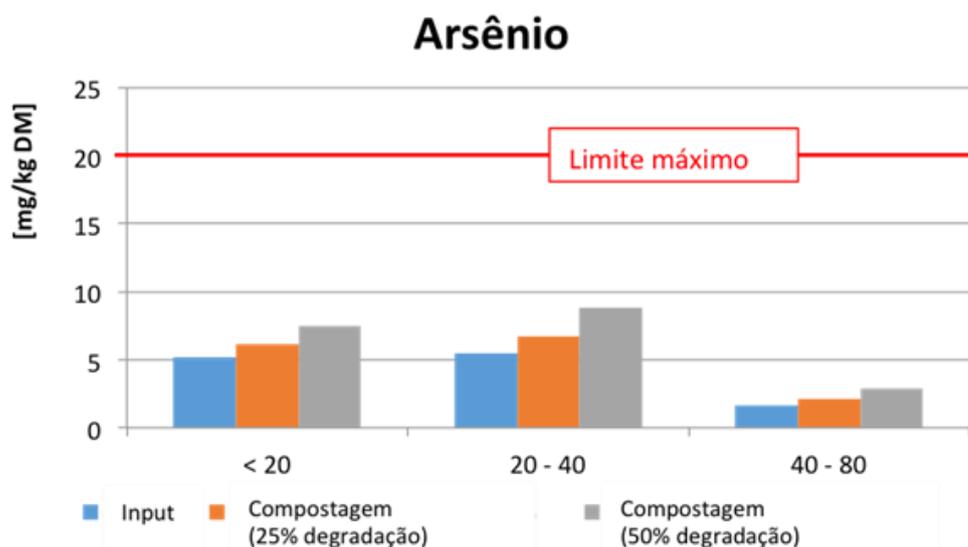
As análises dos metais pesados para compostagem e fermentação tomaram como base o Anexo IV – Limites máximos de contaminantes admitidos em substrato para plantas e condicionadores de solo – IN nº 27, de 05 de junho de 2006. No caso dos metais pesados como zinco e cobre foram usados limites europeus.

Figura 14 – Concentração de Cádmio nos grãos finos



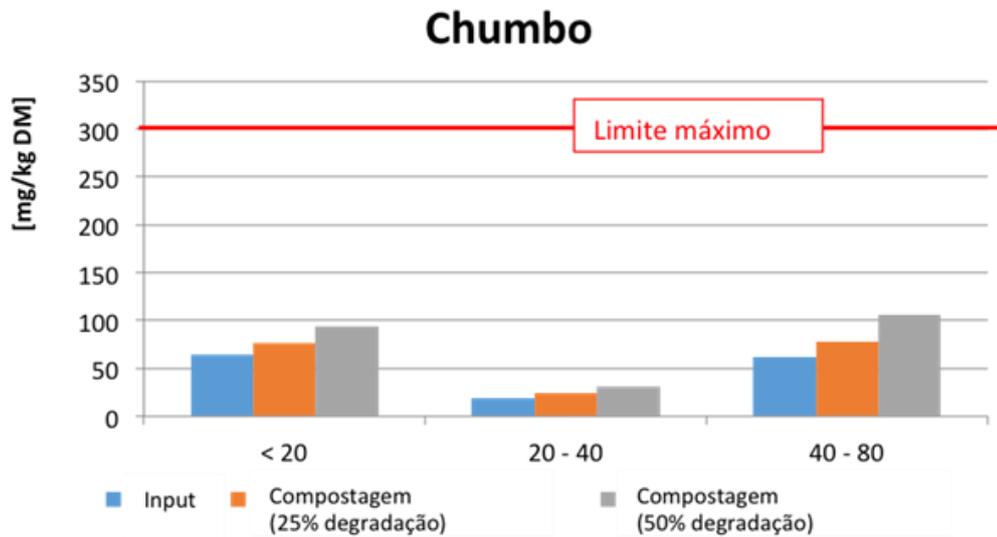
Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Figura 15 – Concentração de Arsênio nos grãos finos



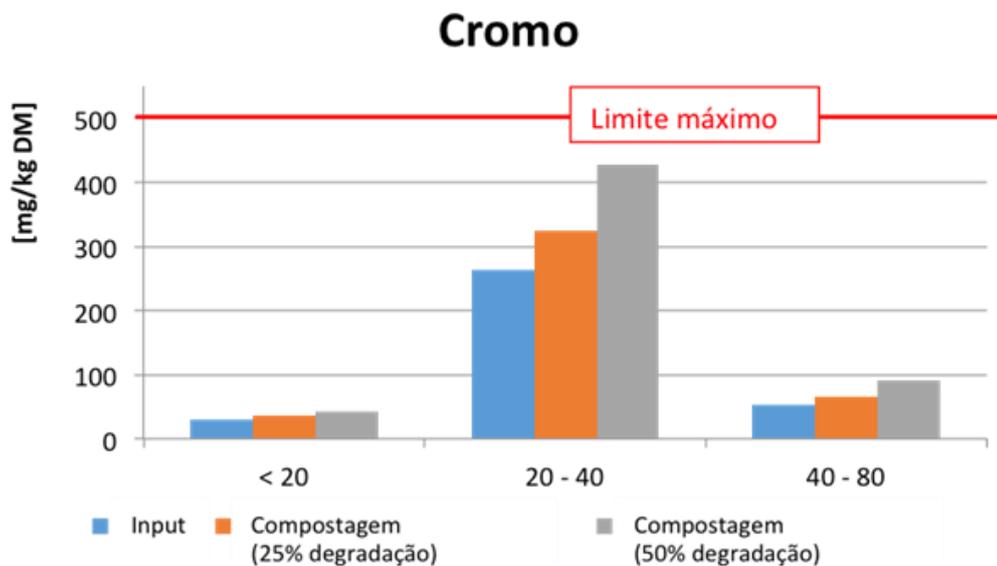
Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Figura 16 – Concentração de Chumbo nos grãos finos



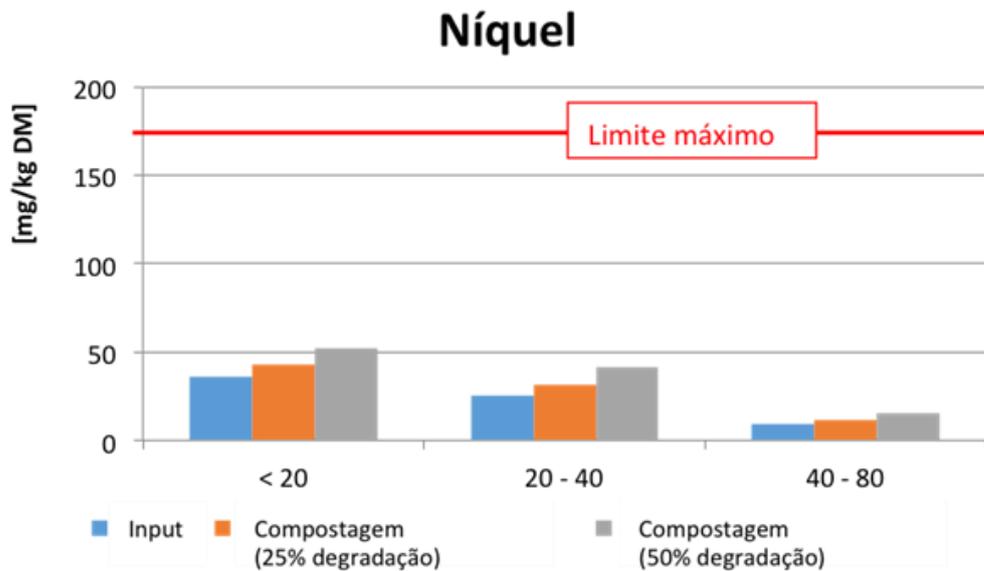
Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Figura 17 – Concentração de Cromo nos grãos finos



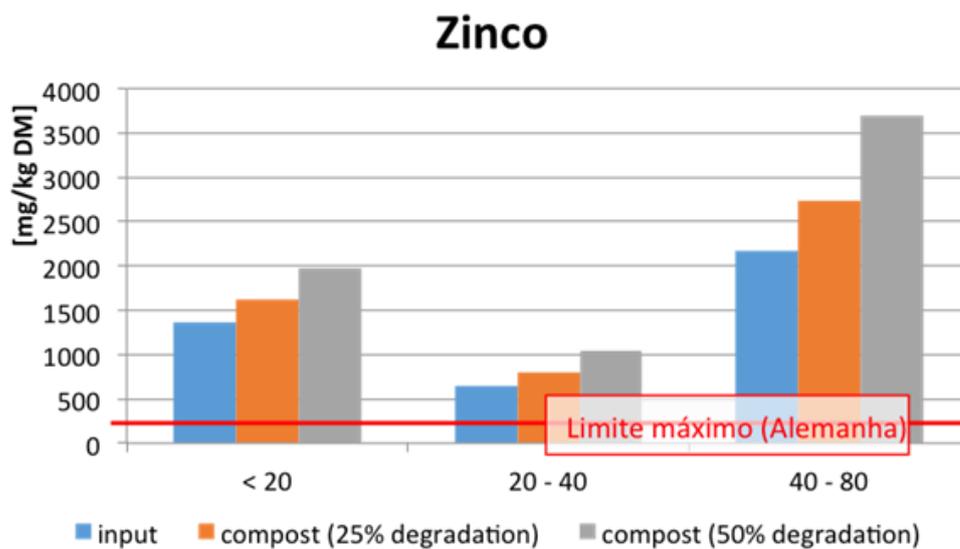
Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Figura 18 – Concentração de Níquel nos grãos finos



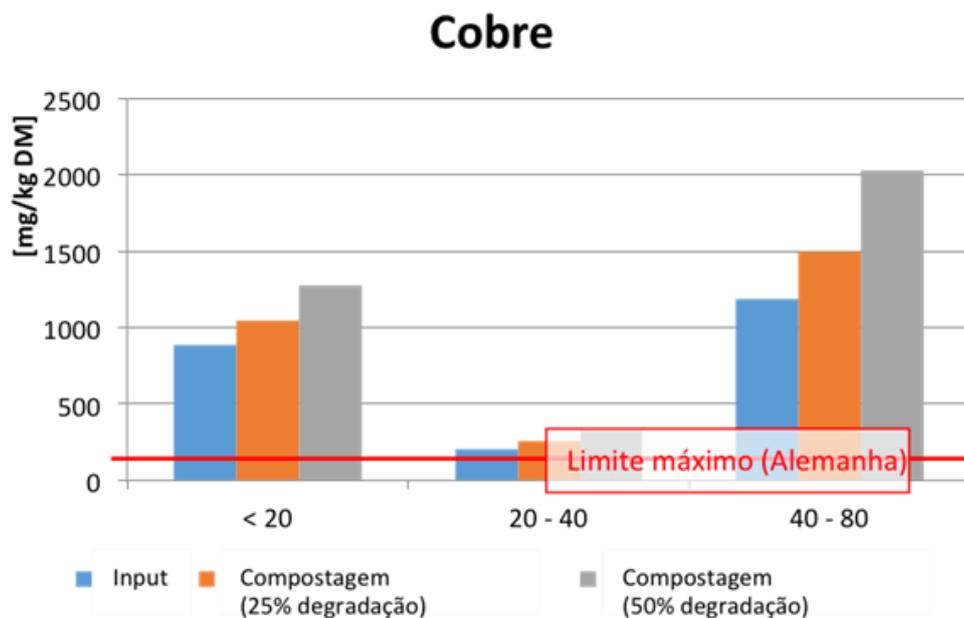
Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Figura 19 – Concentração de Zinco nos grãos finos, limite segundo a Bioabfallverordnung (BioAbfV 1998) da Alemanha



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Figura 20 – Concentração de Cobre nos grãos finos, limite segundo Bioabfallverordnung (BioAbfV 1998) da Alemanha



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

4.3.4 Combustíveis alternativos (CDR)

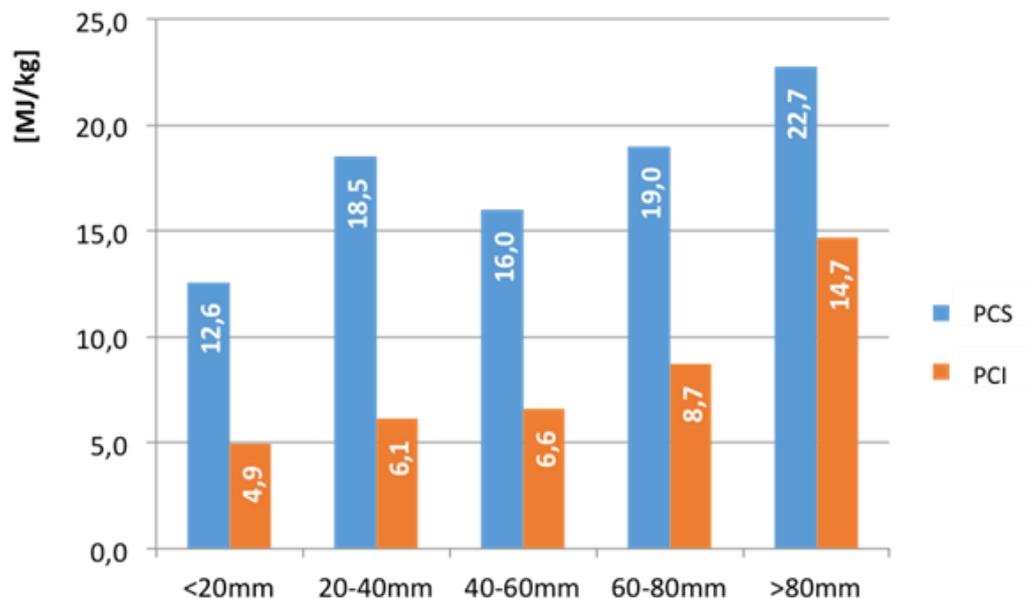
A determinação do PCS e do PCI é importante por:

- Determinar o potencial energético dos resíduos com e sem a presença de água;
- Determinar o incremento do poder calorífico quando a massa é submetida a processos de secagem;
- Geração de dados-base para o planejamento do conceito tecnológico e avaliação de mercado e plano de comunicação.

O poder calorífico inferior foi avaliado para as frações < 80 mm para fins de identificar o potencial de produção de biomassa.

Sem processamento adicional e etapas da secagem, as frações > 80 mm são adequadas para recuperação energética. Através de processos de secagem até mesmo para os grãos entre 20 e 80 mm podem obter maior poder calorífico, sendo que a maior parte da biomassa pode ser encontrada nas classes entre 20 a 60 mm.

Figura 21 – Poder calorífico superior (PCS) e Poder calorífico inferior (PCI) por classes granulométricas



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

5 ROTA TECNOLÓGICA

Conceituar uma rota tecnológica demanda o conhecimento do binômio substrato × subproduto. Isto determina a necessidade de mapeamento qualitativo e quantitativo dos resíduos gerados para fins de entendimento da sua potencialidade de valorização, implicando tanto na definição dos sistemas tecnológicos quanto no dimensionamento da planta.

O projeto de pesquisa em pauta gerou um banco de dados seguro que balizará a escolha tecnológica, onde os estudos apontaram para a elevada potencialidade de reciclagem de materiais podendo ser combinada com a recuperação energética.

Desta forma, no que concerne ao aproveitamento das frações orgânicas temos o comprometimento de sua qualidade devido a sua origem mista, quando de seu emprego na forma de reciclagem de materiais como a geração de composto, onde a intensidade deste comprometimento apenas poderá ser avaliada após conclusão das intervenções analíticas. Apesar desse aspecto duvidoso podemos antecipar que estas frações finas possuem alto potencial para recuperação energética por geração de biogás, estas que também poderão ser submetidas a secagem biológica e serem empregadas como CDR.

5.1 Reciclagem de Materiais

O potencial de valorização das frações orgânicas biodegradáveis sem o emprego de técnica de fermentação e compostagem está situada entre 32% e 37%. De acordo com as atuais tecnologias de ponta, apenas a 50 – 65% deste potencial pode ser selecionadas e comercializadas com lucro.

5.2 Valorização através de biotecnologia

Avaliando as normativas atuais presentes no mercado brasileiro e os resultados obtidos no projeto, temos que é possível gerar composto a partir de resíduos mistos, porém têm-se como duvidosa sua aceitação pelo mercado.

A aplicação dos processos aeróbios e anaeróbios podem ocorrer para 45 a 50% dos resíduos gerados em Jundiáí.

5.3 Recuperação energética e tratamento térmico

O potencial de recuperação energético é identificado como elevado, respectivamente 41%, porém este valor decai conforme a eficiência da reciclagem de materiais, remanescendo, por exemplo, 25% destas frações para a recuperação energética.

O potencial total de emprego energético tanto para as frações recicláveis quanto para as frações orgânicas secas varia entre 40-45% dos resíduos gerados em Jundiáí.

5.4 Aterramento

Os rejeitos a serem dispostos em aterros serão àqueles oriundos dos processos de triagem, compostagem e CDR, representando neste caso 20% da geração de resíduos em Jundiáí. Entretanto, não havendo mercado para os compostos ou mesmo para a biomassa na forma de CDR, então estas frações estabilizadas deverão ser encaminhadas para aterramento, e representarão 50% da massa de resíduos gerada na cidade.

6 CONCLUSÕES

De forma geral, os dados disponíveis no mercado relativos à caracterização dos resíduos são frágeis e defasados. Frágeis por muitas vezes resultarem de campanhas incipientes que não demonstram a realidade da geração por estar amparadas em intervenções extremamente pontuais e podemos dizer econômicas, no sentido em que se realizam campanhas aquém das necessárias para garantir segurança aos dados coletados. Ainda, a fragilidade se reflete durante a realização da campanha onde há pouca experiência para identificar o tipo de resíduo, desta forma por muitas vezes confundindo suas condições qualitativas e nomeando grupos de compilação erroneamente, além de negligenciar as influências granulométricas e analíticas na elaboração de conceitos tecnológicos.

O espectro da fragilidade das campanhas também é influenciado durante a fase de planejamento onde definem-se padrões de amostragem que acabam não refletindo a influência de cada região do município, ou seja, sabedores de que a geração de resíduos, seja qualitativa, seja quantitativa é influenciada diretamente pela condição econômica da população, onde condições de renda inferiores possuem maior potencial para geração de orgânicos em detrimento da população de renda superior que gera mais resíduos recicláveis, basicamente oriundos das embalagens, temos que durante a fase de planejamento das campanhas de caracterização este fato deverá ser tomado

em consideração e as amostras distribuídas conforme o impacto que a diferença de renda poderá acarretar. Também devem ser tomadas em consideração as influências sazonais sejam climáticas, qualitativas e/ou quantitativas.

Conforme comentado anteriormente uma rota tecnológica demanda um processamento eficaz do substrato e a geração de subprodutos que sejam valorizados pelo mercado. No caso em pauta, para a cidade de Jundiaí, optamos pelo tratamento mecânico-biológico pelos motivos que extrapolam a constituição dos resíduos sólidos urbanos, mas abarcam ainda a preservação dos recursos naturais e a proteção do clima.

As ações recomendáveis para fins de garantir um mapeamento tecnológico que atenda às necessidades do mercado brasileiro vão além das questões de ordem tecnológica evidenciando a necessidade primordial de capacitação das equipes e ainda o desenvolvimento de um banco de dados de excelência.

Desta forma, garantir dados atualizados servirá de ferramenta fiel para o planejamento, não distorcendo valores e principalmente, não onerando desnecessariamente o erário, promovendo assim o compromisso das melhores práticas.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 10007:2004. **Amostragem de resíduos sólidos**. São Paulo: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2012**. São Paulo: ABRELPE, 2012. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- ANON. **Communication from the Commission of 21 December 2005** – Thematic Strategy on the sustainable use of natural resources [COM (2005) 670 – not published in the Official Journal]. 16.12.2005. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/environment/sustainable_development/128167_en.htm>. Acesso em: 28 ago. 2014.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: **Abfallwirtschaft in Deutschland 2011**, Bonn, 2011. p. 11. Disponível em: <http://www.bubw.de/PDF/Dateien/Recht/broschuere_abfallwirtschaft_deutschland_BMU_2011.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2014.
- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- COELHO, H. **Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000.
- DIN EN 14346:2006 1. **Characterization of waste – Calculation of dry matter by determination of dry residue or water content**. German version EN 14346:2006. [Norma Europeia]. Disponível em: <<http://www.naw.din.de/cmd?level=tpl-art-detailansicht&committeeid=54739067&artid=92061940&languageid=en&bcrumblevel=1&subcommitteeid=54760490>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

- FRICKE, Klaus; NIESAR, Marcus; TURK, Thomas. Restabfallmengen und- qualitäten für die mechanisch-biologischen Restabfallbehandlungsverfahren. **Müll-Handbuch**. Berlin: Erich-Schmidt-Verlag, 2002.
- FRICKE, Klaus; TURK, Thomas. **Stabilisierung von Restmüll durch mechanisch-biologische Behandlung**. BMBF-Abschlussbericht, Witzenhausen, Juli 1999, planilhas 4-15,16,17,18.
- KRANERT, Martin; CORD-LANDWEHR, Klaus. **Einführung in die Abfallwirtschaft**. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2010.
- LAGA, 2004. Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: **LAGA PN 98 – Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen**. Mainz, 2004.
- PEREIRA, Christiane Dias. **Matriz de impacto tecnológico: ferramenta para a valorização de resíduos sólidos domiciliares**. Dissertação (Especialização). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- SISINNO, Cristina Lucia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria de. Impacto Ambiental dos Grandes Depósitos de Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais. In: SISINNO, Cristina Lucia Silveira; OLIVEIRA Rosália Maria de. (Orgs.). **Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma Visão Multidisciplinar**. Capítulo 1, p. 41-57. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000.
- SOARES, Erika Leite de Souza. **Estudo da Caracterização Gravimétrica e Poder Calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, maio 2011. Disponível em: <http://www.getres.ufrj.br/pdf/SOARES_ELSF_EJP_11_T_M_.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2015.
- TROGE, A. Der Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz. **Müll und Abfall 5/2007**, p. 208-213, 2007.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; CAMPOS, Tacio Mauro Pereira de; LEITE, Aguinaldo; FÖLSTER, Anne-Sophie; BATALHA, Rodrigo Miguel Pereira; ARAÚJO, Anderson Luiz de; RODRIGUES, Lucas Aparecido; PATRÃO, Marcelo Foelkel; DONADELL, Lauro Raphael Acorci; DOMINGOS, Aline Cardoso; CAMPOS, Camila Barbi; GIGLIOTTI, Diana Piffer; GIMENEZ, Gabriel de Carvalho; LEONE, Roberta da Silva; MACEDO, Vinicius Silva de. Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil**. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maió – 2017**.

Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

*Methodology Environmental Diagnosis Large Generators for a
Sustainable Management of Solid Waste in Municipality*

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos

Especialista em Direito Aguinaldo Leite

Anne-Sophie Fölster

Engenheiro Agrícola e Civil Mestre Rodrigo Miguel Pereira Batalha

Tecnólogo em Meio Ambiente Anderson Luiz de Araújo

Gestor Empresarial Lucas Aparecido Rodrigues

Engenheiro Civil e Especialista em Engenharia Ambiental Marcelo Foelkel Patrão

Administrador e Especialista em Gestão de Negócios Lauro Raphael Acorci Donadell

Tecnóloga Aline Cardoso Domingos

Camila Barbi Campos

Tecnóloga Diana Piffer Gigliotti

Gabriel de Carvalho Gimenez

Tecnóloga Roberta da Silva Leone

Vinicius Silva de Macedo

RESUMO

Com o intuito de diagnosticar e conhecer a realidade do município acerca dos serviços prestados de coleta, tratamento, e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, a Secretaria Municipal de Serviços Públicos da Prefeitura de Jundiaí (SMSP) em parceria com Universidade Técnica de

Braunschweig (TUBS) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), no âmbito do projeto Novas Parcerias Integradas (i-NoPa), desenvolveu a metodologia de diagnóstico ambiental visando avaliar a atual geração e destinação com a finalidade de prover maior sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos em grandes geradores. Através de um questionário elaborado foram levantadas informações sobre a atual gestão de resíduos sólidos dos diversos segmentos empresariais tais como indústrias, comércios e prestadores de serviços no município. Com estas informações é possível adaptar a gestão atual às premissas firmadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), bem como estabelecer diretrizes e avançar nos estudos que abordam as melhores práticas de tratamento e valorização dos resíduos.

Palavras-chave: i-NoPa. Grandes Geradores. Análise Mercadológica. Resíduos Sólidos. Gestão. Tratamento.

ABSTRACT

In order to diagnose and understand the reality of the municipality about the provided services for collection, treatment, and final disposal of municipal solid waste, the Municipal Department of Public Services of Prefeitura of Jundiaí (SMSP) in partnership with Technical University of Braunschweig (TUBS) and Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio), in the framework of the project New Integrated Partnerships (i-NoPa), developed a methodology for environmental diagnosis to evaluate current generation and destination with the aim of providing greater sustainability for the solid waste management in large generators. By means of a questionnaire drawn up were raised information about the current solid waste management of various business segments as industries, commerce and services suppliers of the city. With these information it is possible to adapt the current management to the premises established by National Policy for Solid Waste (PNRS), as well as establish guidelines and advance in studies that address best practices for the treatment and recycling of waste.

Keywords: i-NoPa. Large generators. Market analysis. Solid Waste. Management. Treatment.

1 INTRODUÇÃO

Após a promulgação da [Lei nº 12.305/2010](#), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e dá outras providências, dentre elas a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, bem como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, que impõe ao poder público e aos geradores a obrigação da destinação final ambientalmente adequada, as cidades brasileiras tiveram que se adequar à nova gestão de resíduos e às respectivas orientações instituídas pela PNRS.

A destinação final ambientalmente adequada destaca-se como um dos maiores desafios a serem cumpridos, uma vez que este conceito impõe a obrigatoriedade na reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético dos resíduos sólidos, dispondo em aterros sanitários somente os rejeitos, ou seja, àquelas frações não mais passíveis de valorização.

Atualmente a disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no país demonstra a necessidade da adoção de uma gestão integrada dos mesmos, uma vez que cerca de 41,7% dos

municípios brasileiros ainda se utilizam de vazadouros a céu aberto e aterros controlados como forma de disposição final e 58,26% dispõem os resíduos em aterros sanitários (ABRELPE, 2013, p. 31).

Em suma, os municípios obrigatoriamente devem realizar uma mudança radical de paradigmas onde os resíduos que antes eram tratados como rejeitos a serem descartados sem nenhum tipo de planejamento e tratamento, devem adotar como premissa o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos onde o tratamento diferenciado e a disposição final técnica e ambientalmente adequada passou a ser obrigatória sob pena de incorrer em crime ambiental, e não obter acessos aos recursos da união destinados ao manejo de resíduos sólidos no país.

Para a administração pública, atualmente, os serviços de limpeza urbana referem-se basicamente à coleta e disposição dos resíduos sólidos, sendo que a tarifação pela prestação dos serviços muitas vezes não é suficiente para cobrir os custos relativos ao sistema. Em outros casos esta cobrança nem existe, onde o financiamento do processo é subsidiado integralmente pelo orçamento dos municípios. Esta situação denota a gestão insustentável dos resíduos, tanto do ponto de vista financeiro, quanto técnico.

Apesar da PNRS e da Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), instituída pela Lei estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006, não mencionarem o termo “grande gerador”, os municípios brasileiros tiveram a iniciativa de caracterizar como “grandes geradores” os estabelecimentos que geravam uma quantidade maior que a quantidade média de resíduos gerados diariamente em uma residência particular com cinco moradores (120 litros por dia), uma vez que a coleta de resíduos desses geradores pode ser tarifada, transformando-se em fonte de renda adicional para as empresas particulares e conseqüentemente diminuindo o custo da coleta municipal em cerca de 10 a 20% (IBAM, 2001, p. 27-28).

São Paulo adotou a média de 200 l/dia, já a cidade de Campinas tem como parâmetro a geração acima de 120 l/dia. No município de Jundiaí esta quantidade foi definida em 200 litros diários para os resíduos comerciais. Sendo assim, estabelecimentos como supermercados, *shopping centers*, indústrias, restaurantes, bares, hotéis e todos aqueles que excedem esta quantidade, também deverão se adequar a esta nova política, seja designando um terceiro para coletar, transportar e depositar seus resíduos de forma ambientalmente adequada ou diminuindo a geração desses resíduos descartados.

No município de Jundiaí, de acordo com a [Lei nº 2.140/1975](#) que trata sobre os serviços de limpeza pública, em seu artigo 3º definiu-se a competência no manejo de resíduos do município para aqueles “originários de restaurantes, bares, hotéis, quartéis, mercados, matadouros, abatedouros, cemitérios, recintos de exposições, edifícios públicos em geral e, até 400 (quatrocentos) litros, os de estabelecimentos comerciais e industriais”.

Com o intuito de tratar desta problemática, definindo estratégias e planos de ação, a Prefeitura Municipal de Jundiaí (PMJ) por meio da Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SMSP), a fim de cumprir com as premissas legais estabelecidas pela PNRS, elaborou o Plano de

Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, denominado como Plano de Saneamento Básico Setorial para a Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos tendo como objetivo prover uma gestão diferenciada aos resíduos sólidos urbanos.

Como metas apontadas pelo referido plano o desvio de materiais para aterro também está contemplado (Quadro 1) e a criação de lei específica para a parcela considerada “grandes geradores”, e o seu cadastramento junto a SMSP.

Quadro 1 – Metas do Plano de Resíduos de Jundiáí, de redução das frações secas e úmidas para aterramento

META/AÇÃO	PRAZO DE EXECUÇÃO
Implantar a coleta diferenciada (fração seca e úmida) em 100% do sistema da coleta	Curto prazo
Reciclar efetivamente 50% dos materiais secos coletados	Curto prazo
Reciclar efetivamente 60% dos materiais secos coletados	Médio prazo
Implantar Unidade de Tratamento (biometanização anaeróbica) de Resíduos Sólidos, com possibilidade de aproveitamento energético	Médio Prazo
Reciclar efetivamente 80% dos materiais secos coletados, em 15 anos	Longo Prazo
Reciclar efetivamente 90% dos materiais secos coletados, em 20 anos	Longo prazo

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados do Plano de Saneamento Básico Setorial para a Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos (versão preliminar), 2014.

Para isso, a SMSP foi buscar conhecimento e tecnologia na Alemanha, tanto para o fomento acadêmico no que tange a inovação tecnológica e troca de informações para gestão de RSU, como para garantir bons resultados e know how acerca do tratamento de resíduos sólidos, neste caso a respeito da implantação de uma planta de tratamento mecânico-biológico no município.

A busca por conhecimento e tecnologia resultou na implantação de parceria com a Universidade Técnica de Braunschweig (TUBS), localizada na Alemanha, através do projeto Novas Parcerias Integradas (i-NoPa) que tem como metas a gestão ecoeficiente de resíduos sólidos urbanos (RSU), a partir da capacitação do corpo técnico municipal e acadêmico, caracterização gravimétrica e granulométrica dos RSU e seus geradores como metodologia para análise de RSU, envolvimento da população no atual projeto através do enfoque humanista, democrático e participativo, a permanente avaliação crítica do processo educativo através da ética, educação e as práticas sociais, e por fim, através de uma comunicação eficiente e a garantia de democratização das informações sobre as problemáticas ambientais e sociais.

2 OBJETIVOS

Os objetivos do projeto estão pautados na implantação de uma planta de tratamento, envolvendo técnicas como biodigestão, compostagem e secagem, e ainda geração de energia elétrica a partir do biogás.

O diagnóstico municipal acerca da gestão destes resíduos dentro dos empreendimentos considerados grandes geradores se traduz numa ferramenta importante, tanto para fundamentar o prognóstico desta planta quanto para elucidar questões como capacidade de processamento e conhecimento da tipologia de material para tratamento, como para definição da rota tecnológica adequada, além do estabelecimento da condição de diálogo entre setor público e privado para a consolidação de políticas públicas que tratem diretamente destes geradores e a análise do emprego desta fração no mercado consumidor de recursos secundários.

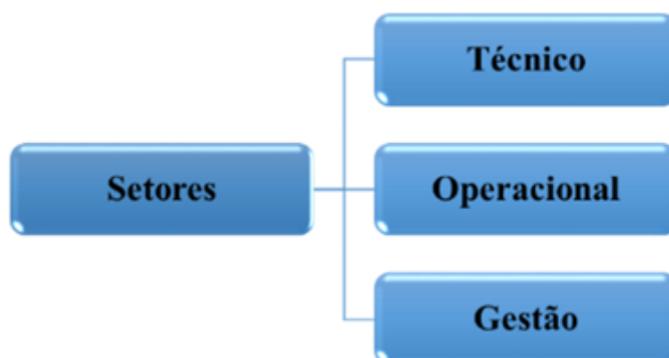
3 DESENVOLVIMENTO

Acompanhando a tendência no Brasil onde as administrações públicas não interagem com o setor privado no sentido de dominar conhecimento sobre as práticas das indústrias, comércios e serviços, quando do início do projeto, nos deparamos com a lacuna da ausência de dados sobre a gestão de resíduos oriundas do setor privado.

Desta forma, a fim de realizar o diagnóstico ambiental no município de Jundiaí foi necessário elaborar um questionário visando captar informações pertinentes ao atendimento das premissas propostas pela PNRS. Este questionário levou o nome de “Análise Mercadológica de Grandes Geradores”, documento este com abordagem ampla e complexa que permitiu compreender as demandas do setor com vistas à sua integração futura em projeto de gestão sustentável de resíduos sólidos.

O principal foco durante a elaboração do conteúdo do questionário era a caracterização dos grandes geradores do município de Jundiaí, e para tal foi imprescindível dividir a equipe em três setores: técnico, operacional e de gestão, visando garantir multidisciplinaridade durante o desenvolvimento do projeto.

Figura 1 – Divisão dos Setores



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

A equipe operacional ficou responsável pela aplicação presencial dos questionários em diversos segmentos comerciais, industriais e de serviços do município através dos técnicos de Engenharia Ambiental do Brasil e da Alemanha.

O questionário utilizado para o levantamento dos dados foi dividido em quatro etapas abordando 58 questões em sua maioria de múltipla escolha visando captar informações pertinentes ao atendimento das prerrogativas previstas na PNRS, tais como, o levantamento de dados relativo à logística reversa, o levantamento qualitativo e quantitativo, inclusive analítico físico-químico, dos resíduos industriais, comerciais, residenciais e verdes, as formas de separação, coleta, destinação e tratamento, o domínio dos aspectos legais daquele responsável pela gestão de resíduos no empreendimento, os tipos de fonte de energia utilizada em suas atividades e por fim, o nível de comprometimento da equipe responsável sob a ótica ambiental e social e ainda uma discriminação pormenorizada, em formato de tabelas, dos resíduos gerados tais como: recicláveis, orgânicos, minerais, perigosos, sujeitos às premissas legais da logística reversa e outros resíduos gerados pelos empreendimentos.

Figura 2 – Divisão do conteúdo do questionário aplicado nas entrevistas



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Como é de praxe em levantamentos estatísticos, foi elaborada uma minuta de questionário e aplicada em formato piloto com o objetivo de ajustar seu conteúdo, deixando-o mais apropriado no que se refere a facilidade de entendimento, facilitando assim sua aplicação bem como sua formatação.

Visto que os objetivos do projeto estão pautados na implantação de uma planta de tratamento mecânico-biológico envolvendo técnicas como biodigestão, compostagem e secagem, e ainda geração de energia elétrica a partir do biogás, o questionário visou captar informações

pertinentes ao atendimento das premissas propostas pela PNRS, tais como, o levantamento de dados relativo aos resíduos que se aplicam a logística reversa, o levantamento qualitativo e quantitativo, inclusive analítico físico-químico, dos resíduos industriais, comerciais, residenciais e verdes, as formas de separação, coleta, destinação e tratamento, o conhecimento legal do responsável pela gestão de resíduos, os tipos de fonte de energia utilizada pelo empreendimento e por fim, o nível de comprometimento do pessoal responsável pelas questões ambientais e sociais.

Os resultados alcançados durante essa primeira fase do projeto são representados através dos gráficos obtidos após o processo de tabulação dos dados.

O universo de amostragem foi de 1% do total de empreendimentos cadastrados na Prefeitura, gerando assim resultados bastante representativos.

Quadro 2 – Resumo da campanha de análises dos Grandes Geradores

Caracterização de Grandes Geradores	Campanha 01	
Período de realização	5 meses	(maio a setembro)
Pessoas envolvidas	23	
Quantidade de instituições contatadas	232	
Quantidade de instituições efetivadas	224	1% do universo amostrado
Quantidade de instituições existentes	22.726	Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia, Base 2013

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

3.1 Metodologia

Como é de praxe em levantamentos estatísticos, a metodologia para abordagem de grandes geradores precisou ser adaptada conforme o desenvolvimento dos trabalhos, tendo sido elaborada uma minuta de questionário e aplicada em formato piloto com o objetivo de ajustar seu conteúdo, deixando-o mais apropriado no que se refere ao entendimento, facilitando assim sua aplicação bem como sua formatação.

Também a estratégia de agendamentos e ainda o formato de aplicação dos questionários variou conforme os índices de sucesso de preenchimento foram sendo atingidos.

3.1.1 Seleção de grandes geradores

Para selecionar os grandes geradores que seriam entrevistados foi necessário definir uma amostragem segura destes empreendimentos instalados em Jundiaí estabelecendo 1% do total dos cadastros empresariais da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico que possui 22.000 registros (Maio/2014). Com isso, ficou definido um número de 220 questionários a serem preenchidos, desta forma representando ainda o universo múltiplo de setores existentes.

Dentro da economia do município, cujo Produto Interno Bruto (PIB) atualmente é de R\$ 23.712.625,00. A representatividade destas empresas frente ao cenário municipal é relevante, levando em consideração o grande distrito industrial localizado em Jundiaí, cujo perfil de atuação está ligado à logística, devido à sua localização estratégica, e a área de tecnologia.

3.1.2 Estratégia de aplicação dos questionários

No mês de maio de 2014 foi repassada pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Município de Jundiaí uma relação contendo uma lista de vinte grandes empresas instaladas na cidade para que fossem aplicados os primeiros questionários em caráter piloto visando adaptar os termos do questionário a uma melhor interpretação do grande gerador. Os questionários foram enviados inicialmente por e-mail sendo que antecedendo ao envio era feita uma ligação telefônica com intuito de identificar o responsável e obter uma prévia autorização.

Percebeu-se que o período de resposta em relação ao preenchimento dos questionários enviados por e-mail era muito longo e devido à complexidade das perguntas muitos geradores se desestimulavam em participar. Ao realizar o contato por telefone muitas pessoas não aceitavam participar da pesquisa devido seu caráter não obrigatório ou até mesmo por acharem que se tratava de uma prévia fiscalização municipal, algumas empresas não participaram em decorrência de regulamento de política interna que não permitia o contato externo e a divulgação de informações.

Através das dificuldades em obter respostas, mudou-se a técnica de abordagem prevalecendo o contato pessoal individualizado com cada gerador, contato este realizado pelos estudantes participantes do projeto. Esta nova forma de abordagem, não apenas aperfeiçoou o tempo de preenchimento como também privilegiava o esclarecimento de dúvidas no momento da abordagem presencial.

Após reuniões para análise do andamento em relação ao retorno das respostas definiu-se que as próximas atividades por parte da equipe seriam divididas em três linhas de atuação: identificação dos responsáveis e agendamento de visita, preenchimento presencial dos questionários e tabulação de dados.

Outro ponto importante definido no transcorrer dos trabalhos foi a ampliação do campo de pesquisa passando a integrar ainda no universo amostrado os setores de serviços, uma vez que o foco inicial era avaliar somente comércios e indústrias. Portanto, passaram a ser considerados

como massa investigada àqueles estabelecimentos que também se enquadram na definição de grandes geradores tais como escolas, restaurantes, hotéis, rodoviária etc.

Figura 3 – Setores para a aplicação do questionário



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Conseqüentemente, apenas um mês após as reformulações, o número de questionários preenchidos a partir de abordagens personalizadas aumentou significativamente. Porém, apesar da nova prática que não apenas agilizou o preenchimento mas também oportunizou que o momento da abordagem fosse ainda aproveitado para sensibilização ambiental, algumas empresas ainda optaram por responder eletronicamente.

A partir da modificação do processo de abordagem, e do preenchimento presencial dos questionários, foi consolidado um vínculo entre o setor privado e o público, atendendo assim aos propósitos do próprio levantamento estatístico, que não se esgotava no desenvolvimento de um banco de dados mas sim tinha como foco a aproximação entre os atores do município.

Durante a aplicação dos questionários oportunizou-se ainda para promover a sensibilização e conscientização do público-alvo, através de temas como limpeza pública, educação ambiental, gestão ecoeficiente de resíduos sólidos, discussões de parcerias e também, esclarecimento mais amplo sobre os objetivos do projeto i-NoPa e suas possíveis repercussões para a região.

O preenchimento do questionário tomava em torno de uma hora, podendo este prazo variar conforme interesse manifestado pelo entrevistado. Ao término de cada entrevista, visando fidelizar o interlocutor, a equipe de pesquisadores se colocou à disposição do entrevistado para dirimir dúvidas posteriores ou para quaisquer outras questões de ordem na forma de promoção de eventos técnicos ou mesmo a formalização de parcerias.

Muitos entrevistados demonstraram desinteresse quanto à política municipal de resíduos, bem como desconhecimento com relação à legislação federal e estadual. Entretanto, na maior parte das vezes os representantes aparentaram grande motivação em participar efetivamente do projeto por meio de parcerias, promoção de eventos, palestras, cursos de capacitação, *workshops* e congressos.

4 DESAFIOS

A realização do diagnóstico ambiental em grandes geradores trouxe a tona questões de gestão onde foi percebido que em grande parte dos comércios, escolas e prestadores de serviço não havia controle dos dados referentes ao descarte dos resíduos, tais como quantidades, valores de entrada e saída dos materiais, reaproveitamento e destinação final.

Até mesmo em ambiente corporativo mais instrumentalizado como o industrial, identificou-se que o controle quantitativo e qualitativo não era realizado. Casualmente alguns funcionários mostraram-se inseguros em responder ao questionário por não estarem devidamente orientados e informados quanto aos dados e atividades da própria empresa, no que diz respeito a gestão de resíduos, comprometendo assim o preenchimento do questionário por parte dos entrevistadores.

Levando em conta que os ambientes corporativos industriais possuem maior rigidez de gestão e desta forma uma maior preocupação com o controle de matérias-primas e resíduos, seus custos e imagens relativas às suas marcas, a inexperiência e o desconhecimento dessas informações foi apontado como fator de surpresa durante o preenchimento do questionário.

Portanto, em ambos os casos, seja no ambiente comercial e de serviços seja no ambiente industrial, a aplicação do questionário revelou-se promotor de ações educativas, ampliando a percepção sobre a gestão de resíduos e subprodutos tanto para o público interno (entrevistado) quanto para público externo (entrevistador), disseminando ainda informações atualizadas sobre a gestão municipal dos resíduos, premissas legais, propostas de melhoria da gestão e de integração entre os setores público e privado.

No que se refere à logística reversa, temos que as maiores dificuldades encontradas pelas empresas estão relacionadas ao descarte de eletroeletrônicos, pilhas e baterias e lâmpadas fluorescentes, resíduos esses elegidos pela PNRS como instrumentos da logística reversa. Muitos empreendimentos demonstraram desconhecer a forma como esses resíduos são descartados após a destinação nos pontos de coleta voluntária e a coleta por parte das empresas contratadas, bem como sobre suas responsabilidades sobre sua gestão, na forma de responsabilidade compartilhada. Alguns disseram ainda que passariam a adotar um controle qualificado através da emissão de certificado por parte da empresa responsável pela coleta e destinação dos resíduos.

Em suma, esta adversidade decorrente de ausência de conhecimento e por conseguinte de mecanismos de controle, se deu pela falta de prestadores de serviços qualificados que colem e destinem corretamente o material de acordo com as diretrizes impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

5 TABULAÇÃO

A tabulação dos dados se faz importante para que sejam interpretadas as respostas obtidas no questionário aplicado em diversos setores identificando os grandes geradores, e assim poder entender o que é gerado no município e quais as dificuldades encontradas em destinar seus

resíduos. Com essas respostas, através da geração de gráficos, é feita a representação da porcentagem de cada informação obtida.

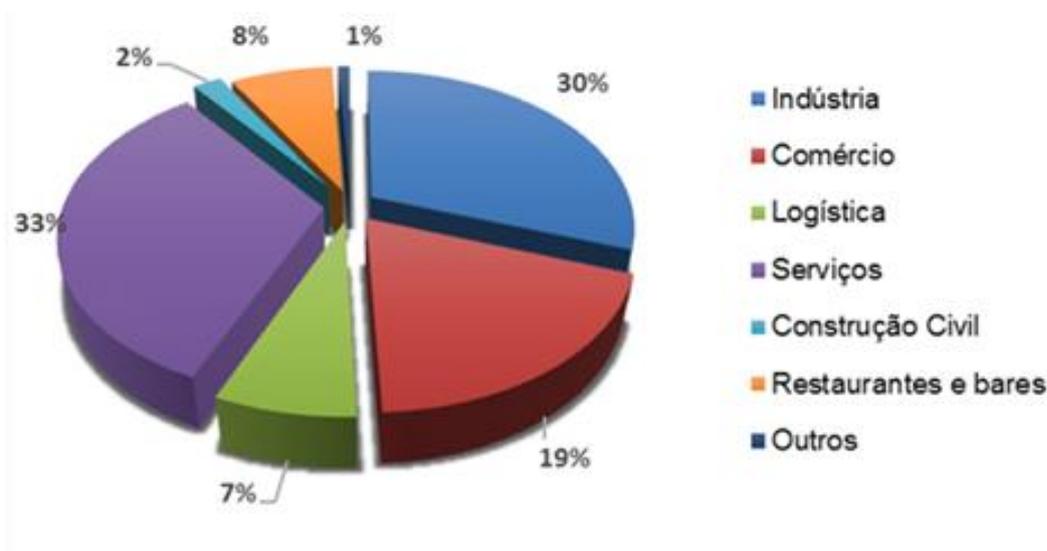
Houve algumas tentativas de tabular os dados desde o início do preenchimento dos questionários, porém diversas modificações foram necessárias para adequar as questões às empresas e estabelecimentos, essas mudanças refletiram diretamente na tabulação dos dados.

Considerando que o questionário foi alterado algumas vezes visando adaptar seu conteúdo à realidade do mercado, dificuldades foram encontradas no momento da compilação das informações, como, introduzir os dados dos primeiros questionários respondidos nesse novo padrão. Também o preenchimento incompleto dos questionários por parte das empresas gerou a necessidade de um maior controle no que se refere ao preenchimento ou não de cada questão, desta forma gerando a porcentagem correta durante a tabulação.

Por outro lado, como essas adequações foram feitas logo no início dos trabalhos, as falhas identificadas não prejudicaram a tabulação dos demais questionários, estes já atualizados. Assim a tabulação tornou-se mais fácil, porém sempre exigindo muita atenção de modo que a interpretação dos dados fosse condizente com a realidade identificada.

O universo de amostragem, como relatado, foi de 1% do total de empreendimentos cadastrados na Prefeitura, gerando assim resultados bastante representativos. Selecionamos a seguir algumas questões presentes no levantamento que permitem compreender globalmente a dimensão dos estudos. A integralidade do diagnóstico estará disponível no *site* da Prefeitura de Jundiaí (<www.jundiai.sp.gov.br>).

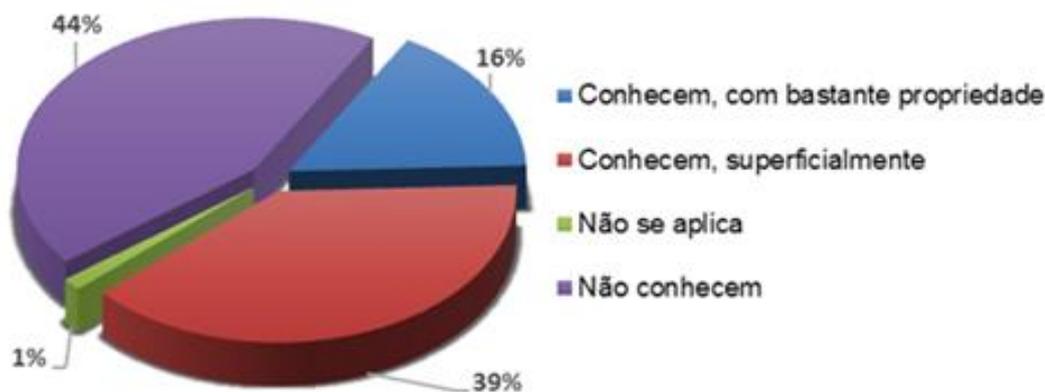
Figura 4 – Setor de atuação das empresas



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Os setores da economia abordados na pesquisa foram bastante estratificados representando com fidelidade a economia local.

Figura 5 – Conhecimento das empresas sobre os termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Observando que 55% dos entrevistados responderam que conhecem com alguma propriedade a existência da PNRS, podemos concluir que a Política Nacional de Resíduos Sólidos já pode ser considerada um instrumento balizador da gestão de resíduos nos setores empresariais entrevistados. Quanto ao segmento que declarou ter conhecimento ou certo conhecimento, há possibilidade ainda de filtrar o nível de conhecimento para fins de incentivo aos programas de nivelamento. Já para o setor que declara desconhecimento, pode ser interessante a promoção de curso de introdução à PNRS.

Figura 6 – Planejamento para cumprimento das premissas legais que regulamentam a logística reversa



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Figura 7 – Implementação da coleta seletiva estabelecida dentro das empresas

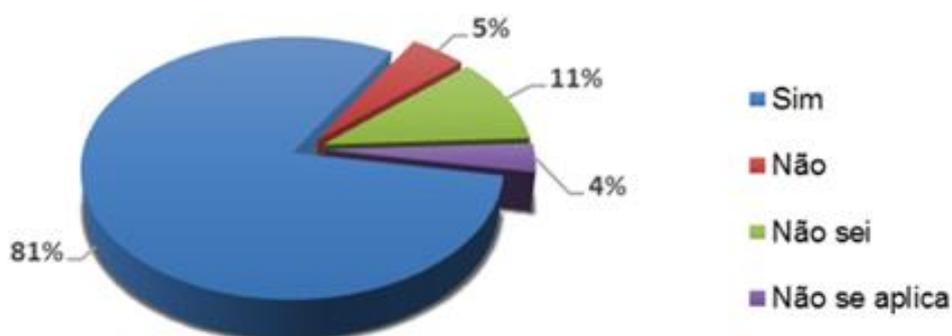


Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Apesar de a PNRS ter sido promulgada em 2010, grande parte das empresas, 52% não tem planejamento para cumprimento das premissas de logística reversa. Inclusive, ou desconhecem suas responsabilidades, ou apesar de conhecerem, não há em planejamento nenhuma ferramenta para o seu cumprimento.

A maioria das empresas, 91%, respondeu já terem algum programa de coleta seletiva implementado, porém muitos empreendimentos apesar de apontarem iniciativas na separação e segregação dos materiais, durante a aplicação do questionário, informaram que esta não funcionava efetivamente, ou porque o programa não era amplo o bastante no que diz respeito à definição das frações que deveriam ser segregadas, ou pela não adesão dos colaboradores ao programa implementado.

Figura 8 – Interesse em parceria com a Prefeitura para a promoção de palestras



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Durante a aplicação dos questionários podemos perceber que as empresas conhecem de forma geral os termos da PNRS, porém não se prepararam para seu atendimento, desta forma entendemos como estratégica uma intervenção do poder público visando a promoção de conhecimento. Esta proposta é corroborada pelas empresas no momento em que 81% delas relataram interesse em uma cooperação com a Prefeitura.

6 CONCLUSÕES

Uma vez que a Alemanha é pioneira na gestão de resíduos há três décadas e a universidade é referência mundial formada por um corpo técnico altamente competente, a parceria com a Universidade Técnica de Braunschweig e a PUC-Rio foi de extrema importância para aprimorar o conhecimento do corpo técnico da secretaria de serviços públicos do município de Jundiá bem como das entidades acadêmicas envolvidas no projeto i-NoPa.

O apoio e a disseminação do conhecimento prático da gestão alemã trouxeram ao município de Jundiá uma visão inovadora e a inspiração em transformar o sistema atual em uma realidade eficiente e contínua que vai de encontro com as premissas da Política Nacional de Resíduos Sólidos e as tendências globais.

No tocante aos grandes geradores, temos que a aplicação dos questionários nos permitiu concluir que apesar de todos os desafios a serem enfrentados, os entendimentos dos envolvidos são congruentes no que diz respeito à priorização da valorização dos resíduos. Desta forma, a lei federal apresenta-se como um forte instrumento de apoio e fomento das novas práticas.

Os grandes geradores, principalmente aqueles das atividades industriais, estão empenhados em atender a demanda regulamentada a fim de melhorar o sistema de gestão interna e garantir a logística reversa. Já o setor de comércio e serviços, não demonstrou tanto domínio sobre o assunto, uma vez que sua gestão de resíduos é simples e não exige mais do que uma visão geral sobre as ações, sendo estas muitas vezes ineficientes.

Através dos questionários aplicados foi possível caracterizar o cenário onde o município de Jundiá se enquadra, desde a geração de resíduos sólidos urbanos, mas também no que tange aos grandes geradores a compreensão sobre a destinação de diversos materiais e as dificuldades da gestão dos sistemas, tanto público quanto privado.

No que diz respeito ao potencial de valorização dos resíduos privados, temos que a análise dos dados demonstrou evidente geração de resíduos recicláveis e orgânicos, estes últimos de fácil acesso sejam por sua origem durante a produção sejam pela presença intensiva de refeitórios, garantindo assim uma massa orgânica livre de contaminantes onde o tratamento será de fácil operacionalização e seus subprodutos de alta qualidade, tanto na condição de composto quanto de sua recuperação energética. No âmbito dos recicláveis, apesar de segregados há um descontrole quanto a sua destinação quando esta é realizada por terceiros, não havendo assim garantias sobre sua adequada gestão.

Com base nos aspectos de geração e gestão levantados com o projeto, temos como oportuna a implementação de uma planta de tratamento mecânico-biológico na região, onde os resíduos potencialmente valorizáveis serão desviados dos aterros, gerando não apenas recursos secundários mas também garantindo melhores condições ambientais durante o aterramento dos rejeitos, a região estará gerando emprego e renda, e principalmente os altos custos de destinação serão otimizados a partir da introdução de práticas comprometidas com a qualidade, afastando o desperdício local e provendo segurança à comunidade local, aos acionistas e aos municípios de outros municípios que estão sujeitos às consequências oriundas da exportação dos resíduos de Jundiá, isto se deve ao fato de NÃO haver, atualmente, espaço disponível para a destinação de resíduos no Município, desta forma o ônus da gestão tradicional acaba sendo transferido para outras comunidades.

O projeto permitiu ainda que a equipe acumule conhecimento diferenciado e pioneiro, haja vista que a Política Nacional de Resíduos Sólidos é recente e as primeiras ações no município de Jundiá passaram a ser tomadas há menos de dois anos. Através desta experiência foi possível aos envolvidos compreender a problemática da geração de resíduos sólidos da cidade, os instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, aprender as formas de geração, tratamento e disposição final de resíduos adequada às suas naturezas, conhecer tecnologias de tratamento e minimização dos impactos ambientais, desta forma ampliando a discussão com a sociedade sobre a gestão sustentável de resíduos sólidos.

Ainda, a experiência vivenciada por toda a equipe torna-os habilitados a estabelecer relações com outras áreas do conhecimento, apresentar uma visão sistêmica no que se refere a capacidade de organização do trabalho e alinhamento com as tendências relacionadas da área. Porém, o compartilhamento de experiência não se esgota nos estudantes da engenharia, este passou a nortear cada membro da equipe de pesquisa da Secretaria Municipal de Serviços Públicos, que teve seus horizontes profissionais ampliados quando do acesso à informação que delineia novas práticas da gestão de resíduos e principalmente firma um compromisso comum pela preservação ambiental e proteção climática em prol das próximas gerações.

REFERÊNCIAS

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

Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2013. São Paulo: ABRELPE, 2013.

Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 12 jan. 2015.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**, José Henrique Penido Monteiro ... [*et al.*]; Coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

JUNDIAÍ. **Lei nº 2.140**, de 21 de outubro de 1975. Dispõe sobre serviços de limpeza pública, e dá outras providências. Disponível em: <http://sapl.jundiai.sp.leg.br/consultas/norma_juridica/norma_juridica_mostrar_proc?cod_norma=2131> [Texto Integral disponível em: <http://sapl.jundiai.sp.leg.br/sapl_documentos/norma_juridica/2131_texto_integral.pdf>]. Acesso em: 12 jan. 2015.

PROJETO i-NoPa. **Sobre o NoPa**. Disponível em: <<http://www.nopa-brasil.net/pt/uebernopa.html>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 12.300**, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; CAMPOS, Tacio Mauro Pereira de; LEITE, Aguinaldo; FÖLSTER, Anne-Sophie; BATALHA, Rodrigo Miguel Pereira; ARAÚJO, Anderson Luiz de; RODRIGUES, Lucas Aparecido; PATRÃO, Marcelo Foelkel; DONADELL, Lauro Raphael Acorsi; DOMINGOS, Aline Cardoso; CAMPOS, Camila Barbi; GIGLIOTTI, Diana Piffer; GIMENEZ, Gabriel de Carvalho; LEONE, Roberta da Silva; MACEDO, Vinicius Silva de. Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maió – 2017**.

Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil: panorama, desafios e perspectivas

*Solid Waste Management in Brazil:
overview, challenges and perspectives*

Advogado Carlos RV Silva Filho

Geógrafa e Mestre em Ciências Gabriela Gomes Prol Otero

RESUMO

Em todo o mundo, fatores como o crescimento populacional, um maior acesso ao crédito e ao consumo de produtos por parte da população, influenciam diretamente a geração dos resíduos sólidos urbanos. E o modo como se faz a sua gestão. A geração de resíduos sólidos, principalmente aqueles decorrentes das atividades do dia a dia, vem apresentando, em geral, uma curva ascendente: até 2012 registrou-se a geração mundial anual de resíduos sólidos municipais em 1,3 bilhão de toneladas (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012); só no Brasil de 2003 a 2012, a geração de resíduos sólidos no país cresceu 21%, similar à variação do PIB *per capita* para o mesmo período, de 20,8%. A pesquisa anual da ABRELPE, denominada “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil”, na edição de 2013, mostrou que ainda há um longo caminho entre o arcabouço legal, o discurso e a prática. Mesmo após três anos de sanção da Lei Federal nº 12.305/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, mais de 3.000 municípios brasileiros ainda dispõem seus resíduos sólidos em lixões e aterros controlados, que são destinos ambientalmente inadequados e fontes de poluição do meio ambiente. As práticas de coleta seletiva ainda são incipientes, apesar de se registrar um aumento na adoção de práticas que promovem a coleta separada dos resíduos recicláveis secos e da conscientização da população. Entre os demais resultados que mostram o cenário atual, as perspectivas e desafios para o setor de gestão dos resíduos sólidos urbanos resvalam obrigatoriamente em trazer o discurso para a prática, o que será atingido através da mudança de hábitos pessoais e de consumo, levando-se em consideração critérios de sustentabilidade em todas as suas vertentes: ambiental, econômico e social. No entanto as soluções não dependem unicamente de ações individuais, faz-se necessário respaldo institucional, da administração pública e do setor privado, para que uma gama surta os efeitos planejados.

Palavras-chave: Crescimento Populacional. Resíduos Sólidos. Gestão. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013.

ABSTRACT

Worldwide, factors such as population growth, increased access to credit and consumption by the population, directly influence the generation of municipal solid waste. And the way it is managed.

The solid waste generation, especially those arising from daily activities, has shown, in general, an upward curve: by 2012 was recorded annual global generation of municipal solid waste by 1.3 billion tons (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012); in Brazil, from 2003 to 2012, the generation of solid waste in the country grew 21%, similar to the change in GDP per capita for the same period, 20.8%. The annual survey of ABRELPE, called Panorama of Solid Waste in Brazil, in the edition of 2013, showed that there is still a long way from the legal framework, the discourse and practice. Even after three years of enactment of Federal Law n° 12305/2010, the National Policy on Solid Waste, more than 3,000 Brazilian municipalities still have their solid waste in dumps and controlled landfills, which are environmentally destinations inadequate and environmental pollution sources. Selective collection practices are still incipient, despite registering an increase in the adoption of practices that promote separate collection of dry recyclable waste and public awareness. Among the other results that show the current scenario, the prospects and challenges for municipal solid waste management sector must slip in bringing the speech to the practice, which will be achieved through changing personal habits and consumption, taking consider sustainability criteria in all its aspects: environmental, economic and social. However the solutions do not depend solely on individual actions, it is necessary institutional support, public administration and the private sector, so that a range freak out the intended effects.

Keywords: Population Growth. Solid Waste. Management. National Solid Waste Policy. Panorama of Solid Waste in Brazil in 2013.

1 INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, fatores como o crescimento populacional, um maior acesso ao crédito e ao consumo de produtos por parte da população, influenciam diretamente a geração dos resíduos sólidos urbanos. E o modo como se faz a sua gestão.

Nas últimas quatro décadas, a população mundial cresceu cerca de 85%, ultrapassando atualmente 7 bilhões de pessoas em 2011, conforme declarado pela Organização das Nações Unidas (ONU). E espera-se que em 2050 totalize 9,5 bilhões de habitantes. No Brasil, em 2013, a população já passou a marca de 200 milhões de pessoas e a expectativa é que chegue a 230 milhões até 2040. Além de ser um dos países mais populosos do planeta, o Brasil é o mais urbanizado conforme declaração do Banco Mundial, com 90% de seus habitantes vivendo em cidades, espaços nos quais há uma maior oferta de produtos e serviços e, conseqüentemente, maior geração de resíduos sólidos.

Quanto maior a geração de resíduos sólidos, maior deve ser a preocupação com uma gestão integrada e adequada aos tipos de resíduos gerados, que contemple todos os dispositivos de proteção ambiental e social nos procedimentos de coleta, tratamento e disposição final ambientalmente adequada em aterros sanitários.

A geração de resíduos sólidos, principalmente aqueles decorrentes das atividades do dia a dia, vem apresentando, em geral, uma curva ascendente: até 2012 registrou-se a geração mundial anual de resíduos sólidos municipais em 1,3 bilhão de toneladas (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012); só no Brasil, foram geradas mais de 76 milhões de toneladas de resíduos sólidos em 2013,

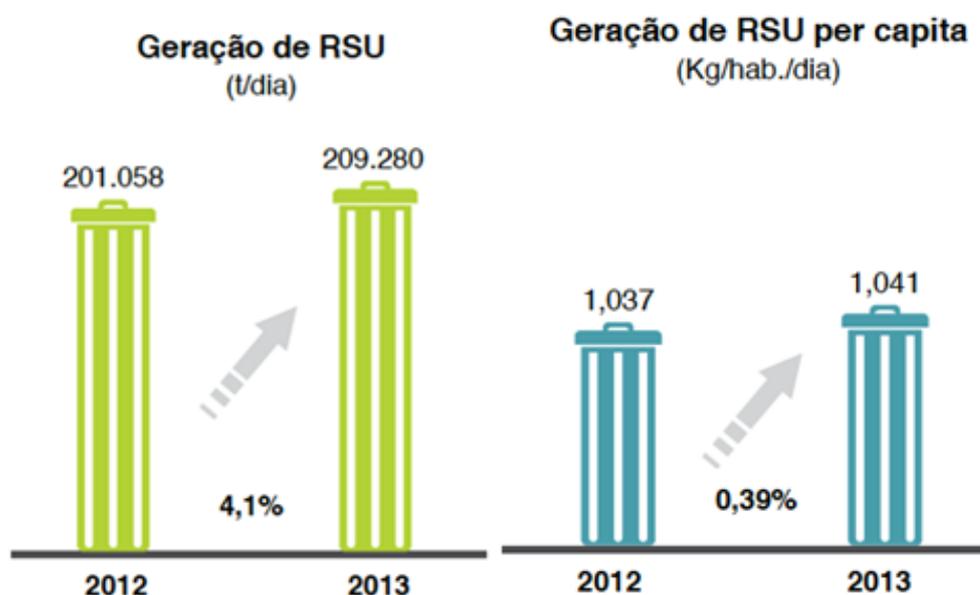
4,1% a mais que em 2012 (ABRELPE, 2013). Em 10 anos, de 2003 a 2012, a geração de resíduos sólidos no país cresceu 21%, similar à variação do PIB *per capita* para o mesmo período, de 20,8%.

O presente artigo apresenta e analisa de forma sucinta os resultados apresentados na última versão da pesquisa anual “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2013”, bem como tece considerações finais acerca dos desafios e perspectivas na gestão dos resíduos sólidos urbanos no país.

2 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2013

A pesquisa anual realizada pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em sua mais recente edição (referente ao ano de 2013) revelou uma crescente geração de resíduos sólidos urbanos. Foram um pouco mais de 209.000 toneladas geradas diariamente em 2013, cerca de 1,041 kg/habitante, em detrimento das 201 mil toneladas ou 1,037 kg/hab geradas diariamente em 2012.

Figura 1 – Gráficos da geração total e *per capita* de RSU no Brasil



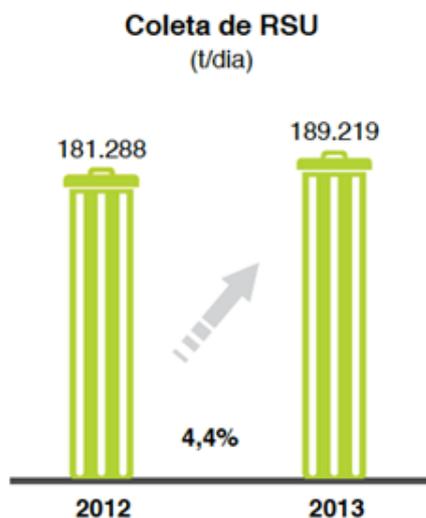
Fonte: ABRELPE (2014).

A população brasileira, nesse mesmo intervalo de um ano, cresceu 3,7%, abaixo do índice de geração de resíduos sólidos. Considerando os dados registrados para cada região brasileira, destaca-se a região Norte com um aumento de 10% no volume de resíduos sólidos gerados de 2012 para 2013.

Os dados referentes à coleta dos resíduos sólidos revelam um tímido avanço rumo à universalização desse serviço: foram coletadas cerca de 189 mil toneladas de resíduos sólidos diariamente. Em comparação com as 181 mil toneladas coletadas por dia em 2012, observa-se um

aumento da quantidade coletada em 4,4% em 2013. Em termos de coleta *per capita*, houve um aumento de 0,64% para o mesmo intervalo.

Figura 2 – Gráfico da coleta de RSU no Brasil



Fonte: ABRELPE (2014).

A região Sudeste se destaca com o maior índice de cobertura de coleta, contemplando 97% de sua geração de resíduos sólidos, conforme mostra a Figura 3.

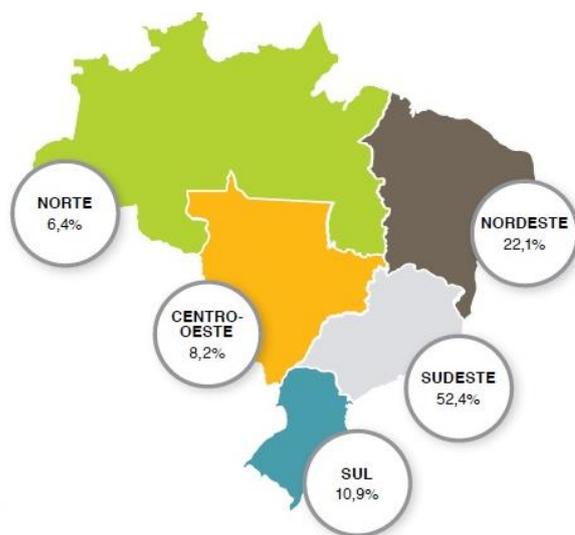
Figura 3 – Índice de Abrangência da Coleta de RSU por região (%)



Fonte: ABRELPE (2014).

Também cabe destacar, no cenário nacional, a proporção coletada por cada região: o Sudeste fica à frente, 52,4% de todo o montante coletado no país, seguido pelo Nordeste, Sul, Centro-Oeste e Norte.

Figura 4 – Participação das regiões no total de RSU coletado no Brasil



Fonte: ABRELPE (2014).

Feita a abordagem acerca dos fatores de geração e coleta, cabe dar destaque a outros dois aspectos fundamentais da gestão dos resíduos sólidos urbanos: a coleta seletiva e a disposição final.

Conforme preconizado pela Lei Federal nº 12.305/2010, denominada Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os resíduos sólidos devem ser destinados, primeiramente, às formas de tratamento mais adequadas e disponíveis no momento. Para tanto, especificamente nesse caso se tratando de resíduos recicláveis secos, se faz essencial sua coleta seletiva.

A pesquisa do Panorama 2013 revelou que pouco mais de 62% dos 5.570 municípios brasileiros possuem alguma iniciativa em coleta seletiva, que podem ser desde a disponibilização de pontos de entrega voluntária a coleta porta a porta ou a celebração de um convênio com uma cooperativa de catadores. Em outras palavras, a afirmação por uma iniciativa em coleta seletiva não reflete eficiência na coleta, triagem e no encaminhamento desses materiais para a reciclagem.

Figura 5 – Iniciativas de coleta seletiva nos municípios, por região



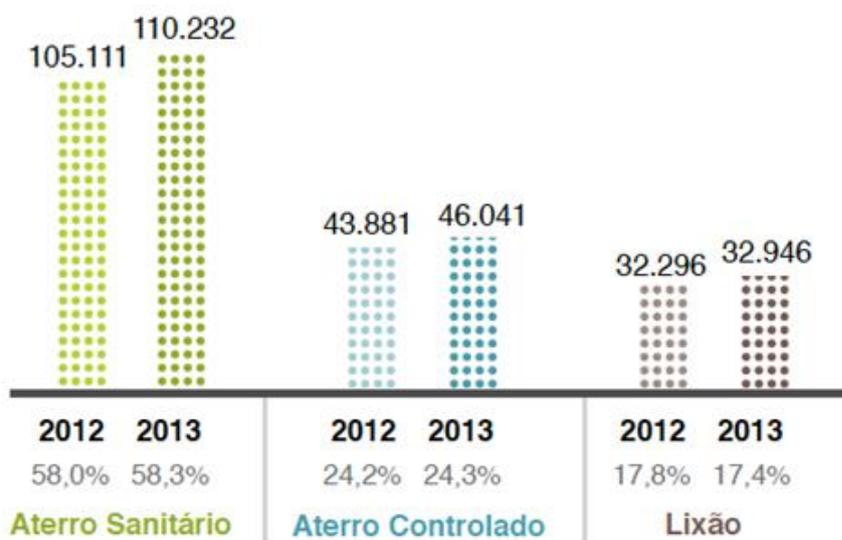
Fonte: ABRELPE (2014).

Com relação à disposição final dos resíduos sólidos coletados, a PNRS estabelece os aterros sanitários como ambientalmente corretos para a deposição dos rejeitos – denominação dada aos resíduos sem possibilidade de aproveitamento/recuperação.

Em 2013, decorridos três anos da publicação da referida Lei, o Panorama registrou cerca de 60% dos municípios brasileiros encaminhando uma quantidade total diária de mais de 110 mil toneladas de resíduos sólidos para aterros controlados e lixões, formas inadequadas de disposição final. Essa inadequação não se deve somente pela menção da PNRS, mas principalmente pela Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605/1998, que considera os lixões como fontes de poluição do meio ambiente.

Em outras palavras, quase 42% dos resíduos sólidos coletados no Brasil ainda possuem disposição ambientalmente inadequada, mesmo com um arcabouço legal que considera essa prática como crime ambiental. E, 58% dos resíduos sólidos coletados são dispostos em aterros sanitários por aproximadamente 40% dos municípios brasileiros. As quantidades e as formas de disposição final podem ser observadas em detalhe na Figura 6.

Figura 6 – Gráfico da disposição final dos RSU por tipo de destino



Fonte: ABRELPE (2014).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A gestão de resíduos sólidos tem assumido uma importância crescente ao longo dos tempos e das sociedades. Quanto maior o grau de evolução de uma sociedade, maior a preocupação com as ações relacionadas à qualidade de vida, à preservação ambiental e ao sentimento de proteção dos bens públicos, que são encarados como próprios pelos cidadãos, os quais auxiliam no zelo.

No Brasil, conforme os dados mais recentes, em 2013 foram geradas 76,4 milhões de toneladas de resíduos sólidos, que ainda carecem de uma coleta universalizada, pois cerca de 20 mil toneladas por dia não são sequer coletadas. Além disso, um percentual elevado dos resíduos coletados (42%) ainda são encaminhados para destinos inadequados, utilizados por mais de 3.300 municípios, em sua maioria de pequeno porte. Nesse ponto vale ressaltar que do ponto de vista de proteção ambiental tanto o aterro controlado quanto o lixão apresentam o mesmo impacto negativo no meio ambiente, contaminando solo, corpos hídricos e o ar, representando uma ameaça para a saúde pública.

A coleta seletiva, fundamental como sistema estruturante de uma gestão integrada de resíduos sólidos, ainda não se tornou uma prática no país, apesar de indispensável para viabilizar a recuperação dos materiais descartados e seu posterior encaminhamento para processos de reciclagem e aproveitamento. Essa situação traz perdas consideráveis para o Brasil, pois o sistema adotado é economicamente ineficiente e desperdiça o potencial de recursos materiais e energéticos presentes nos resíduos descartados.

O diagnóstico apresentado pelo [Panorama 2013](#) constitui-se num importante ponto de partida para o planejamento de ações e para a implementação das soluções demandadas pelos principais desafios que emergem do setor na atualidade.

O aumento na geração de resíduos é o primeiro deles. Trata-se de um fenômeno diretamente relacionado com o crescimento populacional e impactado por outros fatores intrínsecos ao comportamento social. O aumento do poder aquisitivo da população ou a facilidade de acesso ao crédito traz consigo um maior consumo o que, inevitavelmente, significa mais resíduos sendo gerados, principalmente em função do grande volume de materiais descartáveis colocados no mercado atualmente e da menor durabilidade dos bens e produtos comercializados.

Outro desafio que merece atenção diz respeito ao manejo indiferenciado dos diferentes tipos e das diferentes classes de resíduos sólidos. Nossas municipalidades ainda não desenvolveram e consolidaram uma separação de resíduos, de maneira ampla e efetiva, que facilite sua gestão diferenciada. Os sistemas de coleta e destinação de resíduos acabam por receber uma grande variedade de materiais que são descartados misturados e certamente tornarão mais difícil seu gerenciamento.

A destinação de resíduos afigura-se como o grande desafio a ser superado, por um lado em virtude do déficit até agora apresentado no país, com 42% de inadequação e por outro em função do crescimento das cidades que tornam essa tarefa ainda mais árdua. A regularização da disposição final de resíduos é uma imposição legal, punível com penalidades rígidas e concorrentes. A isso se soma a necessidade de se planejar a substituição de unidades de destinação adequadas que se encontrem no fim de sua vida útil. Há cada vez menos áreas disponíveis nas cidades para implantação de aterros sanitários, o que acarreta uma maior distância entre os centros de geração e a disposição final, com impactos econômicos e ambientais.

A reciclagem é outro ponto que precisa ser encarado com seriedade e superado em todos os termos pois sofre com a concorrência desleal de uma destinação de resíduos fácil e barata. Especialmente em um país que ainda conta com diversas unidades inadequadas, e carece de instrumentos de gestão e de formalidade, valendo-se muito das cadeias informais que, apesar de positivas, por absoluta impossibilidade de gerenciamento, prejudicam que avanços maiores sejam alcançados. Tudo isso sem falar na ausência de instrumentos econômicos e de incentivos tributários e creditícios para alavancar as atividades nesse segmento.

Para superar esses principais desafios e alguns outros menores que existem pelo caminho, faz-se necessário encarar o setor de resíduos sob algumas novas perspectivas, que passarão a nortear suas ações para atender à integralidade da lei. São elas:

- a) Otimização da utilização de recursos: os recursos naturais estão cada vez mais escassos e exigem medidas de conservação. Uma delas tem relação direta com os resíduos sólidos, nos quais podem ser encontrados e recuperados diversos elementos químicos, naturais e minerais, que podem ser utilizados em substituição à matéria virgem.
- b) Fonte de energia elétrica, térmica e gás: os resíduos sólidos possuem grande potencial de aproveitamento energético por meio de tecnologias já desenvolvidas e consolidadas em outras partes do mundo. Alguns exemplos são o tratamento térmico pela incineração, a digestão anaeróbia da fração orgânica dos resíduos sólidos e até o biogás produzido nos aterros sanitários pode ser captado, tratado e gerar, como os anteriormente mencionados, energia elétrica, térmica e gás.
- c) Logística reversa: inovação da PNRS determina que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos relacionados pela lei (que gerem considerável impacto ambiental) estabeleçam sistemas de coleta e retorno, de maneira independente dos serviços de limpeza urbana, para aproveitamento em um ciclo produtivo. A estruturação de um sistema específico para cada resíduo sólido estabelecido pela lei, não só desonera as municipalidades, como estimula a indústria a repensar o ciclo de vida de seus produtos para que incorporem o resíduo como matéria-prima.

Todo esse cenário deve ser encarado através de maneira ampla, pois os resultados pretendidos não serão alcançados com medidas pontuais. Algumas ações são emergenciais e devem pautar-se pela busca de avanços concretos e perenes, mesmo que atingíveis no médio e longo prazo.

Nesse momento, as ações primordiais resvalam obrigatoriamente em trazer o discurso para a prática, o que será atingido através da mudança de hábitos pessoais e de consumo, levando-se em consideração critérios de sustentabilidade em todas as suas vertentes: ambiental, econômico e social. No entanto as soluções não dependem unicamente de ações individuais, faz-se necessário respaldo institucional, da administração pública e do setor privado, para que uma gama surta os efeitos planejados.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2013**. São Paulo: ABRELPE, 2013. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em: 31 maio 2015.
- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 31 maio 2015.
- HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management**. 2012, World Bank, Washington, DC. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>>. Acesso em: 31 maio 2015.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

SILVA FILHO, Carlos RV; OTERO, Gabriela Gomes Prol. Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil: panorama, desafios e perspectivas. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil**. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Mai – 2017**.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos no Funcionamento do Sistema Econômico

The National Solid Waste Policy Law for the Economic System

Professor Doutor Eduardo Tomasevicius Filho

RESUMO

Nesse artigo, o autor analisou os conceitos de economia e de bens econômicos para demonstrar como o sistema econômico retira as matérias-primas do meio ambiente para a geração de produtos, que, após seu consumo, retornam ao mesmo meio ambiente sob a forma de poluição. Partindo-se das várias interfaces entre economia e direito, colocou-se que o Direito Ambiental regula o impacto das atividades econômicas no meio ambiente. Importante lei ambiental é a Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual dispõe, entre outros aspectos, sobre a logística reversa pós-consumo e a denominada “responsabilidade compartilhada”, que, no entender do autor, não é, por natureza, hipótese de responsabilidade solidária, mas que, pela sistemática do direito brasileiro, pode-se atribuir a ela tais efeitos, para fins de efetivação dos mecanismos de logística reversa.

Palavras-chaves: Economia. Direito Ambiental. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Responsabilidade compartilhada. Responsabilidade solidária.

ABSTRACT

In this paper the author analysed the concept of economy and economic goods to demonstrate how the economic system takes raw materials of the environment for the creation of products, which, after their consumption, return to the same environment in the form of pollution. It has been shown also that the economy has vast interfaces with the law, and environmental law is important to rule, ultimately, the impact of economic activities on the environment. One of these environmental laws is the Law nº 12305/2010, which established the National Solid Waste Policy Law, which provides, inter alia, the post-consumer reverse logistics and the so-called “shared liability,” which, in the author's view, it is not by nature hypothesis joint and several liability, but, in the systematic of the Brazilian law, one can assign it such effects, for purposes of effective reverse logistics mechanisms.

Keywords: Economics. Environmental Law. National Solid Waste Policy Law. Shared liability. Joint and several liability.

1 INTRODUÇÃO

A economia é um ramo do conhecimento cujo objeto é, em apertada síntese, a administração da escassez, porque as necessidades econômicas são infinitas e os recursos são

finitos. A satisfação das necessidades humanas por bens econômicos, entendidos como aqueles que são úteis e escassos, dá-se por meio do acesso aos recursos naturais. Da natureza extraem-se as matérias-primas, fabricam-se produtos, que são comercializados e consumidos. Quando perdem sua utilidade, deixando de ser bens econômicos, retornam ao meio ambiente de onde vieram sob a forma de poluição. Por sua vez, o Direito Ambiental é o ramo que faz essa interface entre o meio ambiente e o sistema econômico, tanto ao preconizar o uso sustentável dos recursos naturais, como também ao impedir que os produtos desse mesmo sistema econômico causem danos ao meio ambiente. Tradicionalmente, a preocupação do Direito Ambiental era com a prevenção de danos e recuperação de áreas degradadas. Nos últimos tempos, no Brasil, essa preocupação também se voltou à destinação do lixo, por meio da [Lei nº 12.305/2010](#), que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Assim, em vez de serem lançados esses resíduos sólidos em lixões, estabelece-se a obrigatoriedade da destinação correta, seja por meio de aterros sanitários, usinas de compostagem ou incineradores, como também o recolhimento por meio de mecanismos de logística reversa, por meio dos quais se recolhem produtos para reaproveitamento, reciclagem ou descarte com segurança.

Para que se efetivem os procedimentos de logística reversa, a [Lei nº 12.305/2010](#) estabeleceu a denominada “responsabilidade compartilhada” entre todos os elos da cadeia produtiva, incluindo-se o consumidor, os comerciantes, fabricantes e as empresas responsáveis pela coleta de lixo. Todavia, não há, até o presente momento, elementos para afirmar se a responsabilidade compartilhada é ou não uma espécie de responsabilidade solidária, uma vez que isso implica maior ou menor responsabilidade desses agentes na efetivação e concretização da redução da poluição por resíduos sólidos.

Os objetivos desse trabalho consistem, na primeira parte, na exposição sobre as relações entre economia e meio ambiente, como também as relações entre economia e Direito Ambiental, para a compreensão do problema dos resíduos sólidos. Na segunda parte, faz-se exposição acerca da [Lei nº 12.305/2010](#), especialmente no que concerne à responsabilidade compartilhada na efetivação dos mecanismos de logística reversa, a fim de que se pudesse analisar a natureza jurídica dessa responsabilidade em termos de solidariedade. Como referenciais teóricos, usaram-se pensadores clássicos, manuais de Economia e de Direito Ambiental, como também a legislação brasileira, especialmente, aquela relacionada ao Direito Ambiental.

2 ECONOMIA E MEIO AMBIENTE

Quando se pensa em Economia, há a tendência de relacioná-la com finanças, moeda, bancos, mercados, comércio, o que, de certo modo, não é de todo errado, uma vez que todos estes elementos são importantes para o seu funcionamento. Já os manuais introdutórios costumam apresentar uma definição inspirada na Escola Neoclássica^{III}, de que economia é a administração da escassez (PINHO; VASCONCELOS, 2003, p. 11).

^{III} O significado de “escola”, neste contexto, é o de corrente de pensamento, não o de instituição de ensino.

De acordo com o pensamento dessa Escola, as necessidades humanas são infinitas, mas os recursos são finitos. Por exemplo, mesmo a pessoa tendo roupas, sempre deseja ter outras; mesmo tendo um automóvel, deseja ter outro mais novo e moderno; mesmo tendo um telefone celular, desejará ter outro recém-lançado e assim por diante. No entanto, há sete bilhões de pessoas no planeta e não há recursos naturais suficientes para a satisfação de todos esses interesses, ainda que se decidisse afirmar que todo ser humano tem o direito de ver satisfeitas todas as suas vontades materiais sem qualquer distinção ou limitação. Assim, cabe à economia o estabelecimento do equilíbrio entre esses dois fatores: necessidades infinitas e escassez de recursos. Nem sempre se conseguirá atingir esse ponto de equilíbrio de gerar a maior quantidade de produtos e de serviços com os recursos disponíveis em cada sociedade (PINHO; VASCONCELOS, 2003, p. 10). Escolhas precisarão ser feitas, entre as quais “o que produzir”, “quanto produzir”, “como produzir” e “para quem produzir” (NUSDEO, 2001, p. 97). Ante esse conflito de interesses, será preciso recorrer ao Direito para que se defina o que será de cada um (“*suum cuique tribuere*”)^[2] quem terá ou não suas necessidades atendidas ou ainda quem as terá atendidas em maior ou menor quantidade.

[2] Os preceitos do Direito, segundo os romanos, são: viver honestamente, não lesar o próximo, dar a cada um o que é seu.

Para os economistas, a satisfação das necessidades dá-se por meio dos bens econômicos, que são coisas ou serviços destinados a essa finalidade. Porém, somente é considerado bem econômico aquilo que for útil e escasso. Afinal, o que não é útil, não satisfaz a uma necessidade humana e será descartado ou jogado fora. O que não é escasso, também não é bem econômico, porque a abundância não desperta o desejo de apropriação nem o de conservação, tampouco faz surgir conflitos entre as pessoas para ter acesso a eles. Vale ressaltar que as necessidades humanas são subjetivas e variáveis conforme o tempo e o lugar. Em um país considerado pobre, os recursos devem (ou deveriam) ser usados para a satisfação de necessidades básicas das pessoas, com alimentação, saúde, moradia e transporte; já em países considerados desenvolvidos, as necessidades serão outras, como as de buscar a realização de sonhos ou até mesmo da felicidade^[3]. Ou, ainda, o que cada família fará com mil reais adicionais mensais.

[3] A Declaração de Independência dos Estados Unidos diz que os governos existem para garantir a vida, a liberdade e a busca da felicidade (ESTADOS UNIDOS, 1776a). A Constituição dos Estados Unidos declara no preâmbulo que os Estados Unidos devem estabelecer a justiça, a tranquilidade doméstica, a defesa comum e promover o bem-estar geral e assegurar a liberdade (ESTADOS UNIDOS, 1776b).

Continuando com a análise do conceito de economia, esta palavra origina-se do grego “*oikos nomos*”, isto é, normas (“*nomos*”) da casa (“*oikos*”) (NUSDEO, 2001, p. 29). Nesse sentido, tem relações com o termo “ecologia” – em grego, estudo (“*logos*”) da casa (“*oikos*”). Economia consistia nas regras da casa, porque, no passado, havia basicamente duas esferas de atuação social. A primeira delas era a esfera pública, na qual todos participavam em situação de igualdade na discussão dos destinos da cidade (“*polis*”); por isso, essa esfera era a da política. A segunda era a esfera privada ou esfera doméstica. Na “casa” (“*domus*”, em latim) ou domicílio, as pessoas não eram tratadas igualmente. Estavam sob o domínio do chefe da família (ARENDRT, 1995, p. 33 e

41). Também nela é que se realizavam as atividades econômicas, porque a maior parte destas era voltada à própria subsistência por meio da agricultura e pecuária. Aristóteles (1955), na sua obra “A Política”, famosa por conter a frase “o homem é um animal político”, tratou da economia, a começar pelo conceito de “economia doméstica”, pois o Estado seria uma reunião de famílias. No início desse livro, ele afirmou o seguinte:

[...] Ora, servindo os nossos bens para a manutenção da família, a arte de adquiri-los também faz parte da economia: porque, sem os objetos de primeira necessidade, os homens não saberiam viver, e, o que é mais, viver felizes. Se todas as artes precisam de instrumentos próprios para o seu trabalho, a ciência da economia doméstica também deve ter os seus. [...] O operário, nas artes, é considerado um instrumento. Do mesmo modo a propriedade é um instrumento essencial à vida, a riqueza uma multiplicidade de instrumentos, e o escravo uma propriedade viva. [...] Com efeito, a que cousa pertencerá o emprego dos bens de uma casa, se não pertence à administração doméstica? (ARISTÓTELES, 1955, p. 17 e 24)

Essa ideia de economia como “normas da casa” chegou até os dias atuais, por meio da denominada “economia doméstica”, quando as “chefes da casa” administram as necessidades da família em termos de alimentação, serviços essenciais, vestuário, escola, planos de saúde, equipamentos eletrônicos e de informática dentro do orçamento doméstico.

Durante vários séculos, as necessidades humanas eram pequenas e os recursos naturais mais que suficientes para atendê-las, porque as sociedades eram pouco complexas. A população mundial era bem menor do que a dos dias atuais. Os horizontes de uma pessoa eram estreitos, a começar pelos riscos naturais a que estavam sujeitas, como as doenças e pestes, que reduziam as expectativas de vida delas. A escolarização era restrita a poucos e o próprio conhecimento do mundo era pequeno. Os utensílios eram simples, feitos de matérias-primas extraídas da própria natureza, como as pedras, madeiras, fibras, argila e minérios. Com isso, não havia por que desejar ter cada vez mais bens materiais para a satisfação pessoal.

Na Baixa Idade Média, as Cruzadas colocaram os europeus novamente em contato com os povos do Oriente, levando a economia a sair da imobilidade característica do feudalismo por meio da retomada do comércio por meio das cidades situadas na atual Itália, como Pisa, Gênova e Veneza (HUGON, 1995, p. 47), assim como pelo surgimento das corporações de ofício. Esse maior contato alargou a visão de mundo das pessoas e induziu ao aumento das necessidades pessoais. Por exemplo, a seda, o açúcar e temperos ou especiarias tornaram-se objetos de desejo. Na Idade Moderna, os Estados passaram a exercer políticas mercantilistas, tanto por meio de acúmulo de metais como também pelo intercâmbio comercial, por meio das Companhias de Comércio.

No século XVIII, ocorreram transformações políticas promovidas pela burguesia para suportar um novo mundo repleto de necessidades, inclusive a de que o Estado deixasse de interferir na economia. Foi nessa época que, na França, surgiu a máxima “*Laissez faire, laissez passer, le monde va de lui-même*” (“Deixai fazer, deixai passar, que as coisas andam por conta própria”), para que se reconhecesse a livre iniciativa, sem a necessidade de alvarás régios para a realização de qualquer atividade econômica. A “revolução industrial”, ao empregar a divisão do trabalho e o uso de máquinas nas antigas manufaturas e nos meios de transporte (HUBERMAN, 1986, p. 170), levou ao aumento exponencial da produção, mediante a retirada de quantidade cada vez maior de recursos. Adam Smith (1983), considerado o “pai da economia moderna”, escreveu em 1776 – ano da Independência dos Estados Unidos – a obra “A riqueza das nações”, na qual elogiava a divisão do trabalho como a maneira mais eficiente de aumentar a produção, ao descrever a produção de alfinetes, e também falava da “mão invisível” do mercado como força organizadora da economia, gerada a partir da busca da satisfação do interesse pessoal. Nesse sentido:

[...] Não é da benevolência do açougueiro, do cervejeiro ou do padeiro que esperamos nosso jantar, mas da consideração que eles têm pelo seu próprio interesse. Dirigimo-nos não à sua humanidade, mas à sua autoestima, e nunca lhes falamos das nossas próprias necessidades, mas das vantagens que advirão para eles. Ninguém, a não ser o mendigo, sujeita-se a depender, sobretudo da benevolência dos semelhantes. (SMITH, [1983], p. 41 a 45)

Ao longo do século XX e também no século XXI, estimulou-se ainda mais o consumo de produtos, mesmo quando deles não se precisava, justamente para que as economias dos países continuassem a manter-se em pleno funcionamento. Afinal, a queda do consumo por desnecessidade de novos produtos e serviços faz com que o comércio venda menos, lançando trabalhadores ao desemprego; do mesmo modo, menor consumo leva as indústrias a produzirem menos, necessitando de menos trabalhadores, lançando-os igualmente ao desemprego. Menos produtos sendo fabricados, menos recursos naturais serão necessários, levando outros trabalhadores ao desemprego. Somados todos esses fatores, diversos prestadores de serviços, como os transportadores, levarão menos produtos. Por fim, o Estado, que vive da arrecadação de tributos incidentes sobre a atividade econômica, terá menos recursos.

Como se sabe, os produtos comercializados vêm, em última análise, da natureza. Por exemplo, uma televisão moderna. Ela tem um gabinete de plástico, derivado do petróleo. Tem uma tela feita a partir de acrílico, também derivado do petróleo, e de minerais que compõem os emissores de luz; seus componentes eletrônicos são fabricados com silício, fósforo, ferro, cobre e estanho. O mesmo vale para os demais aparelhos eletrônicos, como os computadores e os telefones celulares. Os automóveis são fabricados com aço, produzido pela fusão entre ferro e carbono, e alumínio; seus vidros são fabricados a partir do silício e seus bancos são fabricados com fibras sintéticas, assim como os pneus são fabricados com borracha, carbono

e aço. Outros tantos produtos são feitos de plástico. As embalagens e sacolas também são feitas deste mesmo material.

Por outro lado, o grande número de pessoas vivendo em cidades, consumindo cada vez mais produtos pelo estímulo artificial ao aumento de necessidades por meio da publicidade e da propaganda, ensejando a superprodução de bens, levou à situação de iminente esgotamento dos recursos naturais. Na natureza lança-se tudo aquilo que é indesejado na forma de poluição, que consiste no descarte de materiais ou energias lançados inadequadamente no meio ambiente, bem como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente, prejudicam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, ou que criam condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetando desfavoravelmente os seres vivos de determinado local, ou que afetam as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente^[4].

[4] Cf. [artigo 3º, inciso III](#), alíneas ‘a’, ‘b’, ‘c’, ‘d’ e ‘e’, da [Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981](#).

No ar se lança a fumaça de fábricas, como também a dos automóveis, ônibus, caminhões, motos e aviões. Nos rios e represas se lançam esgotos, objetos e substâncias não solúveis em água ou tóxicas. Os resíduos orgânicos, misturados com tantos outros objetos, são colocados em sacolas plásticas e lançados em aterros, aguardando décadas ou séculos para serem decompostos. Fabrica-se quantidade enorme de embalagens plásticas, metálicas ou de vidro para acondicionamento de alimentos e de produtos de limpeza e de higiene pessoal, conforme o caso, que perdem seu uso logo após o consumo do que neles contêm. Existem ainda países que “exportam” (MILARÉ, 2014, p. 1219) lixo para países pobres da África, como também para o Brasil, tanto legal como ilegalmente^[5]. Destarte, o sistema econômico – que se baseia na extração de recursos naturais, na produção de bens e no consumo desses bens –, interfere no funcionamento do sistema ecológico, desequilibrando o clima, afetando a vida humana, como também a vida dos demais animais e dos vegetais (NUSDEO, 2001, p. 365).

[5] O [artigo 49, da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010](#), estabeleceu que: “É proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação”.

Embora seja certo que a preocupação com a preservação do meio ambiente já existe há muito tempo, foi somente na segunda metade do século XX que se passou a dar a devida importância a essa questão. O grande problema é que são dois objetivos praticamente irreconciliáveis: manter a economia em funcionamento, mediante a destruição do meio ambiente tanto na extração dos recursos naturais e no descarte dos produtos que deixaram de ser bens econômicos e, ao mesmo tempo, buscar a preservação desse mesmo meio ambiente, por meio da redução da atividade econômica. Como a economia não tem leis próprias destinadas a evitar sua autodestruição – daí serem comuns os ciclos de superprodução e de recessão, ou ciclos de prosperidade e de crise – o direito também será usado na solução dessa questão.

3 INTERFACES ENTRE ECONOMIA E DIREITO: O DIREITO AMBIENTAL

As atividades econômicas são relações sociais, pois as necessidades de uma pessoa somente poderão ser satisfeitas pelas demais e vice-versa. Para tanto, cabe ao direito conferir estrutura a essas relações econômicas, por meio da ordenação dos comportamentos humanos. Do ponto de vista funcional, a economia visa sempre à máxima eficiência e lucratividade, ainda que em prejuízo no atendimento das necessidades da maior parte das pessoas. Inexistindo regulação jurídica, somente terão suas necessidades satisfeitas aquelas pessoas que podem pagar para isso. Portanto, cabe ao direito, conforme visto acima, permitir que maior número de pessoas tenham suas necessidades satisfeitas por uma questão de justiça.

São diversos os ramos do Direito que guardam relações com a economia. O Direito Civil, por exemplo, destina-se à regulação do uso e fruição dos bens econômicos por meio do direito de propriedade e confere estrutura às transações econômicas por meio dos contratos. A disciplina das heranças também tem relevância econômica, porque regula a transmissão dos bens econômicos da pessoa falecida a seus herdeiros, assim como as regras sobre responsabilidade civil se destinam à recomposição dos bens econômicos lesados. Até mesmo o direito de família tem aspectos econômicos, como se observa nos regimes de bens entre os casais. Mais recentemente, os direitos da personalidade passaram a ter aspectos econômicos, ao se permitir a comercialização da privacidade e da imagem.

O Direito Empresarial também tem muitas relações com a economia, porque se destina à ordenação da atividade do empresário que, segundo o [artigo 966 do Código Civil](#), é aquele que “[...] exerce profissionalmente atividade econômica organizada para a produção ou a circulação dos bens ou de serviços”. Conseqüentemente, toda a disciplina das sociedades empresárias (sociedade limitada, sociedade por ações etc.), do estabelecimento empresarial, dos prepostos, da propriedade intelectual (marcas, patentes, *know-how*, desenhos industriais e indicações geográficas) e dos títulos de crédito (letra de câmbio, nota promissória, cheque, duplicata) se volta ao funcionamento da economia, porque é da atividade empresarial que se criam e circularão os bens econômicos. Ao lado do Direito Civil e do Direito Empresarial, o Direito do Consumidor regula a aquisição de produtos e serviços por destinatários finais, produzidos, montados, criados, construídos, transformados, importados, distribuídos ou comercializados por fornecedores, conforme disposto no [artigo 3º do Código de Defesa do Consumidor \(Lei nº 8.078/1990\)](#).

O Direito do Trabalho é igualmente imprescindível para o funcionamento da economia, ao reger a relação entre empregadores e empregados. Tanto que o [artigo 2º da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT \(Decreto-lei nº 5.452/1943\)](#) define “[...] empregador a empresa, individual ou coletiva, que, assumindo os riscos da atividade econômica, admite, assalaria e dirige a prestação pessoal de serviço” e o [artigo 3º da CLT](#), define empregado como “toda pessoa física que prestar serviços de natureza não eventual a empregador, sob a dependência deste e mediante salário”.

Logo, pelo trabalho de empregados e empregadores se produzem bens econômicos, como também pelos lucros e salários se adquirem tantos outros bens para a satisfação das necessidades pessoais. Por isso, a Constituição Federal, no artigo 170, caput, dispõe que: “a ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano [dos empregados] e na livre iniciativa [dos empresários], tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social [...]”.

Outros ramos do Direito, como o Direito Público, são importantes para a economia. Por meio do Direito Tributário, o Estado faz o seu custeio por meio da cobrança de impostos, taxas e de contribuições de melhoria. Em se tratando de impostos, estes são cobrados sobre a propriedade de bens econômicos (IPTU [Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana], IPVA [Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores], ITR [Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural]), sobre a fabricação de bens econômicos (IPI [Imposto sobre Produto Industrializado]) e sobre a circulação destes produtos (ITBI [Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis], ITCMD [Imposto sobre a Transmissão *Causa Mortis* ou Doação], ICMS [Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços], ISS [Imposto sobre Serviços], Impostos de Importação e de Exportação). O Direito Penal destina-se à proteção dos bens econômicos por meio da tipificação dos crimes de furto, roubo, apropriação indébita e estelionato. Inclusive existe o denominado “Direito Econômico”, que regula a atuação do Estado na economia (COMPARATO, 1965).

É preciso dar destaque especial ao Direito Ambiental, de desenvolvimento recente em comparação com os demais ramos do Direito. Em razão das consequências danosas causadas pela exploração econômica na natureza, o Direito Ambiental impõe limites a essas atividades e regula de que maneira retornarão os bens econômicos indesejados ao meio ambiente. A ideia não é a proibição das atividades econômicas, mas sim a harmonização entre estas e a preservação do meio ambiente, por meio do desenvolvimento sustentável, que é a imposição de limites à atividade humana para que o planeta possa suportar o impacto das atividades econômicas, sem que ocorra a proibição no acesso aos recursos naturais, buscando a satisfação das necessidades atuais e futuras dentro do atual desenvolvimento tecnológico e da organização social (NAÇÕES UNIDAS, 1987, p. 16-17).

De acordo com Paulo de Bessa Antunes (2014, p. 3):

A preocupação fundamental do Direito Ambiental é organizar a utilização social dos recursos ambientais, estabelecendo métodos, critérios, proibições e permissões, definindo o que pode e o que não pode ser apropriado economicamente (ambientalmente). Não satisfeito, vai além. Ele estabelece como a apropriação econômica (ambiental) pode ser feita. Logo, o Direito Ambiental se encontra no coração de toda atividade econômica, pois qualquer atividade econômica se faz sobre a base de uma infraestrutura que consome recursos naturais, notadamente sob a forma de energia.

O Direito Ambiental é imprescindível como meio de imposição de regras de equilíbrio entre a atividade econômica e a preservação do meio ambiente. Isto se dá por meio da tutela do meio ambiente natural, com regras de controle da poluição do ar, das águas, do solo, além das poluições radioativas, sonoras e visuais, além da proteção da fauna e da flora, como também do patrimônio histórico e da cidade, entendida como meio ambiente artificial.

Este ramo do Direito divide-se em dois âmbitos: o Internacional e o Nacional. Quanto a esse primeiro âmbito, os Estados perceberam que a poluição não conhece as fronteiras nacionais. Por exemplo, a fumaça nociva e poluidora produzida em um Estado pode interferir no território de outro Estado, ou que os dejetos lançados em um rio que corta o território de dois ou mais países pode interferir na qualidade da água de todos eles. Entre os diversos tratados internacionais sobre a matéria, o mais importante deles é a “Convenção sobre a Diversidade Biológica”, assinada no Rio de Janeiro, em 1992, a qual praticamente inaugurou a terceira geração de direitos fundamentais. No seu artigo 1º, estabeleceu como objetivos a “conservação da diversidade biológica”, a “utilização sustentável de seus componentes” e a “repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, mediante, inclusive, o acesso adequado aos recursos genéticos e a transferência adequada de tecnologias pertinentes”.

Outro tratado internacional importante é a “Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima”, de 1992 (promulgada pelo Decreto nº 2.652/1998), destinada à diminuição dos gases na atmosfera, acerca da qual há o “Protocolo de Quioto”, de 1997 (promulgada pelo Decreto nº 5.445/2005), que a complementa. No entanto, há grandes dificuldades de execução desta Convenção, porque, embora se tenha firmado o compromisso de redução de emissões de poluentes, houve, ao contrário, aumento em 50% das emissões, em comparação com a década de 1990, sobretudo pela recusa da assinatura desta convenção pelos Estados Unidos. O Brasil, voluntariamente, por meio do artigo 12 da Lei nº 12.187/2009, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima, comprometeu-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 36,1% a 38,9% até 2020.

Já no âmbito nacional, além de toda a atuação administrativa do Estado, tem-se a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Por meio dessa lei, propugna-se a preservação, a melhoria e a qualidade ambientais, ao mesmo tempo em que se assegura o desenvolvimento socioeconômico e a proteção da dignidade humana, com ações voltadas à preservação do equilíbrio ecológico e dos ecossistemas, a racionalização do uso do solo, do subsolo e do ar, o controle das atividades poluidoras e a recuperação de áreas degradadas, além do incentivo à educação ambiental e de pesquisas e processos voltados à redução da degradação ambiental.

Existem princípios fundamentais do Direito Ambiental declarados na Lei nº 6.938/1981. O primeiro deles é o princípio da precaução, segundo o qual se deve proceder a análises prévias das consequências danosas ao meio ambiente ainda desconhecidas, ou seja, quando há incerteza científica. Tal providência é importante, pois, em caso de dúvida, deve-se evitar a prática, isto é, *in dubio pro ambiente*.

O segundo princípio é o da prevenção, segundo o qual, em razão de que já se sabe previamente quais danos ambientais ocorrerão, que, então, as atividades de exploração econômica da natureza sejam realizadas com cuidado, sob supervisão do Estado, mediante a obtenção de licenças ambientais (ANTUNES, 2014, p. 48). Não se trata de buscar situações de risco-zero, mas, sim, o de gerar riscos ou perigos menores ou aceitáveis (ANTUNES, 2014, p. 31).

Tanto no caso de desconhecimento dos potenciais riscos ao meio ambiente, quanto nos casos em que os riscos são conhecidos, mas não mensurados, o [artigo 9º, inciso III, da Lei nº 6.938/1981](#) estabelece a avaliação de impactos ambientais como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, assim como compete ao Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, nos termos do [artigo 8º, inciso II](#), a determinação da realização de estudos de impacto ambiental antes da execução de projetos públicos ou privados (ANTUNES, 2014, p. 39).

O terceiro princípio, contido no [artigo 14, caput, e parágrafo 1º](#) é o princípio do “poluidor-pagador”^[6], segundo o qual todo aquele que concorrer para a degradação da qualidade ambiental, além de multa, perda de benefícios fiscais e de suspensão de atividades, fica obrigado, independentemente de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros. Em complementação a este, há o princípio do usuário-pagador, que consiste na ideia de que o preço dos bens econômicos deve contemplar os custos da exploração ambiental, inclusive em termos de obtenção de licenças e do uso de tecnologias melhores (MILARÉ, 2014, p. 271).

[6] Nos dias atuais também se fala do princípio do “protetor-recebedor”, segundo o qual aquele que conserva ou até deixa de explorar recursos naturais, será indenizado por essa prática (MILARÉ, 2014, p. 272-273).

Vale destacar o disposto no [artigo 4º, inciso VII, da Lei nº 6.938/1981](#), segundo o qual a Política Nacional do Meio Ambiente visará:

VII – à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

A defesa do meio ambiente ficou a cargo não apenas da Administração Pública, mas, sobretudo, do Ministério Público. Para tanto, promulgou-se a [Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985](#), que disciplina a Ação Civil Pública para a imputação de responsabilidade por danos morais e patrimoniais causados, entre outros, ao meio ambiente.

Em 1988, na [Constituição Federal](#), no artigo 225, declarou-se que:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Além disso, reforçou-se, no parágrafo 1º, inciso IV, a obrigatoriedade de estudo prévio de impacto ambiental para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente. O parágrafo 2º, deste mesmo artigo 225, dispõe que todo “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei” e o parágrafo 3º dispõe que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”. Dez anos depois, em 1998, a Lei nº 9.605 tipificou como crimes diversas condutas lesivas ao meio ambiente, destinadas, sobretudo, à proteção da fauna e da flora, além de punir aqueles que causam danos ambientais por meio de atividades poluidoras sem licença dos órgãos ambientais competentes ou contrariando normas legais e regulamentares pertinentes.

4 A LEI SOBRE A POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A questão da destinação final de bens econômicos sob a forma de lixo ou resíduos sólidos é socialmente preocupante, porque, a partir do momento em que são descartados, convertem-se em poluição. Se, por um lado, diversos objetos são lançados fora justamente pela perda de sua utilidade para seu proprietário, jogando-se fora o que lhe incomoda, por outro lado, todos esses objetos não desaparecem: apenas retornam ao meio de onde vieram. Em outras palavras, o descarte dos objetos no lixo não resolve o problema: apenas o transfere para outro lugar. Como explicou Luis Paulo Sirvinskas (2009, p. 308):

[...] a disposição inadequada dos resíduos sólidos (lixo doméstico, industrial, hospitalar e nuclear) poderá causar danos ao solo, ao subsolo, ao ar atmosférico, às águas subterrâneas e superficiais, à flora, à fauna e à saúde humana. Poderá ainda causar incômodo ao sossego alheio pelo mau cheiro exalado do local. O mau uso de agrotóxicos e de rejeitos perigosos pode também contaminar o solo e os cursos de águas ribeirinhas.

Os resíduos sólidos podem receber diversos tratamentos. O mais arcaico deles é o lixão, que deixa esses resíduos expostos *in natura* no ambiente, ou ainda o descarte nos rios e mares. Há o aterro sanitário, que, embora mais adequado que o lixão, é potencialmente nocivo ao meio ambiente pela contaminação do solo ou das águas subterrâneas. As melhores práticas consistem no tratamento do lixo em usinas de compostagem, usinas de reciclagem e a incineração, desde que esta última não seja feita a céu aberto (MILARÉ, 2014, p. 1181-1182).

Por causa da pequena quantidade de objetos necessários à satisfação das necessidades humanas até o século XX, a legislação nunca regulou o destino desses objetos após o seu descarte sob a forma de lixo, concentrando-se apenas nas fases de produção, distribuição e consumo. A propósito, o ato de jogar fora um objeto é previsto como hipótese de perda da propriedade e,

consequentemente, a exoneração de qualquer responsabilidade por fato da coisa (LEMOS, 2011, p. 84-85). Porém, de acordo com Patricia Faga Iglecias Lemos (2011, p. 96), no século XXI, o direito não pode mais dar o mesmo tratamento para as coisas abandonadas (“*res derelictae*”) que os romanos davam na Antiguidade, cujas regras chegaram aos dias atuais pelo Código Civil. Na opinião dela, resíduos sólidos devem ser qualificados como bens socioambientais, que, “devido sua importância para as presentes e futuras gerações, acabam por gerar responsabilidade do proprietário ou do possuidor” (LEMOS, 2011, p. 86).

Para disciplinar esse problema da destinação final dos resíduos sólidos em nível federal, promulgou-se a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos^[7].

[7] Não se trata de normatização inédita, pois vários Estados brasileiros, entre os quais: Rio Grande do Sul, Paraná, Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo já tinham suas leis estaduais sobre resíduos sólidos (LEMOS; MENDES, 2013, p. 47).

Trata-se de lei importante, porque tanto a Constituição Federal, como a Lei nº 6.938/1981 e a Lei nº 9.605/1988 concentram-se nos danos causados pela poluição e degradação ambiental provocada pela exploração incorreta dos recursos naturais, enquanto esta Lei de 2010 destina-se ao estabelecimento do ponto de equilíbrio entre o funcionamento da economia e a destinação dos resíduos indesejados pela própria economia sob a forma do lixo.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos visa à regulação do “ciclo de vida dos produtos”, desde a retirada das matérias-primas da natureza para sua transformação em bens econômicos, passando pelo seu uso ou consumo, seu eventual reaproveitamento, até a sua destinação final, quando são lançados para fora do sistema econômico sob a forma de resíduos sólidos no meio ambiente. Dessa forma, mesmo que o produto não seja mais considerado bem econômico, seu ciclo somente se encerra quando for encaminhado para aterros sanitários ou usinas de tratamento (MILARÉ, 2014, p. 1220). Considerando que os recursos naturais são limitados, assim como os espaços para o recebimento desses resíduos são escassos e altamente danosos ao meio ambiente, o artigo 9º estabelece uma regra sobre esse ciclo de vida dos produtos:

Art. 9º. Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A Lei nº 12.305/2010 impôs critérios acerca de questões fundamentais da economia, tais como “o que produzir”, “quanto produzir” e “como produzir”, que, em última análise, dão concretude aos princípios do desenvolvimento sustentável, do poluidor-pagador e do usuário-pagador. Assim, não se devem gerar desnecessariamente novos bens econômicos; quando necessários, que sejam produzidos na medida necessária à satisfação das necessidades humanas; sempre que possível, devem ser reutilizados ou reciclados, conforme o caso, para economia de recursos naturais. Em outras palavras, aplica-se a regra do “3R: reduzir, reutilizar, reciclar”. Caso

não seja mais possível seu uso, que recebam tratamento adequado, destinado a minorar os efeitos poluidores e posteriormente descartado de forma adequada no meio ambiente. Preconiza-se a revalorização de bens não econômicos, de modo a transformá-los novamente em bens econômicos, ampliando suas possibilidades de uso, fazendo com que continuem sendo usados como novos tipos de bens, adiando ao máximo o seu descarte na natureza.

Para que continuem sendo considerados bens econômicos, a [Lei nº 12.305/2010](#) elencou diversos instrumentos de reaproveitamento dos resíduos sólidos, mas se destacam três: a coleta seletiva, o incentivo à criação de cooperativas ou de catadores de materiais reutilizáveis ou recicláveis, e a denominada “logística reversa” (art. 8º, incs. III e IV).

Pela coleta seletiva, os usuários concorrem para a destinação correta dos resíduos sólidos, separando aqueles que não têm como ser reaproveitados entre aqueles que podem ser reutilizados na produção de novos bens econômicos. Os catadores, individualmente ou em cooperativa, têm importância nessa área, pois, ao buscarem a sobrevivência pessoal pelo recolhimento desses materiais, colaboram decisivamente nesse processo de revalorização dos produtos aparentemente sem utilidade econômica.

Já a logística é o conjunto de processos e dos canais voltados à distribuição dos produtos dos fabricantes aos seus consumidores espalhados em vasta área geográfica da maneira mais eficiente possível. Por seu intermédio, procura-se:

[...] diminuir o hiato entre a produção e a demanda, de modo que os consumidores tenham bens e serviços quando e onde quiserem, e na condição física que desejarem. (BALLOU, 1995, p. 17)

Do ponto de vista econômico, a logística é fundamental para a realização das atividades industriais e comerciais em termos de produção e de circulação de bens econômicos. No entanto, para o Direito Ambiental, interessa mais a logística reversa, por sua vez, que nos termos do artigo 3º, inciso XII, consiste no “conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”. Os produtos abandonados por seus donos são reencaminhados a seus fabricantes para que possam ser reutilizados na mesma cadeia produtiva, ou em mercados secundários, ou que sejam adequadamente descartados. Os bens econômicos descartados, retornados por meio dos sistemas de logística reversa, podem ser desmanchados, para que parte de seus componentes ou peças possam ser remanufaturados ou reciclados, ao servirem de matérias-primas em outras cadeias produtivas. Somente o que não for reaproveitável, deve ser encaminhado para destinação final segura em aterros ou em incineradores (LEITE, 2003, p. 6-7).

A [Lei nº 12.305/2010](#) definiu, na verdade, a denominada “logística reversa de pós-consumo”, que consiste nos processos de destinação de bens descartados pela sociedade para que retornem aos seus fabricantes por meio de canais de distribuição (LEITE, 2003, p. 18). Isto porque existem outros sistemas de logística reversa igualmente importantes, tais como o retorno de

produtos equivocadamente enviados, trocas de produtos defeituosos, e os que não são considerados resíduos sólidos.

Há um aspecto jurídico relacionado à gestão dos resíduos sólidos: trata-se da denominada “responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos”, segundo a qual, nos termos do artigo 3º, inciso XVII, consiste no “conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei”.

A responsabilidade compartilhada desdobra-se em quatro aspectos: as características dos produtos, as características das embalagens, a implantação dos sistemas de coleta seletiva e de logística reversa, e a disposição final de resíduos sólidos em usinas de compostagem ou pela destinação final ambientalmente adequada. Pelo artigo 31 da [Lei nº 12.305/2010](#), devem-se realizar investimentos para que os produtos colocados no mercado sejam aptos à reutilização ou reciclagem, ou que gerem menor quantidade de resíduos sólidos, bem como sejam prestadas informações sobre a forma de evitar, reciclar e eliminar resíduos sólidos, assim como se faça a execução da logística reversa dos produtos e seus resíduos. Já pelo artigo 32 impõe-se, entre outras coisas, que as embalagens sejam aptas à reutilização ou reciclagem. Por fim, o artigo 33 estabelece que todos os elementos da cadeia produtiva devem implantar o sistema de logística reversa, independente do serviço público de limpeza urbana, para fins de recolhimento dos seguintes produtos: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens ou outros produtos perigosos e embalagens; pilhas e baterias; pneus, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

No caso dos consumidores, estes são obrigados a concorrer para os processos de logística reversa, nos termos do artigo 35, quando houver sistema de coleta seletiva de lixo pela implantação de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. Cabe-lhes “acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados” (art. 35, inc. I) e “disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução” (art. 35, inc. II). Ademais, pelo artigo 33, § 4º, também se estabelece a obrigação dos consumidores de entregarem para recolhimento os produtos descritos no artigo 33. Todavia, de acordo com o artigo 28, “o gerador de resíduos sólidos domiciliares tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta ou, nos casos abrangidos pelo artigo 33, com a devolução”.

Quanto aos titulares dos serviços de limpeza pública, o artigo 36 estabelece que, no exercício dessa atividade, devem ser implantados procedimentos para proporcionar o reaproveitamento de resíduos sólidos reutilizáveis ou recicláveis, viabilizando o retorno dos resíduos sólidos ao ciclo produtivo, como também estabelecer sistema de coleta seletiva de lixo, implantar sistemas de compostagem de resíduos sólidos orgânicos e dar a destinação final adequada a todos os rejeitos sólidos por eles coletados.

Dessa maneira, a [Lei nº 12.305/2010](#) contribui para o equilíbrio do sistema econômico, ao impor o reaproveitamento dos produtos nos mesmos processos produtivos ou em outros mercados, bem como, na impossibilidade de reaproveitamento, que sejam adequadamente descartados na natureza, evitando, assim, maiores danos e prejuízos não apenas ao meio ambiente, mas também para o próprio sistema econômico.

5 RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA É RESPONSABILIDADE SOLIDÁRIA?

Em termos de logística reversa, existem diversos bens que são interessantes do ponto de vista econômico em termos de reaproveitamento. O caso mais notável é o da reciclagem de metais, sobretudo o ferro e o alumínio, porque o preço pago por esses produtos é atraente para justificar seu recolhimento e reaproveitamento, criando-se, substancialmente, um setor econômico autônomo. Porém, há outros produtos cujo reaproveitamento não é interessante do ponto de vista econômico, seja pelos elevados custos para a manutenção dos sistemas de logística reversa de bens de pós-consumo, como também pelos elevados custos para efetivar seu reaproveitamento, ou até mesmo pela impossibilidade de reaproveitá-los em grande parte (LEITE, 2003, p. 200).

Mas se tudo aquilo que não tem valor econômico é descartado do sistema sob a forma de poluição causada por resíduos sólidos, cabe ao Direito impor o seu reaproveitamento coercitivo por meio da responsabilização de todos os elementos que compõem a cadeia produtiva, desde o consumidor até o fabricante, importador, distribuidor e comerciante. Por essa razão, para fins de efetivação dos mecanismos de logística reversa, importa analisar se a responsabilidade compartilhada é hipótese de responsabilidade solidária. Isso porque a solidariedade jurídica, em termos de teoria geral das obrigações, consiste no estabelecimento de mais de uma pessoa como legitimada para o recebimento de um direito, total ou parcialmente, como também no estabelecimento de mais de uma pessoa como legitimada para ser demandada ao cumprimento de um dever jurídico, total ou parcialmente. Inclusive, permite-se que se exija o cumprimento total do dever de um devedor ou de todos os devedores, cabendo, posteriormente, entre eles, acertarem-se entre si sobre quem eventualmente pagou a quota-parte do outro. A finalidade da solidariedade é, sobretudo, a ampliação do número de pessoas de quem se pode exigir o cumprimento de uma obrigação. Em se tratando de Direito Ambiental, a existência de responsabilidade solidária permite ao Ministério Público ingressar com Ação Civil Pública contra todos os membros da cadeia produtiva ou apenas em face de qualquer um deles, para que respondam não apenas por sua obrigação, mas também pelo descumprimento de outras obrigações dos demais membros dessa cadeia, evitando que um deles não faça nada, esperando que o outro o faça. Logo, não se trata de questão de menor importância. Preliminarmente, deve-se ressaltar que, nos termos do artigo 265 do [Código Civil](#) brasileiro, a solidariedade não se presume; resulta da lei ou da vontade das partes.

A primeira possibilidade de interpretação é a de que a responsabilidade compartilhada é espécie de responsabilidade solidária, por força do disposto nos artigos 31 e 33 da [Lei nº 12.305/2010](#), ao estabelecer que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes

respondem pela colocação de produtos que não sejam aptos, após o uso pelo consumidor, a reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação adequada, e que são responsáveis pelo recolhimento dos produtos listados nos incisos do artigo 33, remanescentes após o uso e destinação final, por meio dos sistemas de logística reversa. Entendendo-se que a violação do disposto nos artigos 31 e 33 da Lei é ato ilícito, poder-se-ia aplicar o disposto no artigo 942 do Código Civil, segundo o qual:

Art. 942. Os bens do responsável pela ofensa ou violação do direito de outrem ficam sujeitos à reparação do dano causado; e, se a ofensa tiver mais de um autor, todos responderão solidariamente pela reparação.

A vantagem da responsabilidade solidária é que, por exemplo, se o comerciante responder juridicamente pelo desinteresse do fabricante na pesquisa e desenvolvimento de produtos “ecoefficientes”, este muito provavelmente pressionará o seu fornecedor a adotar práticas ecologicamente sustentáveis na fabricação destes produtos para que se cumpra a lei.

Por exemplo, quanto aos titulares dos serviços de limpeza pública, sendo solidária essa responsabilidade compartilhada, servirá de forte estímulo para que estas pressionem os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a fim de que implantem os sistemas de logística reversa quanto aos produtos listados no artigo 33 da Lei nº 12.305/2010, com o intuito de que menor quantidade destes seja misturada ao lixo comum, assim como para que recebam esses produtos eventualmente recolhidos por meio dos sistemas de coleta seletiva.

Por outro lado, a responsabilidade compartilhada também pode ser entendida como não sendo hipótese de responsabilidade solidária, pois o artigo 30 da Lei nº 12.305/2010 declara expressamente que aquela deve ser “implementada de forma individualizada e encadeada”. Ademais, como não consta o termo “solidariamente”, não se pode falar de responsabilidade solidária e aplica-se o disposto no artigo 285 do Código Civil, segundo o qual a solidariedade não se presume: decorre da lei ou da vontade das partes. Caberia a cada um dos elementos da cadeia produtiva fazer a sua parte, respondendo juridicamente dentro de sua esfera de atuação. Ou seja, o comerciante não responde pelo fato de o fabricante do produto não ter adotado em seus processos materiais que gerem menor impacto ambiental, nem o fabricante responde pelo comerciante não ter providenciado locais em seu estabelecimento para coleta de produtos de recolhimento obrigatório.

Edis Milaré, ao tratar da exoneração de responsabilidade do consumidor nesse processo, afirmou que o artigo 28 da Lei nº 12.305/2010 seria um retrocesso, ou uma “verdadeira revolução no sistema da responsabilidade objetiva em matéria ambiental”, porque se teria adotado a teoria do risco criado do Código Civil de 2002, em vez da teoria do risco integral, preconizada pelos ambientalistas, ao permitir que o consumidor seja eximido de responsabilidade em caso de danos ao meio ambiente ao ter cumprido com sua obrigação de entregar os resíduos domiciliares para recolhimento. O próprio autor parece ter apenas suscitado a tese de que o consumidor possa ser responsabilizado por danos ambientais independentemente de culpa, inclusive quando tenha

cumprido rigorosamente a sua obrigação de disponibilização adequada ou de devolução, ao ter mencionado que “trata-se, a bem ver, de assunto que ensejará muitos debates e acuradas reflexões sobre o seu verdadeiro alcance” (MILARÉ, 2014, p. 1216).

De fato, a responsabilidade compartilhada não tem a natureza jurídica de responsabilidade solidária, sendo instituto jurídico autônomo, porque, como visto, é possível interpretá-la das duas maneiras, tanto no sentido de atribuir-se solidariedade, quanto no sentido de não se atribuir esse efeito jurídico. Consequentemente, o legislador pode ou não imputar solidariedade. Em nossa opinião, é possível, em tese, estabelecer a solidariedade somente se restar comprovado que a inexistência de mecanismos de logística reversa pós-consumo causará dano futuro ao meio ambiente, por já se conhecer, pela experiência, as consequências desse fato. Na opinião de Patricia Faga Iglecias Lemos (2011, p. 205):

[...] No caso de resíduos gerados após o consumo, a possibilidade de uma responsabilidade preventiva, que prescindia do dano imediatamente comprovado, assume ainda mais importância quando se levam em consideração as duas características bastante comuns nos danos pós-consumo: caracterização após o transcurso de um longo período e manifestação em locais distantes daqueles em que estão instaladas as atividades produtoras.

Teria sido melhor, em nossa opinião, que se estipulasse expressamente a solidariedade para fins de responsabilidade compartilhada, tal como se fez por meio do artigo 1º da Lei do Estado de São Paulo nº 13.576, de 6 de julho de 2009, que institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final do lixo tecnológico e do artigo 7º da Lei do Estado do Espírito Santo nº 9.941, de 29 de novembro de 2012, que dispõe sobre normas e procedimentos para a coleta seletiva, o gerenciamento e a destinação final do “lixo tecnológico” no Estado e dá outras providências:

[Lei nº 13.576/2009-SP] – Artigo 1º. Os produtos e os componentes eletroeletrônicos considerados lixo tecnológico devem receber destinação final adequada que não provoque danos ou impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade.

Parágrafo único – A responsabilidade pela destinação final é solidária entre as empresas que produzam, comercializem ou importem produtos e componentes eletroeletrônicos.

* * *

[Lei nº 9.941/2012-ES] – Art. 7º. A destinação final do lixo tecnológico é de responsabilidade solidária entre as empresas que comercializam e as fabricantes que fornecem os produtos para comercialização no Estado.

Parágrafo único. Nos casos de produtos importados, a responsabilidade solidária será atribuída entre a empresa que comercializa e a empresa importadora.

Ou, ainda, à semelhança do que acontece no caso inverso, isto é, nas relações de consumo, nas quais os artigos 12 e 7º, parágrafo único, do Código de Defesa do Consumidor imputam responsabilidade mais grave para todos os membros da cadeia produtiva em se tratando de logística direta, voltada à destinação do produto ao consumidor:

[CDC – Lei nº 8.078/1990] – Art. 12. O fabricante, o produtor, o construtor, nacional ou estrangeiro, e o importador respondem, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos”.

[CDC – Lei nº 8.078/1990] – Art. 7º. [...] Parágrafo único. Tendo mais de um autor a ofensa, todos responderão solidariamente pela reparação dos danos previstos nas normas de consumo.

Logo, se o Código de Defesa do Consumidor estabelece a responsabilidade solidária entre todos os elementos da cadeia produtiva para fins de pagamento de indenização aos danos causados por produtos e serviços colocados no mercado, por ser ato ilícito, poderia se seguir o mesmo regime jurídico para com a responsabilidade pela logística reversa dos resíduos sólidos.

Por fim, quanto à responsabilidade dos consumidores, embora seja juridicamente possível, esta só será realmente eficaz por meio da educação ambiental, aliás, preconizada na Lei nº 6.938/1981 e na Constituição Federal, visando à conscientização da população sobre os danos ambientais que podem ser causados pela destinação incorreta dos resíduos sólidos, tornando de conhecimento público que o descarte de resíduos sólidos enseja a renúncia à propriedade em termos de Direito Civil, mas não o exime da responsabilidade por tornar-se ex-proprietário em termos de Direito Ambiental. Como explicou Leonardo Pires Merino (2011), é preciso considerar a coleta seletiva como um valor socioambiental e, para isso, a educação ambiental é imprescindível para a construção desse valor. No entanto, como adverte esse mesmo autor, esta não deve ser apenas a realização de uma atividade esporádica dentro do ambiente escolar, pois:

[...] só é possível falar em educação ambiental quando, entre as várias finalidades do programa educativo, visar-se à melhoria e à preservação (ou recuperação) do ambiente, por meio de atitudes concretas que conduzam à mudança de posturas e mentalidade. (MERINO, 2014, p. 85)

6 CONCLUSÕES

Como visto, pelo fato de as necessidades humanas serem infinitas e os recursos naturais serem finitos, a economia promove esse equilíbrio entre satisfações humanas e escassez. Em última análise, os bens econômicos, que atenderão a essas necessidades, provêm do meio ambiente, do qual se retiram as matérias-primas para sua fabricação. Esses bens serão usados e, quando perdem sua utilidade, tornando-se desnecessários, retornam ao mesmo meio ambiente sob a forma de poluição, que causa danos não apenas aos seres humanos, mas a vida como um todo. Para isso, é preciso estabelecer equilíbrio entre o uso de matérias-primas da natureza e a destinação final dos bens econômicos na natureza.

Do ponto de vista jurídico do Direito Ambiental, que tem na Lei que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), um instrumento importante na disciplina desse processo, regulando, ademais, o funcionamento do próprio sistema econômico. Um dos aspectos importantes dessa Lei é a regulação dos mecanismos de destinação final dos produtos pós-consumo, por meio da coleta seletiva, das cooperativas de catadores e da logística reversa. Ademais, entre todos os elementos da cadeia produtiva, incluindo os consumidores, estabeleceu-se a responsabilidade compartilhada, para que todos sejam obrigados a concorrer para a destinação correta dos resíduos sólidos. No entanto, a responsabilidade compartilhada não é, por natureza, hipótese de responsabilidade solidária, mas a ela se pode atribuir esses efeitos jurídicos, ao interpretar-se que a destinação incorreta dos resíduos sólidos é ato ilícito causado por dano ambiental futuro e todos aqueles que concorrem para o fato são solidariamente responsáveis, nos termos do artigo 942 do Código Civil. A vantagem da solidariedade nessa matéria está no fato de estimular-se com mais eficiência a adoção de práticas que visam à produção de produtos “eficientes”, que consumam a menor quantidade de matérias-primas, como também as de pressionar a adoção de canais de logística reversa de pós-consumo, já que, para diversos produtos, os custos de manutenção desse sistema são elevados ou a possibilidade de reaproveitamento desses resíduos sólidos é pequena e economicamente desinteressante.

De qualquer modo, somente pela coerção, promovida pelo direito, se avançaria na adoção desses mecanismos em prol da proteção do meio ambiente. Já em relação aos consumidores, devido à impossibilidade de identificação do causador do dano para fins de imputação de responsabilidade, a solução mais eficiente está na promoção da educação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- ARENDT, Hannah. **A condição humana**. Tradução de Roberto Raposo. Posfácio de Celso Lafer. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995.
- ARISTÓTELES. **A política**. Tradução de Nestor Silveira Chaves. 4. ed. São Paulo: Atena, 1955.
- BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Tradução de Hugo T. Y. Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 1995.

- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Convenção sobre a Diversidade Biológica**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/arquivos/cdbport_72.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Decreto nº 2.519**, de 16 de março de 1998. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2519.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Decreto nº 2.652**, de 1º de julho de 1998. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2652.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Decreto nº 5.445**, de 12 de maio de 2005. Promulga o Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, aberto a assinaturas na cidade de Quioto, Japão, em 11 de dezembro de 1997, por ocasião da Terceira Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2005/Decreto/D5445.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Decreto-lei nº 5.452**, de 1º de maio de 1943. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 7.347**, de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7347orig.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 8.078**, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 10.406**, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 12.187**, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.

- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- COMPARATO, Fabio Konder. O Indispensável Direito Econômico. **Revista dos Tribunais**, São Paulo, ano 54, n. 353, p. 14-26. mar. 1965.
- ESPÍRITO SANTO [Estado do]. **Lei nº 9.941**, de 29 de novembro de 2012. Dispõe sobre normas e procedimentos para a coleta seletiva, o gerenciamento e a destinação final do “lixo tecnológico” no Estado e dá outras providências. Disponível em: <http://www.al.es.gov.br/antigo_portal_ales/images/leis/html/LO9941.html>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- ESTADOS UNIDOS. **Declaration of Independence**. 1776a. Disponível em: <http://www.archives.gov/exhibits/charters/declaration_transcript.html>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- ESTADOS UNIDOS. **The Constitution of the United States**. 1776b. Disponível em: <<https://www.usconstitution.net/const.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- HUBERMAN, Leo. **História da riqueza do homem**. Tradução de Waltensir Dutra. 21. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986.
- HUGON, Paul. **História das Doutrinas Econômicas**. 14. ed. São Paulo, Atlas, 1995.
- LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice-Hall, 2003.
- LEMOS, Patricia Faga Iglecias. **Resíduos sólidos e responsabilidade civil pós-consumo**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011.
- LEMOS, Patricia Faga Iglecias; MENDES, João Múcio Amado. Resíduos eletroeletrônicos e seu panorama jurídico no Brasil: desafios regulatórios e oportunidades de implementação de sistemas de logística reversa. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 18, n. 72, p. 39-66, out./dez. 2013.
- MERINO, Leonardo Pires. A coleta seletiva e a reciclagem como estímulo à educação ambiental para a construção de um valor socioambiental. **Revista de Direitos Difusos**, São Paulo, v. 54, p. 97-116, jun. 2011.
- MERINO, Leonardo Pires. A coleta seletiva e a reciclagem como estímulo à educação ambiental para a construção de um valor socioambiental. **Jus Humanum – Revista Eletrônica de Ciências Jurídicas e Sociais da Universidade Cruzeiro do Sul**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 78-95, jan./jun. 2014. Disponível em: <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/jus_humanum/article/viewFile/887/703>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. 9. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014.
- NAÇÕES UNIDAS. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2652.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- NAÇÕES UNIDAS. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2519.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.

NAÇÕES UNIDAS. **Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Aberto a assinaturas na cidade de Quioto, Japão, em 11 de dezembro de 1997, por ocasião da Terceira Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5445.htm>.

Acesso em: 30 abr. 2015.

NAÇÕES UNIDAS. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

NUSDEO, Fabio. **Curso de Economia: introdução ao Direito Econômico**. 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001.

PINHO, Diva Benevides; VASCONCELLOS, Marco Antonio Sandoval de (Orgs.). **Manual de Economia – Equipe de professores da FEA/USP**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

SÃO PAULO [Estado de]. **Lei nº 13.576**, de 6 de julho de 2009. Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final do lixo tecnológico. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13576-06.07.2009.html>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de Direito Ambiental**. 7. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2009.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas**. Introdução de Edwin Cannas. Apresentação de Winston Fritsch. Tradução de Luiz João Baraúna. São Paulo: Abril Cultural, 1983 (Os Economistas).

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

TOMASEVICIUS FILHO, Eduardo. A Política Nacional dos Resíduos Sólidos no Funcionamento do Sistema Econômico. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil**. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246I>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Mai – 2017**.

Os Desafios da Educação Ambiental Formal em Matéria de Tratamento de Resíduos Sólidos no Brasil

*The Challenges for a Formal Environmental Education
about Solid Waste Treatment in Brazil*

Pedagoga Christine Pereira-Glodek

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Professor Doutor Eduardo Tomasevicius Filho

RESUMO

A educação ambiental é reconhecida como fundamental para a efetivação da proteção do meio ambiente. Essa preocupação está registrada em diversos documentos de organizações internacionais, conferências e tratados internacionais. Por já ser de longa data, o próprio conceito de educação ambiental transformou-se com o passar dos anos, de uma educação tradicional, focada na relação entre ser humano e natureza para uma educação pluralista, que também leva em conta os aspectos sociais. A legislação brasileira é sensível com o tema e desde 1981 estabelece a obrigatoriedade da educação ambiental, inclusive por lei específica de 1999 e a Lei nº 12.305/2010, sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. As diretrizes curriculares nacionais também tratam da educação ambiental. Todavia, em razão da dificuldade de modificação dos comportamentos acerca do tema, investigou-se quais poderiam ser as causas do problema. Para isso, levantou-se a documentação internacional, a legislação nacional, as diretrizes curriculares nacionais e experiências de educação ambiental registradas na Revista Nacional de Educação Ambiental, entre outras. Chegou-se à conclusão de que ainda existem fortes componentes culturais voltados ao consumo e, embora os professores estejam conscientes acerca de questões ambientais, há a dificuldade de realização de atividades voltadas à tomada de ações, provocadas por formação deficiente em termos de metodologia do ensino, como também a omissão do Estado, pois não há coleta seletiva de lixo em muitos municípios brasileiros.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Legislação ambiental brasileira. Resíduos Sólidos. Diretrizes Curriculares Nacionais.

ABSTRACT

Environmental education is recognized as critical to the realization of environmental protection. This concern is recorded in many documents of international organizations, international conferences and treaties. Since a long time, the concept of environmental education has become from a traditional education, focused on the relationship between human beings and nature to a pluralist education, which also takes into account social aspects. Brazilian law is aware to this

subject and since 1981 establishes the obligation of environmental education, in special by a specific law of 1999 and the [Law nº 12305/2010](#), about the National Policy on Solid Waste. National curriculum guidelines also address the environmental education. However, due to difficulty for a change of behaviors on the subject, it was investigated the causes about these facts. The methodology consisted in the analysis of international documentation, national legislation, national curricula guidelines and environmental education experiences recorded in the *Revista Nacional de Educação Ambiental*, among others. The conclusion of this study is that there are strong cultural components aimed at the consumer; although teachers are aware about environmental issues, it is difficulty to carrying out activities aimed at taking actions, caused by poor training in terms of teaching methodology as well as the State's failure because there is no waste collection in many cities.

Keywords: Environmental education. Brazilian environmental legislation. Solid Waste. National Curricula Guidelines.

1 INTRODUÇÃO

Desde as primeiras conferências internacionais sobre meio ambiente, a educação ambiental é recomendada para a efetivação das medidas destinadas à sua proteção assim como o uso sustentável dos recursos naturais. Em vista disso, o tema da educação ambiental é objeto de regulamentação pelo direito internacional, como também pela legislação brasileira, que conta com lei específica desde 1999. No que concerne à gestão de resíduos sólidos, a educação ambiental é fundamental, porque o tratamento correto do lixo não se realiza sem a participação de todos os cidadãos. Exige-se, portanto, a conscientização quanto ao consumo, como também quanto à separação dos resíduos e a entrega destes para reutilização, reciclagem ou destinação final.

Por força da [Lei nº 12.305/2010](#), estabeleceu-se a denominada “responsabilidade compartilhada” para a efetivação dos processos de logística reversa dos resíduos sólidos entre os elos da cadeia produtiva, de modo que os fabricantes, importadores e comerciantes se encarreguem de realizar a gestão dos resíduos sólidos, sem prejuízo dos sistemas de coleta de lixo. Porém, todo esse processo pode ficar comprometido, quando os consumidores deixam de fazer a parte que lhes cabe, ao não darem a destinação correta dos resíduos sólidos.

O objetivo desse texto é o de identificar as dificuldades de implantação de uma efetiva educação ambiental no Brasil, tendo em vista que o problema não é a falta ou insuficiência de previsão legal sobre o tema. Como referenciais teóricos para a compreensão desse problema, fez-se revisão dos documentos internacionais e nacionais sobre educação ambiental, como também da legislação brasileira aplicável. Foram pesquisadas as diretrizes curriculares nacionais sobre educação ambiental no Brasil e levantaram-se experiências de educação ambiental voltadas à gestão de resíduos sólidos, divulgadas, entre outras, pela *Revista Brasileira de Educação Ambiental*.

2 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: DA FORMAÇÃO À TRANSFORMAÇÃO DO CONCEITO

O conceito de educação ambiental seguia as concepções educacionais tradicionais, tendo a escola como meio principal para transferência de conhecimentos de forma fragmentada. A partir

dos anos 90, do século XX, após anos de discussões sobre essa temática, ocorreu um avanço relevante na conscientização global sobre o problema ambiental, acarretando mudanças quanto ao próprio conceito de educação, assim, os currículos escolares deveriam ser reformados de maneira a trabalhar os conteúdos de educação ambiental de forma interdisciplinar.

2.1 A Formação do Conceito

A preocupação com a educação ambiental existe desde o século XIX, atrelada ao surgimento da ecologia como ciência do ambiente, com a percepção de que a preservação ambiental não decorria somente de ações isoladas, mas da participação de todos. Em 1948, teria sido o ano em que houve o primeiro registro oficial desse termo, durante a fundação da União Internacional para a Conservação da Natureza e Recursos Naturais (IUCN), em Fontainebleu (IUCN, 1948) quando se definiram as atividades que mereceriam os primeiros esforços dessa organização internacional, entre os quais o estímulo para que as autoridades inserissem a proteção à natureza nos programas curriculares de ensino de todos os níveis, bem como a elaboração de uma lista de filmes úteis para popularização da ideia de proteção da natureza.

Em 1968, realizou-se em Paris a Conferência Internacional de Especialistas para o Estabelecimento de Bases para o Uso Racional e Conservação dos Recursos da Biosfera (UNESCO, 1968). Pela “Recomendação 9” dessa Conferência apontou-se a insuficiência dos conteúdos de ecologia nos currículos de biologia e de ciências correlatas, assim como a falta de preparo dos professores para ministrar tais conhecimentos. Para tanto, recomendou-se a revisão dos currículos para que a educação ambiental fosse trabalhada na disciplina de biologia, como também nas demais disciplinas. Sugeriu-se que professores de ecologia formassem líderes nessa matéria e que se organizassem encontros e treinamentos para professores responsáveis por educação ambiental, contando, inclusive, com o apoio da Organização das Nações Unidas para a Educação e Cultura (UNESCO) e da Organização das Nações Unidas (ONU) para o desenvolvimento dessas atividades em países em desenvolvimento. Além disso, estabeleceu-se aos Estados Membros a adoção de medidas para ajustar e melhorar a educação ambiental no ensino primário e secundário pela ampla coleta, produção e disseminação de materiais de apoio educacional, incluindo livros-textos, manuais para professores, estudos ecológicos regionais, filmes, guias e similares.

A IUCN reuniu-se novamente em Nevada, Estados Unidos, para a discussão da educação ambiental nos currículos escolares. Nesse encontro, definiu-se educação ambiental como:

[...] o processo de reconhecimento de valores e esclarecimento de conceitos voltados ao desenvolvimento de ferramentas e atitudes necessárias à compreensão e avaliação das inter-relações entre o homem, a cultura, e o meio biofísico. A educação ambiental também deve levar à prática de tomada de decisões e autoformulação de um código de

comportamento sobre temas relacionados à qualidade ambiental. (IUCN, 1970, p. 11)

Em 1972, a Organização das Nações Unidas realizou a Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente (UNITED NATIONS, 1972) também conhecida por “Conferência de Estocolmo”, que foi um marco importante na discussão desses problemas pelo estabelecimento de princípios comuns para orientação dos povos na preservação do meio ambiente. Lançou-se nessa ocasião a Declaração das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, que, entre seus vários princípios, estatuiu no “Princípio 19” a educação ambiental, tanto para adultos como para crianças, realizada inclusive pelos meios de comunicação de massa, como essencial para a melhoria do meio ambiente por meio da ampliação da consciência popular acerca do tema. Nesse mesmo documento, há um capítulo com diversas recomendações sobre aspectos educacionais, informacionais, sociais e culturais sobre o tema. Já a “Recomendação 96” estabeleceu que a ONU, a UNESCO e outras agências relacionadas, deveriam tomar medidas para a implantação de programas internacionais de educação ambiental, de caráter interdisciplinar, fora e dentro do ambiente escolar, em todos os níveis de educação, voltados também para o público em geral, de todas as idades, habitantes do campo e da cidade, de modo que todos estivessem treinados para a tomada de pequenas decisões de gerenciamento e controle do meio ambiente.

Como desdobramento da “Conferência de Estocolmo”, a UNESCO e a UNEP (“PNUMA”) lançaram em 1975 o Programa Internacional de Educação Ambiental, para a efetivação da “Recomendação 96” (UNESCO-UNEP, 1975a). Nesse mesmo ano, organizou-se o *Workshop* Internacional sobre Educação Ambiental, no qual se lançou a denominada “Carta de Belgrado: um modelo global para educação ambiental” (UNESCO-UNEP, 1975b). Este documento parte do princípio de que não seria possível a construção de uma ordem econômica mundial ética sem reformas no sistema educacional, que tivessem por objetivos a revisão de conceitos básicos, como “qualidade de vida” e “felicidade humana” e que a preservação e melhoria dos potenciais das pessoas, bem como os desenvolvimentos individual e social, deveriam ser realizados em harmonia com o meio ambiente. Para isso, os objetivos da educação ambiental deveriam voltar-se ao desenvolvimento da consciência para o problema ambiental, a tomada de atitudes por meio da aquisição de valores, a fim de que as pessoas se motivassem para a proteção do meio ambiente, o desenvolvimento de habilidades voltadas à solução de problemas ambientais e a participação delas na condição de responsáveis por essas ações. Ademais, definiu-se que o “público-alvo” era o público em geral, mas se distinguiriam as ações em duas frentes: a educação formal, da pré-escola ao ensino superior, incluindo os professores e profissionais responsáveis por educação ambiental, e a educação não formal, voltada a jovens e adultos, individual ou coletivamente, por todos os segmentos da população, tais como a família, os trabalhadores, gerentes e tomadores de decisão. Definiram-se, ainda, os seguintes princípios sobre programas de educação ambiental:

1. A educação ambiental deve considerar o ambiente em sua totalidade – tanto o natural como o construído pelo homem – do ponto de vista

ecológico, político, econômico, tecnológico, social, legislativo, cultural e estético.

2. A educação ambiental deve ser um processo contínuo e vitalício, realizado dentro e fora da escola.
3. A educação ambiental deve ter abordagem interdisciplinar.
4. A educação ambiental deve enfatizar a participação ativa na prevenção e solução de problemas ambientais.
5. A educação ambiental deve examinar os principais temas ambientais de um ponto de vista mundial, levando em conta simultaneamente as diferenças regionais.
6. A educação ambiental deve focar nas situações ambientais atuais e futuras.
7. A educação ambiental deve examinar o crescimento e desenvolvimento de uma perspectiva ambiental.
8. A educação ambiental deve promover os valores e as necessidades de cooperação local, nacional e internacional na solução de problemas ambientais. (UNESCO-UNEP, 1975b, p. 2)

Dois anos depois, realizou-se a Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, realizada pela ONU e UNESCO em 1977 na cidade de Tbilisi, Georgia (UNESCO-UNEP, 1977). Nesse encontro, os representantes dos Estados-Membros apresentaram os avanços que obtiveram na efetivação da educação ambiental até aquela época. Além disso, os princípios da Carta de Belgrado foram aprofundados e especificados em quarenta e uma recomendações. Por ter sido adotada como Resolução pela ONU, esta acabou se tornando bastante conhecida e adotada como principal marco referencial em matéria de educação ambiental.

Em 1987, realizou-se em Moscou o Congresso UNESCO-UNEP sobre Educação Ambiental e Treinamento, também conhecida por “Tbilisi + 10” (UNESCO-UNEP, 1987). Nesse encontro fez-se um balanço sobre os avanços a respeito do tema e nela fixaram-se diretrizes, objetivos e ações para uma estratégia internacional para a década de 1990, entre as quais a melhoria da disseminação das informações em matéria ambiental, incluindo a produção de programas educativos nos meios de comunicação, a montagem de exposições, visitas a museus e parques, a troca de informações entre os países e a manutenção de um banco de dados informatizado. Sugeriu-se a realização de mais pesquisas sobre métodos educacionais, em especial, a respeito da criação de valores ambientais, assim como o desenvolvimento de estratégias de aumento da consciência para o problema ambiental, incluindo propostas de currículo-modelo e novas ferramentas educacionais. Interessante destacar que se propôs não apenas o treinamento dos professores, mas também o aumento da conscientização deles para o problema, assim como se sugeriu o desenvolvimento de estratégias para o desenvolvimento da consciência das autoridades, dando, inclusive, treinamento para funcionários e tomadores de decisões.

2.2 A transformação do conceito

Entre as décadas de 1950 a 1990, o conceito de educação ambiental ainda seguia as concepções educacionais tradicionais, de considerar a escola como a instituição por excelência para a aquisição de conhecimentos. Entendia-se que, para a satisfação dessa necessidade, a escola deveria ter professores treinados e aptos à formação de valores e conceitos. Em países em desenvolvimento, organizações internacionais, como a ONU, a UNESCO e o PNUMA deveriam dar a assistência técnica para a realização dessas atividades. Os currículos escolares deveriam ser reformados e, para estimular a visão global do problema, os conteúdos curriculares de educação ambiental deveriam ser trabalhados de forma interdisciplinar. Ao lado do sistema formal de ensino, reconhecia-se a importância da educação não formal, adquirida fora do ambiente escolar, estimulada pelos meios de comunicação.

No entanto, a partir da década de 1990, houve avanço na conscientização geral sobre o problema ambiental, como também houve mudanças quanto ao próprio conceito de educação. Em 1992, a educação ambiental foi um dos temas discutidos na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também denominada de “Rio 92” ou “Cúpula da Terra”, realizada na cidade do Rio de Janeiro, a qual foi outro marco importante a respeito da proteção ambiental, por nela se ter assinado a Convenção sobre a Diversidade Biológica. Na denominada “Agenda 21” – sobre as bases para um modelo de desenvolvimento econômico em função da sustentabilidade – tratou-se da “promoção do ensino, da conscientização e do treinamento” em seu Capítulo 36 (UNITED NATIONS, 1992a). Fazendo referência à Conferência de Tbilisi de 1977, apontaram-se as três áreas de atuação nessa matéria: a “reorientação do ensino no sentido do desenvolvimento sustentável”, o “aumento da consciência pública” e a “promoção do treinamento”. Tais áreas foram escolhidas, porque de nada adiantaria pensar em educação ambiental nas escolas, se grande número de crianças ainda estavam excluídas do sistema regular de ensino, assim como, nesse momento, já estava em voga o conceito de desenvolvimento sustentável, cunhado em 1987 no Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (“Nosso futuro comum”), também conhecido por Relatório Brundtland (UNITED NATIONS, 1987). Reconheceu-se, ainda, que, a despeito das recomendações sobre a difusão de informações de cunho de educação ambiental, ainda era insuficiente e que os países em desenvolvimento careciam de tecnologia e de especialistas na matéria.

Também durante a “Rio 92” foi assinado o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global (UNITED NATIONS, 1992b), que apresentou nova visão sobre educação ambiental. Ao contrário do entendimento das décadas anteriores, nele se afirmou que a educação é um processo em permanente construção, de aprendizagem permanente e de debate, que deve incorporar valores, em vez de apenas transmiti-los. Destacou-se que a educação ambiental exige maior consciência sobre as causas do problema, que não passam pela relação entre ser humano e natureza, mas sim pela pobreza, degradação ambiental e violência, cujas causas remotas seriam a superprodução e superconsumo. Outro ponto foi a preocupação com a alienação da quase totalidade das pessoas na construção do futuro. Ainda

nesse documento, foram elencados os “Princípios de Educação para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global”, entre os quais se destacam os seguintes:

1. A educação é um direito de todos; somos todos aprendizes e educadores;
2. A educação ambiental deve ter como base o pensamento crítico e inovador, em qualquer tempo ou lugar, em seu modo formal, não formal e informal, promovendo a transformação e a construção da sociedade;
[...]
4. A educação ambiental não é neutra, mas ideológica. É um ato político;
[...]
7. A educação ambiental deve tratar as questões globais críticas, suas causas e inter-relações em uma perspectiva sistêmica, em seu contexto social e histórico. Aspectos primordiais relacionados ao desenvolvimento e ao meio ambiente, tais como população, saúde, paz, direitos humanos, democracia, fome, degradação da flora e fauna, devem ser abordados dessa maneira;
[...]
9. A educação ambiental deve recuperar reconhecer, respeitar, refletir e utilizar a história indígena e culturas locais, assim como promover a diversidade cultural, linguística e ecológica. Isto implica uma visão da história dos povos nativos para modificar os enfoques etnocêntricos, além de estimular a educação bilíngue;
10. A educação ambiental deve estimular e potencializar o poder das diversas populações, promovendo oportunidades para as mudanças democráticas de base que estimulem os setores populares da sociedade. Isto implica que as comunidades devem retomar a condução de seus próprios destinos;
11. A educação ambiental valoriza as diferentes formas de conhecimento. Este é diversificado, acumulado e produzido socialmente, não devendo ser patenteado ou monopolizado;
[...]
14. A educação ambiental requer a democratização dos meios de comunicação de massa e seu comprometimento com os interesses de todos os setores da sociedade. [...] (UNITED NATIONS, 1992b, p. 58-59)

Os Estados-Membros obrigaram-se a incorporar esses princípios em “[...] documentos a serem utilizados na rede formal de ensino e em programas educativos dos movimentos sociais e suas organizações” (UNITED NATIONS, 1992b). Ademais, acordou-se que esse Tratado seria dirigido aos movimentos sociais, organizações não governamentais (ONGs), profissionais de

educação, responsáveis pelos meios de comunicação, cientistas e instituições científicas, grupos religiosos, governos locais e nacionais, empresários e comunidades alternativas.

Em 1997, a UNESCO realizou a Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade”, em Tessalônica, para celebrar os vinte anos da Conferência de Tbilisi e os cinco anos da “Rio 92” (UNESCO, 1997). Nesse encontro, em que se demonstrava preocupação pelo pouco avanço em matéria de educação ambiental, elaborou-se um documento auxiliar da efetivação do Capítulo 36 da “Agenda 21”, incluindo reflexões sobre as dificuldades de avanço em matéria de educação ambiental. Observou-se que, embora a pobreza prejudique a sustentabilidade, aumentou o número de pessoas informadas sobre o problema, mas que se sentiam impotentes por não saberem ao certo o que fazer para contribuir para com a sustentabilidade. Ademais, existem interesses escusos que impedem o avanço da conscientização, ou, ainda, que as informações transmitidas são de difícil compreensão pelo público em geral, como também há muitos exageros e posicionamentos radicais, que, por um lado, ajudam a chamar a atenção para o problema, mas, por outro lado, dificultam as estratégias de ação. Outro aspecto destacado foi que o próprio conceito de ensino estava em crise, pois não se poderia mais trabalhar com a ideia de que o aprendizado se limita aos conteúdos curriculares transmitidos no momento em que os alunos frequentaram a escola. Para o aprimoramento da educação ambiental, sugeriu-se a reforma curricular para que se transmitisse o conceito de desenvolvimento sustentável como uma postura de cidadania, evitando-se, ainda, que se transmita a ideia de que isso exige mudanças radicais – e desnecessárias – do estilo de vida. Reforçou-se a ideia de interdisciplinaridade, no sentido de que todas as ciências têm algo a oferecer para a compreensão do tema. Destacou-se que a precariedade dos estudos ambientais em nível superior prejudica em muito o avanço da matéria. Em vez de disseminar a ideia de redução do consumo, culpando o consumidor pela compra de bens, dever-se-ia estimular a produção de bens “ecoeficientes”.

Por fim, em 2007, realizou-se a Quarta Conferência Internacional sobre Educação Ambiental, em Ahmedabad, também conhecida por “Tbilisi + 30”, cujo texto apresenta tom pessimista para o tema (UNESCO, 2007). Nela se reafirmaram os princípios da Conferência de Tessalônica, mas se propôs um movimento “iluminista” para tentar modificar a situação presente. Entre as diversas recomendações, apontam-se a necessidade de elaborarem-se novos paradigmas de estilos de vida, o estudo da história para entender como a humanidade lidou anteriormente com os limites da natureza. Sugeriu-se, ainda, divulgar como a humanidade terá que viver em caso de agravamento dos riscos ambientais, bem como o redirecionamento da educação para promoção de alterações no estilo de vida, além do incentivo à educação não formal para o fortalecimento das práticas da educação formal com a comunidade, uma vez que o processo educacional é parte substancial do desenvolvimento sustentável. Por fim, recomendaram-se pesquisas sobre como as pessoas compreendem o problema ambiental e como lidam com esta questão.

3 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Além de toda essa preocupação com a educação ambiental em nível internacional, existem no Brasil diversos diplomas legais que tratam da obrigatoriedade dessa disciplina, e não se trata de iniciativa recente. Já no início da década de 1980, promulgou-se a Lei nº 6.938/1981, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. O artigo 2º, inciso X, desta Lei, dispõe que um dos princípios dessa política é a “educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente”. A Constituição Federal de 1988 também estabeleceu a obrigatoriedade da educação ambiental no sentido de promoção da cidadania no artigo 225, inciso VI, ao dispor que, na efetivação da garantia do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, compete ao Poder Público “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”.

Ademais, promulgou-se uma lei específica sobre o assunto, que é a Lei nº 9.795/1999, sobre educação ambiental no Brasil e que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental. Embora seja voltada mais para os juristas do que para os educadores, essa lei apresenta diretrizes a respeito do assunto, inclusive para que as autoridades competentes, nem todas familiarizadas com esse tema, sejam obrigadas a tomar as medidas necessárias à sua implantação no Brasil. O artigo 1º desta Lei define educação ambiental como:

[...] os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Encontram-se, pois, os elementos da educação ambiental em termos de construção de valores sociais voltados à conscientização, e às competências e habilidades para a tomada de ações e adoção de comportamentos ambientalmente corretos. O artigo 5º da Lei nº 9.795/1999 estabelece como objetivos fundamentais da educação ambiental no Brasil:

Art. 5º. [...]

I – o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;

II – a garantia de democratização das informações ambientais;

III – o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;

IV – o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-

se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;

V – o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;

VI – o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;

VII – o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.

Para a efetivação desses objetivos, a [Lei nº 9.795/1999](#) adotou conceitos preconizados nos documentos internacionais, antigos e recentes. O primeiro deles é a distinção entre educação formal e educação não formal. Pelo [artigo 9º](#), educação ambiental em caráter formal deve ser ofertada pelo sistema regular de ensino desde a educação básica à pós-graduação, passando pela educação especial, profissional e a educação de jovens e adultos (EJA). Outro aspecto é o de que a educação ambiental deve ser interdisciplinar, pela transversalidade do tema, conforme disposto no [artigo 10, § 1º](#), desta Lei, segundo o qual “[a] educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino”. Vale destacar ainda a questão da formação dos professores, ao dispor-se no [artigo 11](#), que “[a] dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas”.

A [Lei nº 9.795/1999](#), pelo [artigo 4º, inciso I](#) e pelo [artigo 13, parágrafo único, incisos I a VII](#), também assume uma visão pluralista da educação, pela valorização dos aspectos humanista, holístico, democrático e participativo do processo, por meio da qual se valorizam todas as maneiras de aquisição de conhecimentos. Por isso se reconhece como elemento da educação ambiental a educação não formal, que se dá por incentivo do Poder Público, por meio de campanhas educativas e de informações sobre o meio ambiente pelos meios de comunicação em massa, como também pela participação das empresas, entidades de classe, instituições públicas e privadas, organizações não governamentais e pelo ecoturismo, entre outros, conforme recomendações dos documentos internacionais sobre educação ambiental.

Em consonância com a Lei da Política Nacional de Educação Ambiental, há o [Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA](#) (BRASIL-MMA, 2005), cuja versão atual está em sua 3ª edição, e que segue o disposto no [Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global](#), como também o disposto na [Constituição Federal](#) em matéria de educação e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Por exemplo, quando tratou dos princípios, o ProNEA elencou desde a “Concepção de ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência sistêmica entre o meio natural e o construído, o socioeconômico e o cultural, o físico e o espiritual, sob o enfoque da sustentabilidade”, o “enfoque humanista, histórico, crítico, político, democrático, participativo, inclusivo, dialógico, cooperativo e emancipatório” e a

“vinculação entre as diferentes dimensões do conhecimento; entre os valores éticos e estéticos; entre a educação, o trabalho, a cultura e as práticas sociais”, até o “pluralismo de ideias e concepções pedagógicas”, a “garantia de continuidade e permanência do processo educativo” e a “permanente avaliação crítica e construtiva do processo educativo” (BRASIL-MMA, 2004, p. 37).

Também foram elencados diversos objetivos, entre os quais o fomento da educação continuada em matéria ambiental tanto no nível formal quanto no informal, como também a organização de grupos atuantes nessa matéria, além da transversalidade, por meio da difusão da dimensão ambiental nos projetos governamentais e não governamentais, incluindo o oferecimento da educação ambiental como condição para a concessão de licenças ambientais, além de integrá-la aos programas de conservação, recuperação e de melhoria do meio ambiente. Ademais, a promoção de campanhas de educação ambiental nos meios de comunicação de massa.

Elegeram-se cinco linhas de ação estratégicas:

1. Gestão e planejamento da educação ambiental no país;
2. Formação de educadores e educadoras ambientais;
3. Comunicação para educação ambiental;
4. Inclusão da educação ambiental nas instituições de ensino;
5. Monitoramento e avaliação de políticas, programas e projetos de educação ambiental. (BRASIL-MMA, 2004, p. 43-52)

Também por influência do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, o público-alvo do ProNEA é bastante extenso, incluindo todas as pessoas, de modo que só pode ser interpretado como um rol exemplificativo. Assim, além da população em geral, volta-se a gestores de recursos ambientais e tomadores de decisão, tanto do setor público como da iniciativa privada e do terceiro setor, os “educadores, animadores, editores, comunicadores e artistas ambientais”, todos os professores e estudantes de todos os níveis e modalidades de ensino e todas as lideranças comunitárias, rurais e urbanas (BRASIL-MMA, 2004, p. 42).

Mais especificamente, a própria Lei nº 12.305/2010, que trata da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, também traz normas sobre educação ambiental, ao dispor no artigo 8º, inciso VIII, que a educação ambiental é um dos instrumentos dessa política, bem como no artigo 19, inciso X, quando estabeleceu que os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos devem conter previsão de “programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem de resíduos sólidos” (BRASIL, 2010).

4 A EFETIVAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: AS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS

A legislação voltada à educação ambiental segue, em linhas gerais, os conceitos desenvolvidos a respeito do tema em nível internacional. Todavia, são regras mais voltadas aos operadores do direito e gestores políticos do que propriamente aos responsáveis diretos pela

transmissão dos conhecimentos: os professores. Resta analisar de que maneira as Diretrizes Curriculares Nacionais tratam da educação ambiental, pois nelas se encontrarão as orientações para a efetivação dessa matéria em termos de educação formal, a fim de compreender melhor como isso foi e tem sido trabalhado pelos professores em suas práticas de ensino^[1].

[1] A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996) prevê no artigo 32, inciso II, que o ensino fundamental tem por objetivo a formação básica do cidadão mediante “a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade”. A Lei nº 12.608/2012, por sua vez, inseriu o artigo 26, § 7º, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) para estatuir que “os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos currículos obrigatórios”.

4.1 Parâmetros Curriculares Nacionais de 1997, 1998 e 2000

Embora não sejam mais vigentes no Brasil, merecem atenção os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de 1997 (BRASIL-SEB, 1997), de 1998 (BRASIL-SEB, 1998) e de 2000 (BRASIL-SEB, 2000), que se referem às quatro primeiras séries do ensino fundamental, às últimas séries do ensino fundamental e ao ensino médio, respectivamente. Os dois parâmetros do ensino fundamental têm estrutura similar, incluindo a apresentação de muitas informações comuns sobre educação ambiental. Distinguem-se apenas quanto à maneira pela qual os temas deverão ser abordados pelos professores no cotidiano escolar.

Na primeira parte desses dois PCNs do ensino fundamental, apresentavam-se reflexões críticas acerca da questão ambiental, como também da própria educação ambiental. Logo de início, procurou-se chamar a atenção para o fato de que a crise ambiental é, na verdade, uma crise civilizatória, provocada pelo sistema econômico hegemônico, que se sustenta na produção e no consumo em larga escala, levando ao esgotamento dos recursos naturais e aumento da poluição. Em especial, destacou-se o impacto da indústria química e da agricultura de larga escala, como, o esgotamento do solo e a transformação de florestas em pastos na Amazônia, e que o problema ambiental não é restrito a determinado território, porque seus efeitos afetam o planeta como um todo. Esse documento apontou a existência de “visões distorcidas” e “falsos dilemas”, entre os quais o de que a pior poluição é a pobreza ou que não faz sentido preservar a natureza enquanto crianças morrem de fome. Por isso, o foco da educação ambiental estava na conscientização de que esta não consiste no estudo dos aspectos físicos e biológicos, mas incluía a “relação entre ser humano e natureza por meio do trabalho, ciência, arte e tecnologia” (BRASIL-SEB, 1997).

Dessa maneira, a educação ambiental deveria apresentar-se como uma das facetas da educação para a cidadania, ao procurar não apenas a conscientização dos alunos para o problema, mas também ensiná-los a agir e a comportarem-se corretamente por meio do uso sustentável dos recursos naturais. Logo, dever-se-ia não apenas transmitir conhecimentos, mas criar valores, inclusive já destacados desde a Carta de Belgrado, porque só se preserva aquilo a que se dá valor. Por exemplo, dois valores importantes: riqueza material não é sinônimo de bem-estar; recursos naturais devem ser usados de forma sustentável.

Dentro do contexto do ensino, reafirmou-se o caráter transversal da educação ambiental, a ser trabalhada em todas as disciplinas escolares – ainda que se reconheça que há disciplinas essencialmente relacionadas com o tema e outras menos relacionadas – para mostrar ao aluno que não se trata de um problema isolado ou específico. Maior preocupação houve para com as últimas séries do ensino fundamental, por causa da fragmentação do conhecimento pelos conteúdos curriculares. Recomendou-se que essas arestas e as próprias divergências de interesses, valores e formações entre os professores fossem solucionadas na discussão dos projetos político-pedagógicos das escolas (BRASIL-SEB, 1998). Aspecto importante era o reconhecimento de que os professores não precisavam saber tudo sobre o tema, mas deveriam se dispor a aprender, buscando informações acerca da questão, o que indica influência do Tratado sobre a Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global.

A escola, entendida como espaço privilegiado para a educação ambiental, deveria realizar atividades de transformação da consciência e de exercício de práticas ambientalmente corretas, “garantindo-se situações em que os alunos possam pôr em prática sua capacidade de atuação” (BRASIL-SEB, 1998), entre as quais o cuidado com as plantas, a limpeza e o recolhimento do lixo e, também, o combate ao desperdício. Para as primeiras séries do ensino fundamental, enfatizavam-se as práticas no ambiente doméstico por meio de “trabalhos escolares”, trabalhos artísticos, pesquisas e montagem de exposições e excursões. Já para as últimas séries do ensino fundamental, a relação entre o global e o local, mas, sobretudo, a maneira pela qual a comunidade lida com o problema, por meio de trabalhos de campo.

Na segunda parte dos parâmetros curriculares nacionais, apresentavam-se os valores e os conteúdos a serem trabalhados pela escola. Estes foram reunidos em três blocos, comuns a todas as séries do ensino fundamental. São eles:

- a) os ciclos da natureza;
- b) sociedade e meio ambiente;
- c) manejo e conservação ambiental.

No primeiro bloco, trabalhar-se-iam os ciclos da água e dos materiais orgânicos. No segundo bloco, o modo como as comunidades usam os recursos disponíveis. Para as primeiras séries, a ênfase deveria centrar-se na distinção entre ambientes preservados e degradados, as relações entre os ambientes urbano e rural e as causas e consequências na qualidade de vida. Para as últimas séries, as questões deveriam ser mais aprofundadas, em termos de meios de produção econômica e práticas de consumo, ocupação do espaço geográfico e uso do solo, e a valorização da diversidade cultural como alternativas de relação entre sociedade e natureza. Por fim, no terceiro bloco, o estudo dos meios de lidar com os recursos naturais, como a água e a vegetação, os problemas decorrentes das queimadas e da falta de saneamento básico, e, para as últimas séries, a identificação das áreas preservadas e das autoridades responsáveis pela preservação do meio ambiente.

O tratamento dos resíduos sólidos foi contemplado nos parâmetros curriculares nacionais, dentro deste terceiro bloco de conteúdos a serem trabalhados pela escola. Para as primeiras séries, cabia à escola trabalhar a coleta do lixo não apenas na escola, mas em casa, incluindo a prática da reciclagem. Para as últimas séries do ensino fundamental, os parâmetros eram mais abrangentes. Propôs-se a discussão sobre os “subprodutos do sistema produtivo”, que voltam à natureza sob a forma de poluição, e a discussão de alternativas regionais e globais em termos de produção de lixo, inclusive pela conscientização de que a redução da quantidade de lixo é “tarefa pessoal dos consumidores, do poder público e obrigação dos fabricantes”. Em termos de ações, trabalhar-se-iam as práticas pessoais de redução, a implantação de formas adequadas de coleta de lixo e programas de reciclagem e de reaproveitamento de materiais, como também o estudo da destinação adequada dos resíduos sólidos. Ademais, propunha-se o estudo dos impactos ambientais do desperdício de recursos e do descarte de embalagens, como também as “formas de pressionar os produtores para mudanças no sistema de produção e materiais empregado” (BRASIL-SEB, 1998).

Quanto às Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio, a educação ambiental era tratada de maneira difusa. Sem dúvida, a biologia é a disciplina em que mais se trabalharia a questão do meio ambiente, mas havia a recomendação para que os professores de química, física e geografia procurassem estabelecer vivências para os alunos, pela relação dos conteúdos curriculares à problemática ambiental, como, por exemplo, de que maneira a química pode contribuir para a maior compreensão do consumo dos recursos naturais ou na recuperação de áreas degradadas ou por que ocorre o “efeito estufa” segundo as leis da física, assim como se siga a recomendação dos estudos interdisciplinares, como a análise da poluição, que não é um problema exclusivamente da química, da biologia ou da física, mas também das ciências sociais (BRASIL-SEB, 2000).

4.2 Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica e do Ensino Médio

As vigentes Diretrizes Curriculares Nacionais de 2012 (BRASIL-MEC, 2013) apresentam documento autônomo sobre educação ambiental, aplicável tanto para o ensino básico e médio. Destacam, inicialmente, que foram elaboradas em razão dos compromissos do Brasil com as questões socioambientais, como também de leis, entre as quais a Lei nº 9.795/1999 e a Lei nº 12.305/2010, que trata dos resíduos sólidos.

Em termos conceituais, houve nítida inspiração no Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global em vários aspectos, como, por exemplo, ao preferir-se não definir o termo “educação ambiental”, por ser “um processo em construção, não havendo conceituação consensual”. No entanto, reconheceu-se a existência de “educações ambientais”, porque aquele termo engloba perspectivas, tais como a socioambiental, a de direito ambiental, a de relações comerciais equilibradas e de sustentabilidade. Do mesmo modo, quando se reconheceu que a educação ambiental que não é uma atividade neutra, porque envolve interesses e visões de mundo e, em termos de valores, ao reconhecer-se que nem sempre a relação do ser

humano com o meio ambiente é nefasta e, portanto, deve ser superada a visão “[...] despolitizada, acrítica, ingênua e naturalista, ainda muito presente na prática pedagógica das instituições de ensino”, quando deveria ser integradora e contínua, buscando o estímulo à mudança de visão e de comportamento (BRASIL-MEC, 2013).

Seguindo a nova sistemática de elaboração de currículos, não se fixam mais os conteúdos, porque eles são entendidos como prática social e desenvolvidos por cada instituição de ensino. Estabelecem-se princípios a serem observados e objetivos a serem atingidos. No caso, a educação ambiental deve estimular, em linhas gerais, a visão integrada e multidimensional do tema, levando em conta a diversidade e as diversas influências na relação entre sociedade e meio ambiente, assim como o desenvolvimento de pensamento crítico na ótica da sustentabilidade, valorizando a participação, cooperação e ética, incluindo o reconhecimento da diversidade dos múltiplos saberes e olhares científicos, a promoção de vivências que promovam o reconhecimento, respeito, responsabilidade e convívio cuidadoso com os seres vivos, os impactos das desigualdades socioeconômicas e o uso de diferentes linguagens para a produção e socialização de ações e experiências de educomunicação. Do mesmo modo, deve contribuir para o reconhecimento da importância da dinâmica da natureza, a revisão das práticas escolares fragmentadas, o estabelecimento de relações entre os modelos de produção e de consumo com as mudanças climáticas e desastres ambientais, a promoção do cuidado e responsabilidade com as diversas formas de vida, respeito às pessoas, culturas e comunidades, a valorização dos conhecimentos referentes à saúde ambiental, inclusive no trabalho, e a construção da cidadania planetária. Por fim, deve promover a observação do estudo da natureza e de seu funcionamento, projetos e atividades que desenvolvam o sentimento de pertencimento à natureza, a aquisição de experiências que contemplem a produção de conhecimentos científicos e socioambientais, como também o trabalho de comissões, grupos e outras formas de atuação coletiva favoráveis à educação nessa matéria.

Em comparação com os Parâmetros Curriculares Nacionais da década de 1990, as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais podem trazer dificuldades aos professores, porque não trazem orientação específica sobre o modo como se devem trabalhar esses assuntos, incluindo a questão da gestão de resíduos sólidos. Assim, cabe aos professores contar com a aquisição desses conhecimentos durante a sua formação acadêmica, quando isto for oferecido a eles.

4.3 Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Superior

Tendo em vista a importância dos professores para a educação ambiental, é imprescindível que sejam tomadas medidas ou executados planos para a formação acadêmica nessa matéria. Inclusive, o ProNEA de 2005 prevê a “inclusão de disciplinas que enfoquem o aspecto metodológico da educação ambiental no currículo dos cursos de licenciatura” (BRASIL-MMA, 2005, p. 47-48). Assim, cabe examinar as diretrizes curriculares nacionais das carreiras voltadas ao ensino formal. A primeira delas é a [Resolução CNE/CP nº 1, de 15 de maio de 2006](#), que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Pedagogia, Licenciatura. Esta

apresenta a preocupação com a educação ambiental tanto na formação dos egressos, conforme disposto no artigo 2º, § 2º, inciso II, e no artigo 5º, incisos X e XIV (BRASIL-CNE, 2006).

Art. 2º. [...]

§ 2º O curso de Pedagogia, por meio de estudos teórico-práticos, investigação e reflexão crítica, propiciará:

II – a aplicação ao campo da educação, de contribuições, entre outras, de conhecimentos como o filosófico, o histórico, o antropológico, o ambiental-ecológico, o psicológico, o linguístico, o sociológico, o político, o econômico, o cultural.

[...]

Art. 5º. O egresso do curso de Pedagogia deverá estar apto a:

X – demonstrar consciência da diversidade, respeitando as diferenças de natureza ambiental-ecológica, étnico-racial, de gêneros, faixas geracionais, classes sociais, religiões, necessidades especiais, escolhas sexuais, entre outras;

XIV – realizar pesquisas que proporcionem conhecimentos, entre outros: sobre alunos e alunas e a realidade sociocultural em que estes desenvolvem suas experiências não escolares; sobre processos de ensinar e de aprender, em diferentes meios ambiental-ecológicos; sobre propostas curriculares; e sobre organização do trabalho educativo e práticas pedagógicas; [...]

Como se observa por essa leitura, o curso deve incluir, entre outros, o conhecimento “*o ambiental-ecológico*” no campo da educação, para que esteja apto a respeitar as “*diferenças de natureza ambiental-ecológica*”, bem como realizar pesquisas “*sobre processos de ensinar e de aprender, em diferentes meios ambiental-ecológicos*”. Com efeito, embora se possa interpretar essa Resolução de modo a reconhecer a obrigatoriedade da educação ambiental na formação dos professores da educação básica, é certo que não houve a necessária preocupação para com o tema, já que se poderia ter apontado com clareza a obrigatoriedade da preocupação com a metodologia da educação ambiental nas matrizes curriculares do curso de pedagogia. Isso se observa ao comparar-se com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de ciências biológicas, quando estabelecem que o perfil do bacharel, entre outros atributos, é o de ser “consciente de sua responsabilidade como educador, nos vários contextos de atuação profissional” (BRASIL-CNE, 2001a) e, quanto às competências e habilidades, “portar-se como educador, consciente de seu papel na formação de cidadãos, inclusive na perspectiva socioambiental” (BRASIL-CNE, 2001a), ou, ainda, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a graduação em Educação Física, quando preveem a educação ambiental no artigo 7º, § 4º, do Parecer CNE/CES nº 58/2004, ao dispor que “As questões pertinentes às peculiaridades regionais, às identidades culturais, à educação ambiental, ao trabalho, às necessidades das pessoas portadoras de deficiência e de grupos e comunidades especiais deverão ser abordadas no trato dos conhecimentos da formação do graduado em Educação Física” (BRASIL-CNE, 2001b).

Por outro lado, as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação em Geografia, História e Letras (BRASIL-CNE, 2001c), Física (BRASIL-CNE, 2001d) e Matemática (BRASIL-CNE, 2001e) não preveem a educação ambiental na formação dos estudantes. Por isso, as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica trazem a preocupação de que se deve providenciar a revisão daquelas regras para solucionar essa lacuna.

5 AS PRÁTICAS ESCOLARES EM MATÉRIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com Censo da Educação Básica de 2004, a educação ambiental é aplicada em mais de 90% das escolas brasileiras (BRASIL-MEC, 2013). Nesse aspecto, faz-se necessário analisar como têm sido realizadas as práticas escolares em matéria de educação ambiental.

Cabe destacar desde logo a denominada “Pesquisa Docentes 2005”, inclusive voltada à gestão de resíduos sólidos, que foi realizada pela Prefeitura do Município de São Sebastião, estado de São Paulo, em parceria com a Faber Serviço Ltda. Essa pesquisa teve amostra de quatrocentos professores e foram obtidos os seguintes resultados (BRASIL; FABER, 2006, p. 11-14):

- 100% dos docentes preocupavam-se com questões ambientais;
- 95% dos docentes apontaram a existência de problemas ambientais no município;
- 22% dos docentes declararam o lixo como principal problema ambiental;
- 84% dos docentes afirmaram poder contribuir para a solução de problemas ambientais; nesse caso, 44% deles apontou que poderiam contribuir para a solução dos problemas ambientais por meio da conscientização e 6%, por plano de ação;
- 90% dos docentes declararam que realizam atividades com o meio ambiente, sendo que 30% fazem palestras e 21% realizam projetos;
- sobre os docentes que não realizam atividades com o meio ambiente, 40% deles responderam que não tinham ideias de atividades didáticas e 17% acusaram a falta de recursos e de materiais didáticos;
- quanto à frequência de atividades, 69% disseram realizá-las diariamente e 25% realizavam projetos esporádicos sobre o tema do lixo;
- quanto à formação dos profissionais, apenas 38% dos docentes confessaram que se sentiam preparados para tanto, percentual idêntico ao do número de docentes responsáveis pela educação ambiental na escola;
- 98% dos docentes desejariam ter mais subsídios para trabalhar o tema do lixo; nesse sentido, 25% sugeriram a realização de palestras, 21%, o oferecimento de cursos, outros 21%, o oferecimento de materiais de pesquisa e 19%, por meio de assessoria pedagógica;

- 96% dos docentes responderam que a educação ambiental passa por todos os profissionais da escola, como as merendeiras, serventes, inspetores e agentes administrativos;
- 54% dos docentes registraram que as lixeiras destinadas ao tratamento correto de lixo não eram usadas adequadamente;
- 88% dos docentes afirmaram que separavam o lixo em seus domicílios.

Esses dados indicam que, mesmo sendo sensíveis ao tema, os professores não exercem a função de sujeitos da transformação de hábitos e costumes. Aspecto interessante é que o número de professores que se declararam capacitados para trabalhar com o tema é exatamente o mesmo do número de docentes responsáveis por essa atividade, o que indica que nem todos, de fato, trabalham efetivamente em suas disciplinas com esse assunto. Também, ao indicarem que separam os resíduos sólidos domiciliares em suas residências, mas não utilizam corretamente as lixeiras da escola, pode-se afirmar que, na percepção deles, não caberia à escola averiguar e alterar esta prática do tratamento dos resíduos sólidos. Todavia, ao indicarem que a conscientização constitui a melhor forma de ação para a Educação Ambiental os docentes não levaram em consideração suas próprias práticas dentro no âmbito escolar, ausentando-se assim do papel de sujeitos (BRASIL; FABER, 2006).

Outra pesquisa com docentes foi realizada em 2010 no município de Divinópolis, estado de Minas Gerais, com amostra de vinte e cinco professores, que foram entrevistados sobre o que entendiam sobre educação ambiental (PORTELA; BRAGA; AMENO, 2010, p. 62-67). Os resultados obtidos foram o de que vinte e quatro professores apontaram que meio ambiente era sinônimo de natureza, revelando desconhecimento sobre as dimensões culturais, históricas, sociais e políticas da educação ambiental, por continuarem com a concepção de meio ambiente que transita entre a visão naturalista e antropocêntrica.

Quanto a projetos de educação ambiental a respeito de resíduos sólidos realizados no Brasil, foram publicadas algumas experiências na Revista Brasileira de Educação Ambiental. A primeira delas foi realizada em Lavras, Minas Gerais, em 2014, na Escola Municipal Álvaro Botelho, em que 203 alunos responderam a questionário sobre a percepção dos alunos de 6^a e 7^a séries do ensino fundamental sobre a atuação dos catadores. Chegou-se à conclusão que há necessidade de trabalhar a imagem desses trabalhadores e da própria atividade deles (BRONZATTO; OLIVEIRA; 2014, p. 270-286).

A segunda experiência foi realizada em 2013 em Recife, Pernambuco, na Escola Paulo Freire, na qual alunos do 7^o ano do ensino fundamental foram avaliados quanto ao grau de conscientização para o problema da reciclagem de resíduos sólidos. A primeira atividade foi o preenchimento de questionário sobre o conhecimento prévio acerca de reutilização e reciclagem; a segunda atividade consistiu na realização de palestra, para, em seguida, proceder-se a realização de dinâmica de grupo com materiais que poderiam ou não ser reutilizados ou reciclados. Posteriormente, realizaram-se oficinas e, ao fim, houve a apresentação de trabalhos (cartazes,

maquetes, artesanato) como resultado dessas atividades. Os autores desse trabalho destacaram a superação das expectativas, porque os alunos tinham bom conhecimento prévio sobre o tema (SILVA *et al.*, 2014, p. 412-423).

A terceira experiência foi realizada em 2013 no município de Francisco Beltrão, estado do Paraná, realizada em dois colégios estaduais. Aplicaram-se questionários sobre reciclagem para identificação das falhas no processo de educação ambiental, em razão da baixa quantidade de materiais reciclados em relação ao total de lixo produzido. Os resultados obtidos foram o de que os alunos confundem reciclagem com reutilização; que reciclar é descartar separadamente os resíduos sólidos; que coleta seletiva consistia apenas na segregação de lixo; e que os alunos desconhecem as cores das lixeiras. Percebeu-se, ainda que os alunos sabiam pouco sobre o tema na escola na qual não havia programa de coleta seletiva de lixo (MARCOTTO *et al.*, 2014, p. 451-460).

Trabalho interessante foi realizado em 2005 na escola Coronel Murilo Serpa, em Itapipoca, Ceará, com o Projeto “Lixo: fonte inesgotável de riqueza”. Parte dos alunos dessa escola morava perto de um lixão praticamente esgotado em termos de capacidade, além do próprio estabelecimento de ensino ser pouco assistido em matéria de coleta de lixo. Realizou-se palestra aos alunos sobre o problema local e falou-se de coleta seletiva, com abordagem interdisciplinar nas disciplinas de artes e português. Fez-se visita ao lixão municipal para que os alunos visualisassem que os resíduos sólidos ali armazenados vinham das casas deles. Como estratégias de ação, os alunos organizaram caminhada, distribuíram panfletos sobre saúde e coleta seletiva e participaram de gincana de coleta de resíduos sólidos. Como resultados obtidos, observou-se que o entorno da escola estava mais limpo, houve diminuição da quantidade o lixo e aumento da destinação correta dos resíduos sólidos no ambiente escolar (TÁVORA, 2012, p. 37-43).

6 DIFICULDADES NA EFETIVAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

A despeito de toda a preocupação das organizações internacionais a respeito da educação ambiental, dos esforços para a celebração de tratados internacionais sobre a matéria, passando pelo próprio aperfeiçoamento do conceito de educação ambiental, como também da sensibilização do legislador brasileiro para esse tema, incluindo-a nas diretrizes curriculares nacionais, além da substancial divulgação de informações sobre o meio ambiente pelos meios de comunicação, ainda existe no Brasil grande inconsistência entre os valores e conhecimentos em relação às atitudes concretas, de práticas ambientalmente corretas no cotidiano das pessoas. Os resultados esperados com o processo de educação ambiental deveriam ser os de transformação dos comportamentos em face do meio ambiente e não, o de mudanças estimuladas tão-somente pelo Estado, por meio da atuação do Governo e do Ministério Público na aplicação do direito ambiental. Esse desconforto está explicitado, inclusive, em dois excertos dos parâmetros curriculares nacionais de 1998 (BRASIL-SEB, 1998, p. 169):

“Os alunos podem ter nota 10 nas provas, mas, ainda assim, jogar lixo na rua, pescar peixes-fêmeas prontas para reproduzir, atear fogo no mato indiscriminadamente, ou realizar outro tipo de ação danosa, seja por não perceberem a extensão dessas ações ou por não se sentirem responsáveis pelo mundo em que vivem”.

“Salienta-se a necessidade de trabalhar também os aspectos subjetivos das interações individuais e coletivas. A problemática ambiental exige mudanças de comportamentos, de discussão e construção de formas de pensar e agir na relação com a natureza. Isso torna fundamental uma reflexão mais abrangente sobre o processo de aprendizagem daquilo que se sabe ser importante, mas que não se consegue compreender suficientemente só com lógica intelectual. Hoje essa necessidade é clara. Vêm daí as “teorias” das inteligências múltiplas, e tantas outras que, entretanto, acabam não transcendendo os velhos parâmetros de validação de saberes hegemônicos na civilização ocidental”.

Existem aspectos a serem analisados para a compreensão desse problema. O primeiro deles, do qual é muito difícil escapar, é que, em uma sociedade tradicionalmente desigual, como a brasileira, a melhoria da qualidade de vida ainda passa pelo acesso aos bens materiais. O governo incentiva o consumo para que a economia não desacelere e os meios de comunicação, por sua vez, somente se mantêm em funcionamento por meio dos anúncios publicitários, que se voltam ao estímulo ao consumo contínuo. Além disso, transmite-se o valor de que a aquisição de bens materiais é o verdadeiro ideal de vida de uma pessoa. No Brasil, isso é particularmente grave, porque ainda é forte o valor de que o sucesso de uma pessoa dá-se pelo tamanho de seu patrimônio pessoal. Há ainda outro problema de ordem filosófica: prevalece uma ética utilitarista, em detrimento de uma ética eudaimônica ou de uma ética deontológica. Assim, prefere-se consumir e descartar resíduos sólidos em grande quantidade a ter uma postura de consumo consciente dos recursos naturais e de bens econômicos, que, necessariamente, se transformarão em poluição e descarte inadequado de resíduos sólidos.

O segundo aspecto, também de ordem cultural, é a ausência de ação coletiva em matéria ambiental. Ainda que a pessoa tenha consciência dos impactos ambientais resultantes do uso não sustentável dos recursos naturais ou do descarte do que não mais interessa por meio da poluição, é comum o raciocínio de que, como as demais pessoas estão fazendo a sua parte, não há qualquer problema se a pessoa deixar de seguir as práticas ambientalmente corretas. Por exemplo, se todos economizam água, a pessoa pode deixar de economizar, porque os efeitos de sua prática seriam imperceptíveis, ou, ainda, se a pessoa não separa adequadamente o lixo, não haverá problema, já que os demais já o fazem corretamente. Porém, se grande número de pessoas age dessa maneira, os resultados globais serão desastrosos.

O terceiro aspecto é a própria crise da escola como instituição de transmissão dos conhecimentos. Em linhas gerais, os conteúdos curriculares nem sempre são os mais interessantes

para os alunos ou os mais pertinentes em termos de formação de pessoas conscientes e ativas. Há ainda os efeitos deletérios da avaliação do rendimento escolar, que, muitas vezes, são formais, de modo tal que o conceito atribuído ao aluno pela participação de atividades de educação ambiental não reflete nem comprova o aprendizado efetivo. Somando-se a isso, a própria crise da carreira docente causa impactos negativos na educação ambiental, porque se os professores enfrentam problemas relacionados à jornada de trabalho, remuneração e preparação de aulas, a preparação para a educação ambiental ficará prejudicada, sobretudo porque as próprias diretrizes curriculares nacionais voltadas às licenciaturas são pobres em termos de obrigatoriedade de preparação eficaz nessa matéria.

O quarto aspecto é a própria formação dos professores em educação ambiental. Não se trata de aspecto recente, para o qual não tenha sido dado tempo suficiente para seu amadurecimento. Como a educação ambiental não é uma disciplina similar às de língua portuguesa, matemática e educação física, os projetos pedagógicos de curso não necessariamente terão uma disciplina específica sobre metodologia da educação ambiental. É notória a dificuldade dos professores em ministrar tais conteúdos, embora estejam conscientes do problema ambiental. No máximo, apenas conseguem compartilhar valores com os alunos, mas não sabem ao certo que ações concretas podem ser tomadas para o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias à sustentabilidade. O conteúdo da educação ambiental aparece de maneira difusa, mais como uma qualidade estética do que propriamente uma obrigação docente. As diretrizes curriculares nacionais, ao flexibilizarem excessivamente as metodologias na intenção de democratizá-las, trazem mais dificuldades para que professores sem preparo possam trabalhar adequadamente a educação ambiental. Por exemplo, os antigos Parâmetros Curriculares Nacionais falavam do lixo; agora as Diretrizes Curriculares Nacionais não o fazem mais.

Ainda em matéria de educação ambiental para o tratamento de resíduos sólidos, podem ser apontados outros dois fatores. Inicialmente, existem dificuldades de percepção pela população em geral para com esse problema. Enquanto a poluição do ar, da água e do solo são facilmente perceptíveis pela população, a destinação final do lixo é menos perceptível, porque o próprio conceito de lixo pelo senso comum é o de livrar-se de tudo o que é indesejado, escondendo-o, levando-o para locais distantes, sequer há um querer saber onde se situam esses locais. Logo, é um valor muito difícil de ser modificado. Ademais, a ausência de programas de coleta seletiva de lixo em muitas cidades dificulta a colocação em prática sobre o que foi aprendido na escola, porque não há alternativa para o lixo reciclável que não seja misturá-lo ao lixo orgânico.

7 CONCLUSÕES

A educação ambiental tornou-se preocupação em matéria ambiental concomitantemente às discussões de proteção do meio ambiente. Por tratar-se de educação, esse conceito transformou-se ao longo das décadas, ao deixar de ser um processo interdisciplinar de transmissão de valores e de conhecimentos para os alunos, ou pela difusão de conhecimentos pelos meios de comunicação, a respeito da relação do ser humano com a natureza, para ser um conceito fluido, que reconhece

todas as formas de saberes e que amplia a visão do problema, levando-se em consideração os aspectos sociais.

Essa discussão é antiga e abrangente em nível internacional, desde a década de 1950, passando pelas Conferências de Estocolmo e de Tbilisi, tendo como ponto alto a “Rio 92”. Do mesmo modo, a legislação brasileira também é sensível a essa questão, desde 1981, com a Política Nacional do Meio Ambiente, com a [Constituição Federal](#), e com a [Lei nº 9.795/1999](#), que trata especificamente de educação ambiental. Ainda em matéria de gestão de resíduos sólidos, a própria [Lei nº 12.305/2010](#) prevê essa disciplina. Além disso, por ser tema ligado à educação, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, os antigos parâmetros curriculares nacionais brasileiros e as atuais diretrizes curriculares nacionais brasileiras cuidam da educação ambiental, cada uma delas refletindo as visões dos documentos internacionais acerca do tema.

No entanto, apesar de todos esses esforços, há dificuldades na educação ambiental formal, sobretudo em matéria de gestão de resíduos sólidos. Pelo que se percebeu, há fatores culturais muito fortes, que valorizam sobremaneira o consumo, como também as próprias dificuldades dos docentes de trabalharem esse tema na escola, porque, embora tenham consciência do problema, existe ainda deficiências em se tratando de modificação de posturas. Sem dúvida, o problema não está nos docentes, mas talvez na formação deles, que não se volta ao desenvolvimento de metodologias de ensino em matéria ambiental. Existe ainda a omissão do Estado em termos de gerenciamento de resíduos sólidos, porque nem todos os municípios brasileiros têm sistema de coleta seletiva de lixo, tampouco seu tratamento adequado, o que dificulta sobremaneira a colocação em prática dos conhecimentos adquiridos na escola.

A título de sugestão, considerando-se que a abertura existente para o pensamento crítico acerca da educação ambiental, mereceria repensar o dogma de que este conteúdo deva ser interdisciplinar. Levando-se em conta as dificuldades advindas da própria realidade brasileira, quiçá fosse mais eficaz ministrá-la como uma disciplina específica, a cargo de um professor com formação global. Afinal, o fato de ser ministrada por um só docente, não significa que o conhecimento será fragmentado.

Por fim, embora não seja objeto de análise desse texto, vale destacar que os meios de comunicação são poderosos instrumentos para a educação ambiental. Basta observar a rápida mudança de comportamento da população acerca do uso da água em 2014, a partir da divulgação de informações sobre o ciclo da água e das chuvas, o sistema de captação de água e seu uso consciente. Caso ocorresse o mesmo com o lixo, ao divulgar-se com a mesma atenção o impacto ambiental da destinação incorreta dos resíduos sólidos, poder-se-ia promover mudanças rápidas de comportamento nessa matéria.

REFERÊNCIAS

- BRASIL – CNE. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Resolução CNE/CP nº 1**, de 15 de maio de 2006. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Pedagogia, licenciatura. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_06.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL – CNE (a). Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer nº 1.301/2001**. Aprovado em 06/11/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL – CNE (b). Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer nº 58/2004**. Aprovado em 18/02/2004. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Educação Física. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2007/pces058_04.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL – CNE (c). Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer nº 492/2001**. Aprovado em 03/04/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Filosofia, História, Geografia, Serviço Social, Comunicação Social, Ciências Sociais, Letras, Biblioteconomia, Arquivologia e Museologia. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES0492.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL – CNE (d). Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer nº 1.304/2001**. Aprovado em 06/11/2011. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Física. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL – CNE (e). Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer nº 1.302/2001**. Aprovado em 06/11/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES13022.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 31 maio 2015.
- BRASIL. **Lei nº 9.795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm>. Acesso em: 31 maio 2015.

- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a [Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm); e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 31 maio 2014.
- BRASIL. **Lei nº 12.608**, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs [12.340, de 1º de dezembro de 2010](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm), [10.257, de 10 de julho de 2001](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm), [6.766, de 19 de dezembro de 1979](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm), [8.239, de 4 de outubro de 1991](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm), e [9.394, de 20 de dezembro de 1996](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm); e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm>. Acesso em: 31 maio 2015.
- BRASIL – MEC. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=13448&Itemid>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL-MMA. **Programa Nacional de Educação Ambiental**. 3. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/pronea3.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL. SÃO SEBASTIÃO (Município). Faber Serviço Ltda. Press. Capítulo IX: **Programa de Educação e Comunicação Ambiental**. (Mimeo). 2006.
- BRASIL-SEB. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais – 1ª a 4ª série**. Meio Ambiente, Saúde. 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro091.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL-SEB. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais – 5ª a 8ª série**. Meio ambiente. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/meioambiente.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRASIL-SEB. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ensino Médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- BRONZATTO, Luiz Augusto; OLIVEIRA, Lucas Canestri de. A semântica do trabalho de catação e dos resíduos sólidos (lixo): o olhar de estudantes da Escola Municipal Álvaro Botelho – Lavras/MG. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 270-286, 2014.
- IUCN. International Union for the Protection of Nature. **Summary Report of the Conference of Fontainebleu**. (Thursday, September, 30 – Thursday, October, 7, 1948). Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/1948-001.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.>

- IUCN. International Union for the Protection of Nature. **The International Working Meeting on Environmental Education in the School Curriculum.** (20 June – 11 July 1970). Disponível em: <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED045490.pdf>>. Acesso em: 30.abr. 2015
- MARCOTTO, Henrique Amaral; TESSARO, Amarildo Antonio; TESSARO, Alessandra Buss. Avaliação do conhecimento de alunos do ciclo básico sobre reciclagem. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 451-460, 2014.
- PORTELA, Sérgio Túlio; BRAGA, Francisco de Assis; AMENO, Helena Alvim. Educação ambiental: entre a intenção e a ação. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 62-67, 2010.
- SILVA, Eloyse Almeida da; OLIVEIRA, Caio Alves Marinho de; CUNHA, Rayana Raissa Costa Araújo; SOARES, Rógean Vinícius Santos; TEIXEIRA, Vanessa Dias; GUENTHER, Mariana. Educação ambiental voltada para a reutilização dos resíduos sólidos no ambiente escolar: um estudo de caso no ensino fundamental em Recife (PE). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 412-423, 2014.
- TÁVORA, Marcelo Aguiar. Práticas e reflexões sobre a educação ambiental na escola pública: a gestão de resíduos sólidos na E. E. F. M Cel. Murilo Serpa em Itapipoca – CE. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 7, n. 1, p. 37-43, 2012.
- UNESCO. **Intergovernmental Conference of Experts on the Scientific Basis for Rational Use and the Conservation of the Resources of the Biosphere** (Paris, 4-13 September 1968). Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0001/000172/017269eb.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- UNESCO. **Educating for a sustainable future: a transdisciplinary vision for concerted action.** 1997. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001106/110686eo.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- UNESCO. **Fourth International Conference on Environmental Education** (Ahmedabad, 26-28 November 2007). 2007. Disponível em: <http://www.cceindia.org/cee/project_pages/icee.html>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- UNESCO-UNEP. **Activities of the UNESCO-UNEP International Environment Education Programme** (1975-1983). 1975a. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0005/000597/059759eo.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- UNESCO-UNEP. **Congress on Environmental Education and Training** (Moscou, 1987). Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000805/080583eo.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- UNESCO-UNEP. **Intergovernmental Conference on Environmental Education.** (Tbilisi, 14-26 October 1977). Disponível em: <<http://www.gdrc.org/uem/ee/EE-Tbilisi1977.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.
- UNESCO-UNEP. **The Belgrade Charter: a global framework for environment education.** 1975b. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001533/153391eb.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

UNITED NATIONS. **Report of the United Nations Conference on the Human Environment** (Stockholm – 5-16 June 1972). Disponível em: <<http://www.un-documents.net/aconf48-14r1.pdf>> . Acesso em: 30 abr. 2015.

UNITED NATIONS. **Report of the World Commission on Environment and Development: our common future**. 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

UNITED NATIONS. **The Agenda 21**. 1992a. Capítulo 36. Disponível em: <<http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones/rio92/agenda21/age36.htm>> e <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/c36a21.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

UNITED NATIONS. Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global. 1992b. In: BRASIL-MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Educação Ambiental**. 3. ed. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/pronea3.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

PEREIRA-GLODEK, Christine; PEREIRA, Christiane; TOMASEVICIUS FILHO, Eduardo. Os Desafios da Educação Ambiental Formal em Matéria de Tratamento de Resíduos Sólidos no Brasil. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos**: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maió – 2017**.

Proteção Climática através de uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos

Climate Protection through Sustainable Waste Management

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Doutor Jens Giersdorf

Mestre em Geografia Olga Kasper

RESUMO

Em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi editada no Brasil, com base em princípios sobre soluções sustentáveis para problemas associados à gestão de resíduos, preservação de recursos e do clima. Desta forma, a PNRS criou uma agenda positiva, como incentivos para a adaptação de aterros a plantas de energia elétrica, fechamento e remediação de lixões, promoção de valorização de resíduos recicláveis e inclusão social. As propostas enfrentam a realidade brasileira e incluem discussões sobre estudos de viabilidade econômica e a falta de conhecimento para a implementação de soluções sustentáveis. Estes entraves não decorrem de menor interesse, mas sim pela condição pioneira do mercado, sem grandes exemplos para um intercâmbio de experiências. Além disso, a importância da gestão de resíduos para as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e a disponibilidade de medidas de proteção climática são praticamente desconhecidas. Com base nessa necessidade, o proposto projeto da Iniciativa Internacional sobre o Clima (IKI, em alemão: *International Climate Initiative*) despertou muita atenção no setor, promovendo a formação de parcerias estratégicas e multidisciplinares com o objetivo de democratização de dados, desenvolvimento de projetos conjuntos para a minimização de erros e otimização de acordos em favor de projetos consistentes. Os resultados ainda são modestos, mas incentivam uma abordagem inovadora baseada em uma consolidação de mercado com novas e grandes oportunidades no Brasil.

Palavras-chave: Capacidade técnica. Mudanças climáticas. Transferência de *know-how*. Gestão de resíduos sólidos.

ABSTRACT

In 2010, the National Solid Waste Policy (PNRS) of Brazil was issued, which is based on principles concerning sustainable solutions for problems associated with waste management, resources preservation and climate protection. Therefore, the PNRS creates a positive agenda for the encouragement of adaptation of landfills as electric power plants; closing and remediating wild dumps and promoting waste valorization, recycling and social inclusion. All these new proposals

should face the Brazilian reality that goes from economic feasibility discussion over the lack of knowledge to implement sustainable solutions. This fact is not due to lower market interest in the subject, but rather due to the pioneering condition, with no large-scale examples that give opportunity for experiences' exchange. Furthermore, the importance of waste management for greenhouse gas (GHG) emissions and the availability of climate protection measures are hardly known. Based on this need, the proposed international climate initiative (IKI) project aroused a lot of attention in the market, resulting in the formation of strategic and multidisciplinary partnerships for the purpose of democratization of data as well as the development of joint projects that minimized errors, and optimizing the arrangements in favor of consistent projects. The results are still modest but encourage an innovative approach based on integration of consolidated market with new and great opportunities in Brazil.

Keywords: Capacity building. Climate change. Know-how transfer. Solid waste management.

1 INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos modificou-se brutalmente nos últimos anos, tornando-se o ícone do desenvolvimento sustentável e contribuindo, dessa forma, para a proteção ambiental. Através da reciclagem dos materiais e da recuperação energética, a gestão de resíduos garante, também, a proteção do clima e a preservação dos recursos naturais. Neste contexto, a PNRS promove em todo o país a introdução de coleta seletiva e logística reversa, reciclagem de resíduos sólidos domiciliares, compostagem de resíduos orgânicos, e geração de energia renovável através de biomassa e biogás antes da disposição final. A introdução destas medidas permite um novo sistema de gestão de resíduos, particularmente em relação à implementação de novas tecnologias de recuperação de resíduos, propondo uma série de novas atividades a serem implementadas a curto e médio prazo conforme estabelecido pela lei. Embora a responsabilidade dos serviços públicos de limpeza seja municipal, a regulação nacional fortalece a sociedade e o setor privado na exigência de uma nova maneira de lidar com o assunto ([Lei nº 12.305/2010](#)). Essas mudanças representam desafios consideráveis devido à experiência limitada disponível para essas tecnologias e sua racionalização no mercado brasileiro, o que resulta em desconfiança na tomada de decisão em todos os níveis (federal, estadual e municipal), assim como outras partes interessadas como agências de financiamento e de licenciamento ambiental.

Apesar de a proteção ambiental ter sido incluída na regulamentação brasileira há muito tempo, o tema “proteção do clima” e suas derivações é abordado ainda de forma singela. Por este motivo, não existe uma base de cálculo específica de emissões de GEE no Brasil e a influência de diferentes setores na matriz de geração de emissões de GEE não é conhecida corretamente. Portanto, a importância da gestão de resíduos, o potencial e a disponibilidade de medidas de proteção climática dificilmente podem ser determinadas.

Desta forma, o projeto IKI se dispõe a demonstrar e quantificar o potencial da gestão de resíduos para a mitigação de emissões de GEE através de projeto de cooperação alemã-brasileira que promove a proteção climática através da introdução de medidas que incentivam a gestão sustentável dos resíduos.

2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A gestão de resíduos representa um alto potencial de mitigação e redução de emissões de GEE. Durante o período entre 1990-2012, 321 milhões de toneladas de CO_{2eq} (de 1,247 a 926 milhões de toneladas de CO_{2eq}) foram reduzidas na Alemanha. Medidas da gestão de resíduos sólidos contribuíram com aproximadamente 55 milhões de toneladas de CO_{2eq} na respectiva redução (ÖKO-INSTITUT AND IFEU, 2010; FEDERAL ENVIRONMENT AGENCY, 2016).

Estudos recentes demonstraram um potencial de mitigação total de emissões de GEE de aproximadamente 42 milhões de toneladas de CO_{2eq} a partir de aterros brasileiros. Através de medidas de reciclagem e a relacionada economia de energia, benefícios de redução da ordem de 15 milhões de toneladas de CO_{2eq} são possíveis, bem como adicionais 5,5 milhões de toneladas de CO_{2eq} por meio da conversão direta de biomassa de resíduos em energia em processos de incineração ou coprocessamento. Estes desempenhos podem ser alcançados apesar do relativamente baixo fator da rede de 268 CO₂/MWh, que tem um efeito particularmente negativo no desempenho de reciclagem e de serviços relacionados a energia em comparação com a Alemanha (Tabela 1). Mas como até agora apenas as principais frações dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) foram analisadas nesta estimativa, os resultados devem ser considerados como um limiar mais baixo, tal como a taxa conservadora de reciclagem de 50%. As modernas plantas de triagem, tal como as que possuem NIR (Espectrômetro de Infravermelho ou separadores ópticos) alcançam taxas de reciclagem superior a 80%.

Tabela 1 – Potencial de redução de emissões de GEE no Brasil através de medidas da gestão de resíduos sólidos e lodos de esgoto

GEE	Resíduos / Lodos quant. no Brasil	GEE Emissões de aterros	GHG economia por reciclagem ³	GHG economia por recuperação de energia (biomassa)	Total Potencial
	(milhões t)	(milhões t CO _{2eq})			
RSD	76,4	42,2	6,29 plásticos 3,54 metais 5,45 papel papelão	5,5	63
Lodos de esgoto	0,22 ms ¹ 2,2 ms ²	0,8 8,9	?	0,25 2,46	1,1 11,4

Notas: ¹ hoje, ² em 2030, ³ pela economia de energia.

Fonte: Pereira, 2017.

Atualmente, a quantidade de RSU no Brasil aumenta cerca de 3,5% por ano e, através da expansão contínua da coleta e tratamento de águas residuais, o potencial de emissões de GEE continuará a se multiplicar devido a destinação final em aterros sanitários. Conseqüentemente, o setor de aterramento de resíduos não tratados apresenta o maior potencial de redução. Pelo fato de aterros com altos padrões ambientais normalmente somente capturarem uma quota de 30% de gases de aterros, mas produzirem emissões líquidas e gasosas por pelo menos 50 anos, as medidas da gestão sustentável de resíduos sólidos não devem ser focadas apenas nos aterros; mas, também, na reciclagem, recuperação energética, e tratamento antes de aterramento, uma vez que estes são fundamentais para a proteção climática. Além da prevenção de emissões de GEE provenientes dos aterros, uma quantidade consideravelmente alta de créditos de CO₂ pode ser gerada a partir de reciclagem e recuperação energética de resíduos e componentes de biomassa.

3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DESAFIOS MUNDIAIS

Implementar uma gestão de resíduos sólidos transpassa a discussão no espaço acadêmico tendo em vista que uma gestão sustentável vai além de avaliações tecnológicas e abarca não apenas conhecimento, mas também vontades oriundas de diversos setores deste mercado tais como administração pública, setor privado de maquinários, tecnologias e operação, agências ambientais e de financiamentos, sociedade e ainda, mercados complementares como os de escoamento para subprodutos.

Esta ampla diversidade de atores, por vezes diretos e outras de atuação periférica, demonstra que a abordagem que subsidia uma gestão sustentável é necessariamente multidisciplinar e precisa avaliar, mobilizar, estimular, incentivar, e desta forma, demonstrar que não basta discutir questões de logística e, sim, compreender o sistema como um todo, até porque suas conseqüências de ordem ambiental refletem um impacto global que ultrapassa as nossas fronteiras.

3.1 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A quantidade de resíduos sólidos produzidos pela população não está apenas relacionada ao nível de riqueza refletido na capacidade econômica de consumo, mas também aos valores e costumes de vida, determinando o grau de disposição para o consumo. A fim de reduzir os impactos de disposição inadequada, todos os esforços devem ser concentrados na não produção de resíduos, antes de preocupações sobre a sua destinação. As justificativas para a gestão sustentável dos resíduos são:

- Incremento do PIB mundial, resultando em maior consumo e maior demanda por alimentos e recursos primários, por exemplo combustíveis fósseis;
- Incremento nas emissões de gases de efeito estufa (GEE);
- Aterros contribuem significativamente: representam 8 a 12% das emissões antrópicas;
- Incremento no preço dos recursos secundários, da energia e aumento da demanda por composto são motivações para valorização de resíduos, e;

- Matriz energética dependente da variação climática, aumento da demanda por energia renovável: biogás, CDR e biomassa.

Com o objetivo de mudar as práticas tradicionais é necessário abrir uma discussão multidisciplinar, integrando diversos segmentos do mercado, para permitir a concepção de novas práticas para a implementação de uma gestão sustentável de RSU. As discussões abrangem tecnologias tais como fermentação, compostagem, reciclagem e recuperação energética até o fornecimento de informações. Além disso, é recomendado introduzir a gestão sustentável de RSU e engenharia no contexto acadêmico-científico bem como aspectos relevantes para a implementação de projetos como financiamento, licenciamento ambiental, monitoramento, e outros aspectos mercadológicos.

3.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO IKI

IKI é um acrônimo para *Internationale Klima Initiative* (Iniciativa Internacional do Clima). Desde a edição da PNRS, o mercado brasileiro realizou várias parcerias e cooperações com atores internacionais, tais como a Universidade Técnica de Braunschweig (TUBS), GIZ, DAAD e o banco KfW, entre outras instituições. As parcerias visam a melhoria da gestão de RSU no Brasil através da promoção e desenvolvimento de capacidade técnica em *workshops*, congressos internacionais, atividades de consultoria e treinamentos, por exemplo o projeto i-NoPa, financiado pelo DAAD, com o título “Capacitação e pesquisa fundamental, a fim de gerar metodologia de análise para o desenvolvimento de projeto para uma instalação de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) com fermentação integrada na cidade de Jundiaí” (FRICKE; CAMPOS; PEREIRA; LEITE, 2015). Esta intervenção despertou grande interesse e aumentou a representatividade da gestão de RSU na cadeia econômica brasileira, uma vez que várias linhas de ações foram promovidas, tais como equalização de tecnologias ambientais, sistemas de gestão integrada e sustentável, inclusão social, estudos de viabilidade, transferência de conhecimento, assim como a formação de um mercado para subprodutos como composto e recicláveis, e energias alternativas como biogás e combustível derivado de resíduo (CDR). No entanto, não houve discussões profundas sobre a repercussão entre a proteção do clima e gestão de RSU.

Conforme dados oficiais do Ministério de Ciência e Tecnologia, o setor de resíduos no Brasil produziu em 2016 aproximadamente 32 milhões de toneladas de CO_{2eq} com uma tendência crescente, enquanto estimativas da TU Braunschweig (TUBS) demonstraram um potencial de redução de pelo menos 58 milhões de toneladas de CO_{2eq} através de medidas mais sustentáveis na gestão de resíduos sólidos. Com o intuito de atender às necessidades para a integração da gestão de resíduos sólidos e proteção climática, as instituições alemãs GIZ e TUBS elaboraram o projeto “*Tecnologias ambientalmente adequadas e desenvolvimento de capacidades para a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil*”. Este projeto surgiu no âmbito da IKI promovida pelo “Ministério Federal do Meio Ambiente, Conservação da Natureza, Construção e Segurança Nuclear (BMUB)” e já aprovado pelos parceiros como o Ministério Brasileiro do Meio Ambiente e de Cidades.

A respeito de resíduos e poluição, a situação atual no Brasil encontra-se em um estado crítico. Muitos municípios ainda contam com inúmeros locais contaminados e alto grau de poluição da água em decorrência da disposição irregular dos resíduos. Até 2017, apenas uma parcela de 58% dos municípios brasileiros conseguiu reabilitar os lixões em aterros sanitários ou construiu novos aterros sanitários, mas sem qualquer tratamento prévio dos resíduos. Isto significa que aproximadamente 42% das 80 milhões toneladas anuais de RSU ainda são descartadas inadequadamente, representando a construção de aterros sanitários como o desafio principal a nível municipal e estadual. Para alcançar as metas e utilizar o potencial do setor brasileiro de resíduos para a proteção climática, aspectos como tratamento de resíduos antes da disposição final, aumento das taxas de reciclagem, adaptação e melhoria do enquadramento financeiro municipal e desenvolvimento de capacidades nos ministérios, bancos públicos e privados e particularmente nos municípios, devem ser abordados.

Nos últimos anos, o governo brasileiro promoveu a construção de novos aterros por meio de 100% de subvenção em cidades subdesenvolvidas e, ao fazê-lo, simultaneamente impediu medidas com maiores objetivos da gestão de resíduos em outras cidades. Apenas em alguns estados, agências ambientais aprovam novos aterros somente com respectivos planos de tratamento de resíduos. Antigamente, mesmo plantas simples de triagem ou de compostagem não eram operadas de forma eficiente, e, portanto, foram fechadas. Hoje, devido a esses fatores, muitos municípios hesitam em relação à introdução de novas tecnologias para o tratamento de RSU.

Com o objetivo de apoiar os municípios que estão dispostos a investir em gestão e tecnologias de tratamento de RSU e para mitigar as emissões de GEE, o Ministério das Cidades e o Ministério do Meio Ambiente apresentaram uma proposta de projeto para o IKI de 2016 do Ministério Alemão do Meio Ambiente (BMUB). O projeto foi aprovado pela comissão de seleção conjunta Brasil-Alemanha em 2015 durante a visita da chanceler Angela Merkel e será implementado pela *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) e a TUBS no período de abril de 2017 até março de 2021.

O projeto visa melhorar as condições para o aproveitamento dos potenciais do setor de resíduos para a proteção do clima e por isso, critérios relevantes para o clima devem ser integrados no regulamento dos ministérios. Além disso, os funcionários dos municípios e das empresas serão treinados e embasamento para as decisões dos municípios será fornecido (*Capacity Development*) para a introdução da gestão sustentável de resíduos sólidos. Neste projeto, todos os principais atores, tais como representantes de municípios, associações, cooperativas e empresas públicas e privadas serão integrados para conseguir uma colaboração intensiva. Além disso, através da integração dos aspectos relevantes ao clima nas diretrizes da PNRS, será possível quantificar as metas de redução específicas para o setor de resíduos. Por outro lado, é importante que uma política nacional de resíduos não apenas inclua medidas de curto prazo, mas também medidas de médio e longo prazos que possam fortalecer o papel de liderança do Brasil na gestão sustentável de resíduos e ainda em respeito ao clima na América Latina. Numa perspectiva social e econômica, o projeto impulsiona o desenvolvimento de uma economia circular integrada no âmbito de modernas tecnologias e

estratégias de tratamento de resíduos, e também apoia um melhor desenvolvimento da economia brasileira para uma Economia Verde e Empregos Verdes. A expansão da coleta seletiva, a separação e o tratamento parcialmente automatizado de RSU permitem uma melhor qualidade e maior quantidade das diferentes frações disponíveis, indiretamente envolvendo aproximadamente 500.000 catadores informais, os quais serão integrados nos sistemas da coleta e reciclagem pelos municípios.

Em relação aos aspectos ecológicos, é obvio que a reciclagem e a recuperação energética de resíduos possibilitam uma redução significativa do consumo de energia fóssil. Ao incentivar a introdução da coleta seletiva, a estabilização (compostagem e fermentação) e a utilização das frações orgânicas como fertilizante e gerador de húmus, a qualidade dos pobres solos e as águas subterrâneas no Brasil será melhorada, impactos negativos dos aterros insuficientemente controlados serão minimizados e o consumo de terra para a construção de novos aterros será reduzido devido ao aumento do volume e vida útil dos aterros existentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Implementar uma gestão de resíduos diferenciada onde há priorização da proteção climática e preservação ambiental é repleta de desafios. Desafios estes já confrontados por uma série de países gerando frutos de sucesso – por exemplo, os países da comunidade europeia –, mas que já fazem parte da política pública de outras regiões como Ásia, África e América Latina.

Os resultados apresentados neste artigo corroboram para a necessidade de entrelaçar os diversos atores como poder público, setor privado em suas diversas origens e sociedade, perpassam discussões financeiras e se manifestam como fator mais importante para garantir a continuidade dos novos processos a serem implementados.

4.1 PANORAMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Como consequência do crescimento demográfico significativo de mais de 11,9% e um aumento do PIB *per capita* de 24,4% durante o período de 2003-2014, a geração de resíduos aumentou em 29,6% para cerca de 80 milhões de toneladas por ano no Brasil. Atualmente, 58% dos RSU são descartados de forma adequada em aterros sanitários, enquanto a taxa de reciclagem alcança apenas 3-4%. A situação provoca grande estresse no meio ambiente, resultando em grandes áreas contaminadas, contaminação de água, movimentação de massa e uma contribuição de 8 a 12% das emissões de GEE, além dos impactos negativos como a perda de materiais e recursos secundários.

A prestação dos serviços da coleta de resíduos é realizada em 90,8% das cidades brasileiras e aproximadamente 69% das cidades implementaram a coleta seletiva dos RSU visando incentivar as atividades de reciclagem. A reciclagem nacional da construção civil é realizada em 158 municípios e alcança 7%. O índice de compostagem atingiu uma taxa de desvio de apenas 1,6% em 222 municípios, embora a fração orgânica nos resíduos domésticos alcance em média mais de 50%.

Apesar da mudança da atitude política em relação à gestão de resíduos nos últimos anos, o mercado brasileiro demonstra uma reação lenta, por exemplo, durante o período de 2010-2014 apenas dez contratos relativos à recuperação de resíduos foram assinados. Além do mais, 47% dos municípios se deparam com altos custos para os serviços da limpeza pública (~ 8 bilhões €/a ou ~35 €/hab*a), os quais deveriam ser financiados por taxas de resíduos, que atualmente cobrem apenas 40% dos custos totais dos serviços prestados pelos municípios. A Tabela 2 retrata mais informações sobre a gestão de RSU no Brasil em 2015.

Tabela 2 – Panorama de resíduos sólidos no Brasil

Panorama de resíduos sólidos no Brasil – 2015	
Geração de resíduos sólidos	~ 80 milhões t
Geração por habitante	0,97 kg/hab/d
Disposição final em aterros sanitários	58,7%
Vagas – operadores privados (200 empresas)	353,328

Fonte: ABRELPE, 2016.

A PNRS não só definiu como prática sustentável a geração de energia a partir de resíduos, mas também delimitou a responsabilidade compartilhada de produtos secundários, análise de ciclo de vida, logística reversa. O plano ainda como minuta firmou metas específicas para a redução de materiais recicláveis e úmidos aterrados nos aterros sanitários, como é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Metas de resíduos do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (minuta)

Gestão de RSU Metas de redução	4 anos [%]	8 anos [%]	12 anos [%]
Resíduo seco	22 – 37	28 – 42	34 – 50
Resíduo úmido	19 – 35	28 – 45	38 – 55

Fonte: [Lei nº 12.305/2010](#).

Juntamente com a PNRS novas oportunidades surgiram para a gestão de resíduos, bem como efeitos positivos secundários para os principais atores do mercado brasileiro, por exemplo, pesquisas de mercado para uma infraestrutura adequada, tecnologias e outros sistemas eficazes incluindo aspectos técnico-operacionais. Particularmente estes últimos incluem tecnologias para implementação e monitoramento de futuras plantas de tratamento de resíduos. Assim, são fomentadas parcerias entre operadores nacionais e fornecedores de tecnologias estrangeiros e também com novos atores nas indústrias de cimento, celulose e energia.

Tabela 4 – Situação de mercado para recursos secundários

Recursos secundários	Situação de mercado	Comentários
Recicláveis	Preço médio 200 €/t	Baseado em 370 cooperativas e setor informal, plantas de pequena escala, 150 t/m
Composto	30-50 €/t para resíduo reciclável. Produção atual 6 milhões t/a. mercado estável com potencial de crescimento	Atualmente sem limitações para resíduos mistos, mas nova lei para proibição de composto a partir de resíduos mistos está em preparação.
CDR	Preço médio 20 €/t	Indústria cimenteira como parceiro de negócios, contratos de longo prazo. Estratégia: 30% de substituição de energia em cinco anos.
Biogás	Preço médio 55 €/MW	Tendência volátil, alto potencial.

Fonte: Pereira, 2015.

O mercado para recursos secundários já existe no Brasil, ainda que de forma singela, como a Tabela 4 apresentou. Com base em cooperativas e no grande setor informal, os preços de recicláveis variam em média de 150-200 €/t, enquanto que o mercado de composto estável demonstra um potencial crescente com uma produção anual de 6 milhões de toneladas por ano, tão importante como a produção de biogás.

Para resumir, avaliando o mercado brasileiro nos últimos anos podemos afirmar que há uma tendência à valorização dos resíduos que demandam novas tecnologias ainda não disponíveis no Brasil e, portanto, devem ser importadas da Alemanha, França, Portugal e Espanha. Durante os primeiros anos da edição da PNRS, a demanda por plantas de tratamento mecânico-biológico com biodigestão integrada foi maior que a atual. Atualmente há grandes discussões sobre CDR e plantas de triagem de recicláveis automatizadas. Avaliando nossa fragilidade tecnológica temos como necessário o fomento a nacionalização das plantas de tratamento, resultando em flexibilidade comercial e melhor possibilidade de financiamento.

Em decorrência do exposto tivemos nos últimos seis anos diversas concessões contratadas com valores expressivos, até quatro bilhões de dólares para cidades com população de mais de 800.000 habitantes. Ainda, há linhas de financiamento com taxas atrativas, aproximadamente 6,5-12% ao ano.

Perpassando discussões contratuais e tecnológicas temos que a gestão de resíduos não somente envolve uma boa infraestrutura; mas, também, políticas públicas auxiliares. Por este fato, é fundamental que potenciais tecnologias sejam consolidadas para obterem licenciamento ambiental. Consequentemente faz-se necessário desenvolver o mercado para recursos secundários no Brasil.

Durante os primeiros dois anos após a publicação das normas legais, foram assinados vários contratos em modalidades de parceria público-privada (PPP), que contemplam tecnologias extremamente complexas como plantas de incineração e fermentação, bem como outras tecnologias como triagem de materiais recicláveis e sistemas extensivos de compostagem. No entanto, com as análises econômicas realizadas e os preços de energia muito inferiores ao esperado, foi identificada uma mudança no perfil de aquisição do mercado, priorizando tecnologias mais simplistas, como a reciclagem de materiais com baixa automação.

Atualmente, o Brasil tem uma nova orientação do mercado, onde se evidencia a implantação de plantas de tratamento mecânico e biológico (TMB), com ênfase na produção de CDR para suprir as novas demandas da indústria cimenteira. Neste cenário, um setor baseado na busca pela excelência operacional foi desenvolvido, ditando as novas regras para uma indústria acostumada a práticas de baixa complexidade como a coleta e disposição em aterro de resíduos sólidos. Esta parceria representa uma mudança de paradigma, não só por introduzir uma nova característica ao mercado dos recursos secundários, mas basicamente para garantir o profissionalismo de um mercado acostumado a ser altamente rentável a curto prazo. Mesmo ignorando essas discussões, há uma participação de atores periféricos, tais como promotores públicos, bancos de financiamento, agências ambientais e da comunidade, forçando o mercado a oferecer seus serviços de acordo com os regulamentos da lei.

4.2 MERCADO ATUAL DE RECURSOS SECUNDÁRIOS

O mercado sustentável, do qual a gestão de resíduos faz parte, tem uma perspectiva positiva nos próximos anos, principalmente por causa da escala do potencial de recuperação de resíduos promovida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos. O entendimento estabelecido foi de que a eliminação adequada de resíduos não se limita somente ao descarte de resíduos na natureza, definindo práticas que vão desde a implementação de sistemas de recuperação de resíduos até o aterramento dos rejeitos. A maioria dos resíduos é orgânica e deve ser compostada, enquanto a fração dos recicláveis deve ser removida na fonte através da coleta seletiva ou via uma separação em uma planta de TMB. O marco legal no nível de competência federal, estadual e municipal fixará as porcentagens para a redução dos resíduos para aterramento.

4.3 TENDÊNCIAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INTERNACIONAL

O mercado global de resíduos teve um avanço extremo nos últimos dez anos, onde a introdução de aspectos relacionados à proteção do clima e à conservação de recursos tem reforçado as políticas públicas. A política passou a substituir o foco em aterros sanitários por plantas de valorização de resíduos, reforçando o entendimento de que a recuperação de resíduos pode ser uma ferramenta não só para a mitigação de emissões, mas também como indústria de geração de recursos secundários. Neste contexto, é possível observar a adaptação contínua do mercado, seguida pela otimização de práticas existentes e integração de novas, conforme indicado nas tendências transcritas a seguir:

- Incremento dos valores de mercado para os recursos secundários;
- Aumento da coleta seletiva (redução do poder calorífico devido ao aumento de reciclagem, aumento da quantidade de papelão de 5-7%/ano, compras *on-line* vão influenciar a coleta seletiva baseado em um maior volume e redução de jornal impresso);
- Reciclagem de materiais (proibição de artigos plásticos, por exemplo, sacolas na Itália; aumento de 3-4%/ano de PET e consequente redução de vidro. Redução de embalagens metálicas de 1-3%/ano);
- Redução de incineração convencional a favor de utilização de CDR; em vinte anos, 70% de redução de atividades de incineração tradicional (substituição de 16 milhões de toneladas de capacidade com resíduos de outros países);
- Redução de compostagem a favor de digestão anaeróbia, basicamente tecnologias secas;
- Redução de TMB antes de aterramento a favor de CDR e combustíveis;
- Proibição de aterramento de resíduos não tratados;
- Remediação de aterros através de valorização de resíduos aterrados;
- Biodegradáveis usados como biomassa, proibição de incineração de lodos com outra biomassa (como carvão) a fim de não perder fosfato e redução de emissões orgânicas;
- Valorização de resíduos verdes não só via compostagem, mas via recuperação energética em usinas pequenas e descentralizadas e caldeiras.

5 CONCLUSÕES

A Política Nacional de Resíduos Sólidos levou a gestão de RSU a outro nível, extrapolando discussões voltadas exclusivamente para formas de disposição final em aterros. O novo arcabouço legal incorpora a consciência de riqueza e as possibilidades potenciais na gestão de RSU e também revela os erros e omissões acumulados nos últimos trinta anos.

O novo projeto IKI fornecerá conhecimento abrangente sobre o novo mercado no Brasil e construirá uma inter-relação com o setor de resíduos com a Alemanha, estabelecendo um intercâmbio com instituições de referência para a promoção de melhores práticas. Desta forma, a proteção climática e a preservação de recursos naturais serão garantidas e um intercâmbio contínuo de experiência será fornecido através de educação tecnológica e profissional. Este apoio e divulgação de conhecimento teórico e prático da gestão alemã irá incorporar ao Brasil uma visão inovadora e transformar o sistema atual em uma realidade eficiente e contínua que atenda às premissas da PNRS e, também, as tendências globais de proteção do clima. Estes esforços vão provocar uma mudança cultural, que irá proteger os recursos naturais e o clima, garantindo, assim, um futuro melhor para as próximas gerações.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Ministério Federal de Meio Ambiente, Conservação de Natureza, Construção e Segurança Nuclear (BMUB) para a concessão do Projeto IKI, e o Ministério Alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) através do Serviço de Intercâmbio Acadêmico Alemão (DAAD) pelo suporte durante a participação no Seminário Regional em Recife, Brasil, Setembro 2016.

REFERÊNCIAS

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

Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2015. São Paulo: ABRELPE, 2016.

Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>.

Acesso em: 12 jan. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>.

Acesso em: 31 maio 2015.

FEDERAL ENVIRONMENT AGENCY (UBA). **Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2016 National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2014.** Federal Environment Agency, Dessau (GER) 2016.

FRICKE, Klaus; CAMPOS, Tácio Mauro Pereira de; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo. **Capacitação e pesquisa fundamental, a fim de gerar metodologia de análise para o desenvolvimento de projeto para uma instalação de Tratamento Mecânico Biológico**

(TMB) com fermentação integrada na cidade de Jundiaí. Jundiaí, SP: i-NoPa – Programa Novas Parcerias Integradas, 2015. Disponível em: <<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/projeto-i-nopa.html>>. Acesso em: 08 mar. 2017.

ÖKO-INSTITUT AND IFEU. **Climate protection potential in the waste management sector.** Study Federal Environment Agency, 61/2010 Dessau (GER), 2010.

PEREIRA, Christiane Apresentação técnica ministrada em aula, Technische Universität Braunschweig. In: **Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Urbana na PUC-Rio com Dupla Titulação.** Rio de Janeiro: PUC, 2015.

PEREIRA, Christiane Apresentação técnica ministrada em aula, Technische Universität Braunschweig. In: **Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Urbana na PUC-Rio com Dupla Titulação.** Rio de Janeiro: PUC, 2017.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

PEREIRA, Christiane; FRICKE, Klaus; GIERSDORF, Jens; KASPER, Olga. Proteção Climática através de uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos. In: FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil.** Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/BE246l>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015.**

Versão Atualizada: **Maió – 2017.**

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung [Ministério Federal da Educação e Pesquisa]

CDR – Combustível Derivado de Resíduos

CER – Campus de Ecoeficiência em Resíduos

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CIESP – Centro das Indústrias do Estado de São Paulo

Cooperlândia – Cooperlândia Ambiental do Brasil – Cooperativa de Trabalhadores da Área de Gestão, Desenvolvimento, Execução de Serviços e Comercialização de Produtos Recicláveis e Reciclados

CReED – Centro para Pesquisa, Educação e Demonstração em Gerenciamento de Resíduos

DAAD – Deutscher Akademischer Austauschdienst [Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico]

DAE – Departamento de Água e Esgotos

DBFZ – Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum [Centro de Pesquisas Alemão de Biomassa]

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

GEE – Gases de Efeito Estufa

GERESOL – Espaço público para gerenciamento de resíduos sólidos

GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit [Sociedade Alemã para a Cooperação Internacional]

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal

i-NoPa – Programa Novas Parcerias Integradas

LOGA – Logística Ambiental de São Paulo

NBR – Norma Brasileira

ONG – Organização Não Governamental

PERS – Plano Estadual de Resíduos Sólidos

PMJ – Prefeitura Municipal de Jundiá

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PUC-Rio – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial

SMSP – Secretaria Municipal de Serviços Públicos

TMB – Tratamento Mecânico Biológico

TUBS – Technische Universität Braunschweig [Universidade Técnica de Braunschweig]

APRESENTAÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos desloca o tema resíduo sólido para outro patamar, extrapolando discussões voltadas exclusivamente para formas de disposição final em aterros. O novo arcabouço legal incorpora a consciência das riquezas e potencialidades possíveis no manejo dos resíduos, ao passo que também nos revela os erros e omissões que se acumularam nos últimos trinta anos.

O projeto “**Capacitação e pesquisa fundamental, a fim de gerar metodologia de análise para o desenvolvimento de projeto para uma instalação de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) com fermentação integrada na cidade de Jundiaí**” teve como objetivo abrir uma discussão multidisciplinar integrando vários segmentos do mercado a fim de permitir o delineamento de ferramentas para a implementação de uma gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos.

Durante a execução do projeto foi possível firmar debates que abrangeram desde as características das tecnologias voltadas para o processamento dos resíduos na forma de fermentação, compostagem, reciclagem e recuperação energética até questões relacionadas com planejamento, execução e operação, bem como gestão customizada e sustentável de resíduos e, ainda, aspectos relevantes para implementação dos projetos tais como financiamento e licenciamento, sempre observando as tendências e os desafios de uma gestão inovadora.

O projeto também disponibilizou conhecimento global sobre este novo mercado e também a construção de uma inter-relação com o setor dos resíduos no âmbito Brasil-Alemanha, estabelecendo um intercâmbio com instituições alemãs ícones em práticas que garantem a proteção climática e a preservação dos recursos naturais, oportunizando assim uma troca permanente de experiências, através da educação profissional e tecnológica.

É com imensa alegria que oportunizamos esta publicação que reforçará o modo de discutirmos as melhores práticas na gestão dos resíduos sólidos urbanos, reconhecendo que não foram medidos esforços por parte da Prefeitura de Jundiaí para sua realização, que transpassaram o objetivo preliminar de disponibilização de equipe técnica e infraestrutura, e oportunizaram democratizar as informações para fins de fomentar uma visão holística quanto à gestão diferenciada dos resíduos, provocando uma mudança cultural que protegerá nossos recursos naturais e climáticos, garantindo um futuro melhor para as próximas gerações.

Os rumos que tomamos no presente definem nosso futuro.

EQUIPE TÉCNICA

Prefeitura de Jundiá	Technische Universitaet Braunschweig
Aguinaldo Leite [Coordenador]	Christiane Pereira [Coordenadora]
Aline Cardoso Domingos	Klaus Fricke [Coordenador]
Anderson Luís de Araújo	Anja Lenk
Ary Alexandre Ferrari	Anne Foelster
Camila Barbi	Anton Zeiner
Diana Piffer Gigliotti	Aylin Savasir
Eric Arthur de Azevedo	Christof Heussner
Evandro Mendes	Corinna Hoeger
Gabriel de Carvalho Gimenez	Kai Munnich
Gilberto Valverde Carneiro	Lauro Raphael Accorsi Donadell
Juliana Baldi da Silva	Lennart Peters
Laércio Magno dos Santos	DBFZ
Lucas Aparecido Rodrigues	Katrin Strach
Marcelo Foelkel Patrão	Walter Stinner
Márcio Alexandre Bonomi	GIZ
Maria Aparecida Bueno Fumachi	Jens Giersdorf
Maria Raquel Silva	PUC-Rio
Mariana Merlo	Tacio Mauro Pereira de Campos [Coordenador]
Maximiliano Alvares	
Regiane Redondo Puga	Denise Mano
Roberta da Silva Leone	Paula Enoy
Rodrigo Batalha	Simone Dealtry
Vinícius Macedo	Tomaz Langenbach

INTRODUÇÃO

Após a promulgação da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e dá outras providências, dentre elas a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, bem como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, que impõe ao poder público e aos geradores a obrigação da destinação final ambientalmente adequada, os municípios brasileiros e o setor privado tiveram que se adequar à nova gestão de resíduos e às respectivas orientações instituídas pela PNRS.

A destinação final ambientalmente adequada destaca-se como um dos maiores desafios previstos na lei, uma vez que este conceito impõe a obrigatoriedade na reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético dos resíduos sólidos, isto é, a sua valorização através da re inserção na cadeia produtiva por meio de tecnologias apropriadas, dispondo em aterros sanitários somente os rejeitos, ou seja, àquelas frações não mais passíveis de valorização.

Tais prerrogativas foram definidas no âmbito da lei porque a gestão de resíduos tradicional impacta fortemente o meio ambiente no momento em que 8 a 12% das emissões antrópicas de Gases de Efeito Estufa (GEE) sejam oriundas do aterramento dos resíduos, influenciando assim as mudanças climáticas, mas também explorando desnecessariamente recursos primários.

Figura 1 – Impactos Ambientais



Fonte: Christiane Pereira, 2014.

Figura 2 – Impactos Ambientais



Fonte: Geotech, 2007.

Em consonância com o estabelecido na legislação das diferentes esferas, o Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo, traz metas e ações de redução das frações secas e úmidas no aterramento. Essas metas refletem diretamente no cotidiano industrial, comercial e de serviços, que deverá se adequar também às diretrizes apresentadas no respectivo plano. Neste sentido, são definidas diferentes porcentagens de desvio destes materiais, sendo o seu aumento gradativo, onde para a fração úmida é prevista a redução de 35%, 45% e 55% nos anos de 2019, 2023 e 2025 respectivamente. Já para os resíduos recicláveis secos estas porcentagens são da ordem de 37%, 42% e 50% para o mesmo período.

Com o intuito de enfrentar estes novos desafios, a Prefeitura Municipal de Jundiaí (PMJ) por meio da Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SMSP), a fim de cumprir com as premissas legais estabelecidas pela PNRS, elaborou o Plano de Saneamento Básico Setorial para a Limpeza Urbana e o Manejo de Resíduos Sólidos tendo como objetivo prover uma gestão diferenciada aos resíduos sólidos urbanos.

Como ação de curto prazo, temos a implantação de coleta diferenciada da fração úmida e seca em 100% do sistema de coleta, e assim reciclar efetivamente 50% do material seco coletado. Em médio prazo a SMSP define a porcentagem de 60% dos materiais secos coletados reciclados efetivamente, assim como a instalação de uma unidade de tratamento de resíduos através da

biodigestão e seu aproveitamento energético. Já como ação a longo prazo, a secretaria estabelece que em quinze anos esta porcentagem deverá ser de 80% de reciclagem dos materiais secos, e em vinte anos, 90%.

Para garantir o bom planejamento das ações que permitirão alcançar as metas firmadas, a SMSP foi buscar conhecimento e tecnologia na Alemanha, tanto para o fomento acadêmico no que tange a inovação tecnológica como para garantir bons resultados a partir da troca de *know how* acerca da gestão e dos desafios operacionais e de mercado a serem enfrentados quando da implementação de planta de tratamento mecânico-biológico no município.

O projeto proposto por Jundiá em cooperação com TUBS, PUC-RIO, GIZ CREED e DBFZ visa o desenvolvimento de uma gestão ecoeficiente dos resíduos sólidos urbanos, com o propósito de gerar os seguintes resultados:

- Treinamento da equipe técnica da Prefeitura;
- Análise qualitativa e quantitativa dos grandes geradores;
- Planejamento e implantação de um laboratório científico para análises dos substratos e subprodutos;
- Caracterização gravimétrica, granulométrica e analítica dos resíduos domiciliares;
- Definição de rotas tecnológicas e promoção de plantas-piloto a partir de técnicas de secagem e compostagem;
- Mapeamento do mercado de consumo de subprodutos;
- Promoção de eventos para disseminar as informações produzidas e intensificar a cooperação internacional.

O projeto desenvolvido foi regido pelos aspectos norteadores:

- Praticidade;
- Sustentabilidade a longo prazo e promoção de inovações;
- Transferabilidade;
- Fomento às técnicas de valorização dos resíduos;
- Disseminação de conhecimento através dos cursos de capacitação e publicações técnicas; e,
- Intensificação da cooperação internacional, sendo que sua implementação pretendeu gerar os seguintes impactos:
 - ❖ Formação de política pública;
 - ❖ Acessibilidade às prerrogativas legais;
 - ❖ Desenvolvimento de banco de dados consistente;

- ✧ Customização de soluções;
- ✧ Sensibilização da comunidade e do setor privado;
- ✧ Interação entre os atores;
- ✧ Promoção da cooperação internacional;
- ✧ Democratização dos programas de capacitação; e,
- ✧ Formação de massa crítica.

Figura 3 – Evento realizado: 1º Congresso Técnico



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Figura 4 – Evento realizado: 2º Congresso Técnico



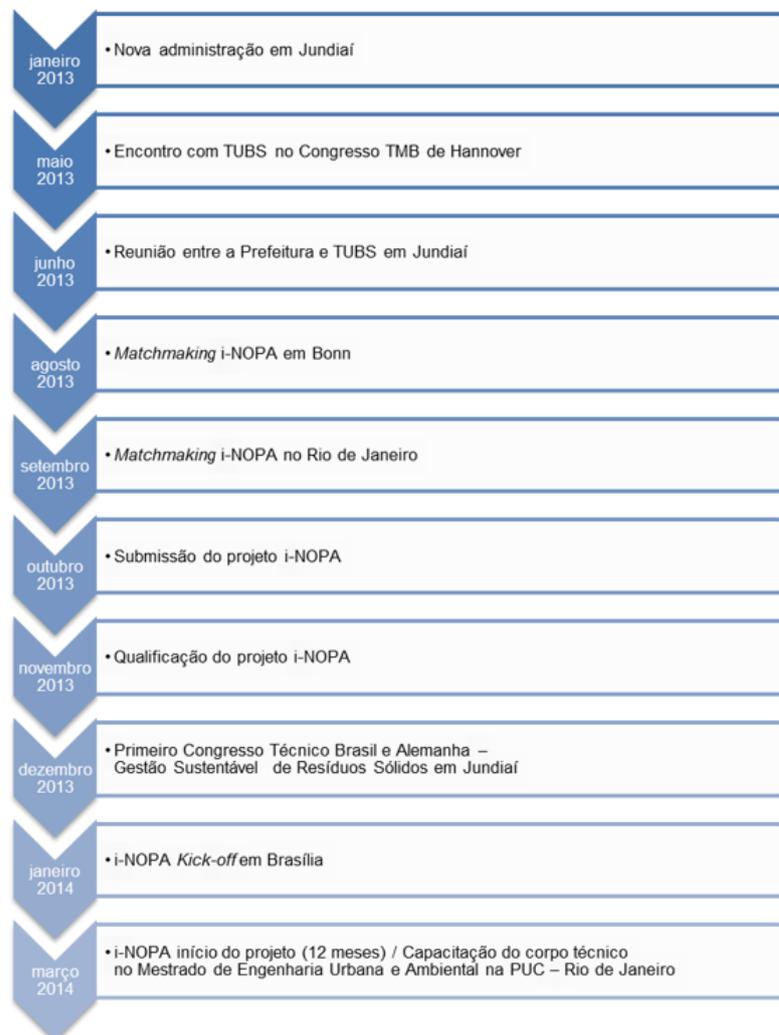
Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

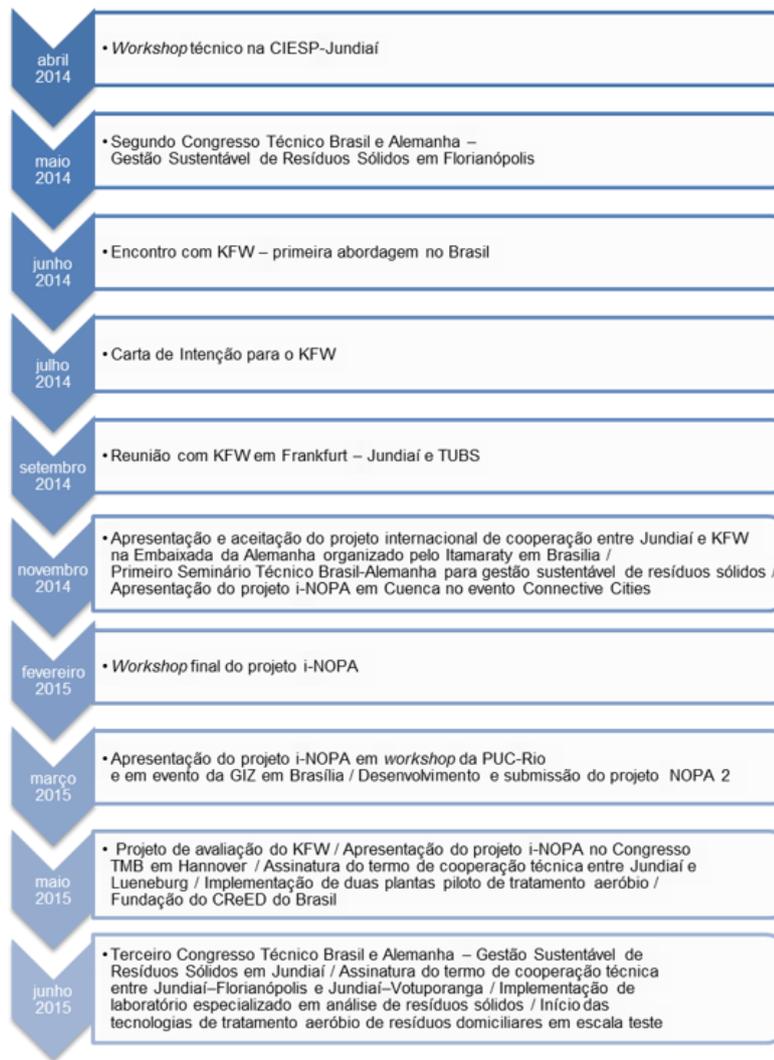
Figura 5 – Evento realizado: Capacitação Técnica



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

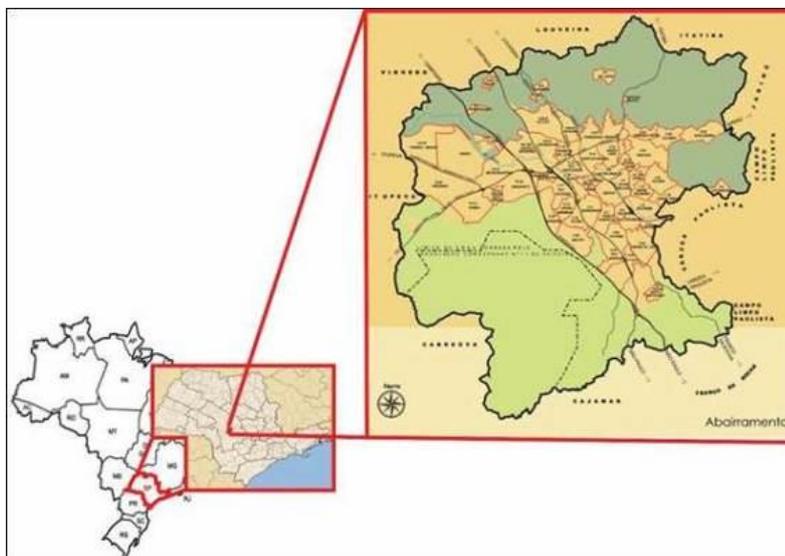
LINHA DO TEMPO





CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

Figura 6 – Caracterização geográfica de Jundiaí



Fonte: Prefeitura de Jundiaí, 2015.

Localizada a 60 km da cidade de São Paulo, Jundiaí tem 431.969 km² e 397.965 habitantes (IBGE, 2014), tendo sido classificada em primeiro lugar, pela Revista Exame e pela ONU, como a melhor cidade para se viver, segundo a qualidade de vida e qualidade dos serviços públicos prestados.

- Abastecimento de água: 100% zona urbana;
- Tratamento de esgoto: 100% na zona urbana e na zona rural, tratamento de 30.123.324,00 m³ por ano;
- Resíduos: 95% de coleta dos resíduos;
- Orçamento anual total para 2014: R\$ 1,65 bilhões;
- Orçamento anual da Secretaria de Serviços Públicos: aproximadamente R\$ 140 milhões, cerca de 8,5% do orçamento total. A Secretaria conta com 319 funcionários, sendo: 251 com ensino médio, 56 com ensino superior e 12 pós-graduados. Os serviços públicos terceirizados são prestados por 12 empresas;
- Em 2014, foram geradas 140.000 toneladas de resíduos sólidos domiciliares, ou seja, 384 t por dia, ou 0,96 kg/hab/d.

CAPACITAÇÃO TÉCNICA

As disposições previstas na PNRS dialogam com a modernidade, preservando recursos e protegendo o clima, porém explicita o desafio de prover sistemas sustentáveis para a gestão de resíduos que esbarra na carência de especialização no mercado, tanto para o desenvolvimento de conceito tecnológico quanto para a avaliação e operação de tecnologias, resultando não somente em entrave técnico na busca por melhores soluções, mas também em insegurança para a tomada de decisão por parte dos agentes públicos e privados.

Corroborando o entendimento de que apenas através do conhecimento poderemos avançar na valorização de resíduos no Brasil, durante o projeto entraram em pauta discussões que abrangeram diversas linhas temáticas tais como levantamento do panorama da gestão de resíduos no Brasil e na Alemanha, tecnologias ambientais, linhas de financiamento, particularidades sobre o licenciamento, mercado de subprodutos, desafios de gestão e, sobretudo, formação de políticas públicas.

Cientes das fragilidades inerentes à formação de um novo mercado, os esforços foram não apenas concentrados na capacitação da equipe do projeto, mas principalmente visaram gerar uma rede inteligente a partir da promoção de uma série de eventos que permitiram democratizar os conhecimentos adquiridos.

	Eventos e qualificação profissional	Local	Data	Participantes
1	1º Congresso Técnico Brasil–Alemanha	Parque da Uva – PMJ	Dezembro 2013	780
2	Workshop PUC-Rio	PUC-Rio	Março 2014	18
3	Capacitação Planejamento	Sala de situação – PMJ	Março 2014	30
4	Workshop CIESP	CIESP – Jundiaí	Abril 2014	145
5	2º Congresso Técnico Brasil–Alemanha	Florianópolis	Mai 2014	330
6	7º Encontro Técnico Alto Nível Compostagem	CETESB-SP – São Paulo	Agosto 2014	85
7	Capacitação para caracterização para grandes geradores	Sala de Reuniões SMSP – PMJ	Junho 2014	30
8	Feira RWM	São Paulo	Setembro 2014	30
9	1º Diálogo conjuntivo Cidades da América Latina	Cuenca – Equador	Novembro 2014	40
10	Estudo de Gravimetria de Resíduos Sólidos Urbanos	Geresol – PMJ	Abril e Outubro 2014	30
11	Visita Cooperlínia Ambiental do Brasil	Paulínia	Novembro 2014	10
12	Curso de Nivelamento Técnico em Gestão Sustentável de RSU	DAE – Jundiaí	Novembro 2014	230
13	Visita Técnica LOGA	São Paulo	Novembro 2014	15
14	Capacitação especializada em intervenções analíticas para caracterização de RSU	Hotel Serra de Jundiaí	Janeiro 2015	30
15	Capacitação de Compostagem e Secagem de Resíduos Sólidos Urbanos e Resíduos Orgânicos Separados com o sistema <i>ON FLOOR AERATION WITH GORE COVER</i>	Auditório do oitavo andar – PMJ	Março 2015	30
16	<i>Workshop</i> de encerramento do Projeto i-NoPa	Hotel Serra de Jundiaí	Março 2015	60
		Total de Participantes		1.893

COOPERAÇÃO TÉCNICA

O binômio firmado pela insuficiência técnica e demandas de negócio do mercado brasileiro de resíduos sólidos urbanos corroborou para uma intervenção entrelaçada de diversas instituições que dominam notório conhecimento da Alemanha tais como TUBS, DBFZ, DAAD, GIZ e BMBF.

O conceito de cooperação técnica adotado durante o projeto consolidou o compartilhamento de esforços e benefícios, à luz do impacto e do alcance sobre o mercado seja em âmbito privado seja em âmbito acadêmico, aprimorando mecanismos de negociação, avaliação e gestão dos projetos, a fim de enquadrá-los às prioridades nacionais, garantindo necessariamente a proteção climática e preservação dos recursos naturais, e ainda fortalecendo as instituições transpassando governos.

Como era esperado, o projeto repercutiu além das fronteiras de Jundiaí, despertando interesse de entidades sensíveis ao tema tais como as Prefeituras de Florianópolis, Votuporanga, Paulista, Cuenca e Lueneburg, e ainda instituições renomadas como PUC-Rio, CIESP, KFW, FINEP e SENAC.

Estas instituições, cada uma segundo sua especialidade, atuaram na forma de cooperação técnica constituindo importante instrumento de desenvolvimento, auxiliando o Brasil a promover mudanças estruturais nos seus sistemas produtivos voltados para uma gestão sustentável de resíduos sólidos, como forma de superar restrições que tolhem o natural crescimento deste novo mercado.

Os programas de cooperação técnica implementados permitiram transferir conhecimentos, experiências de sucesso e sofisticados equipamentos e programas de gestão, contribuindo assim para capacitar recursos humanos e fortalecer instituições, possibilitando um salto qualitativo de caráter duradouro.

CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

A caracterização dos resíduos sólidos urbanos é uma ferramenta importante para o desenvolvimento dos conceitos tecnológicos das plantas de tratamento, permitindo selecionar as melhores tecnologias e adequá-las ao fluxo de material existente a partir da análise gravimétrica, granulométrica e analítica, oportunizando dimensionar os equipamentos, e também escolher as melhores técnicas segundo seu potencial de empregabilidade no fluxo operacional e receptividade do mercado consumidor de recursos secundários.

Durante as análises práticas foram realizados estudos de caracterização de resíduos com base em metodologia aplicada na Alemanha para expressar o percentual em peso de material amostrado em relação à massa total dos resíduos domiciliares.

Levando em conta que o serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares se dá através do recolhimento dos dispostos pelos municípios nas vias públicas optou-se por investigar um

percentual de 2% do total recolhido nos caminhões, valor este quatro vezes superior à quantidade adotada na metodologia da Universidade de Braunschweig e do mercado brasileiro.

Figura 7 – Fluxograma da metodologia utilizada



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

O estudo foi dividido em duas etapas denominadas por Campanha 1, realizada no mês de abril de 2014, e Campanha 2, realizada nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2014.

Durante a escolha das rotas foi necessário compreender o perfil das diferentes regiões sob domínio municipal, pois de acordo com a Campanha 1, na qual a escolha das rotas estudadas foi baseada na diferença de poder aquisitivo, os resultados demonstraram que o fator socioeconômico não representou diferenças significativas com relação à composição dos resíduos gerados.

Durante a Campanha 2, as rotas foram escolhidas de acordo com as características individuais de cada região, tais como nível de desenvolvimento urbano, atividades de ocupação comercial, industrial ou residencial, e zoneamentos urbanos e rurais.

Figura 8 – Quarteamento dos resíduos domiciliares coletados para amostragem



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

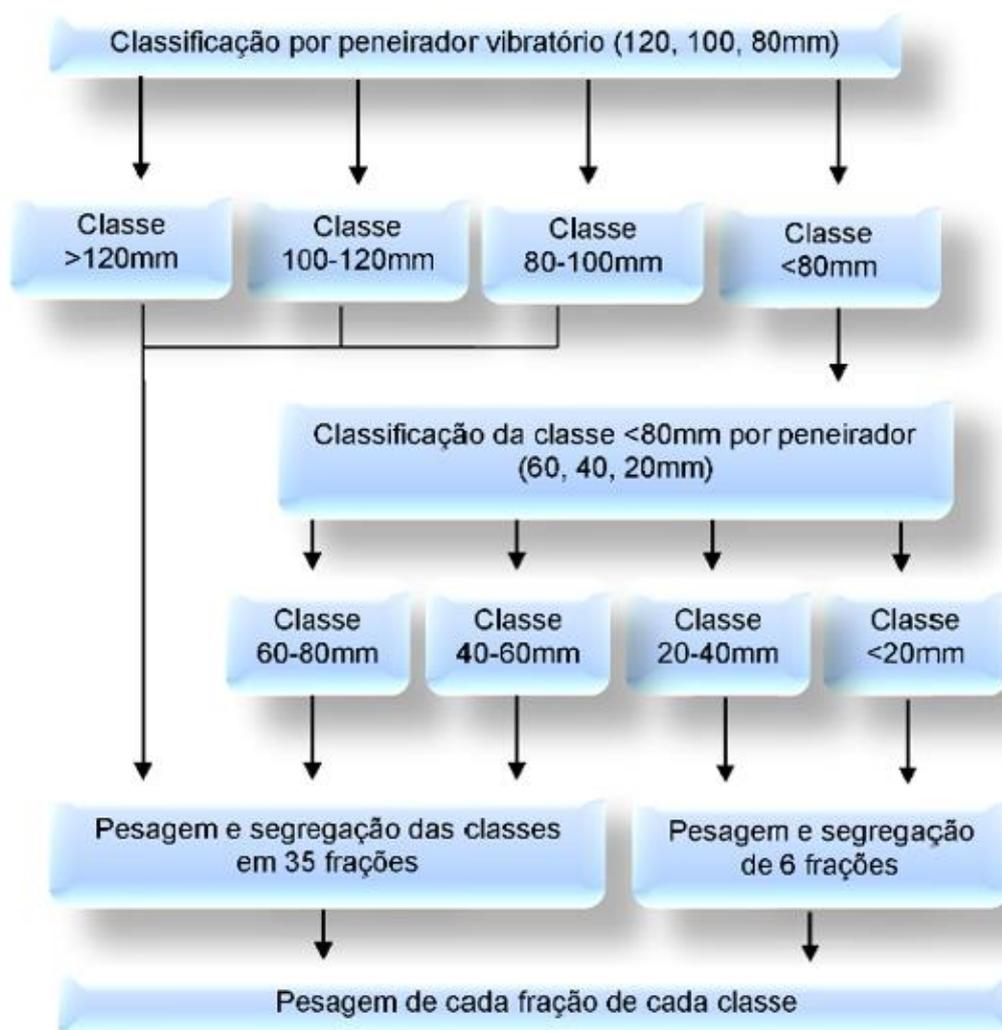
Com relação à quantidade recolhida de cada rota para amostragem, foi adotado uma média 180 kg (2% da massa total coletada pelo caminhão).

O processo de quarteamento foi realizado segundo a norma ABNT NBR 10007:2004. Para a Campanha 2 os resíduos sofreram ações para o rompimento dos sacos a fim de obter maior homogeneidade e desta forma maior representatividade da amostra. Este procedimento envolveu o partilhamento de uma pilha de resíduos em quatro partes até alcançar uma massa total de 180 – 200 kg.

A atividade de peneiramento permite a representação granulométrica de cada fração presente na massa coletada. Os materiais coletados na etapa de quarteamento foram pesados antes e após o peneiramento para estabelecer a quantidade de materiais por fração granulométrica.

Durante a análise gravimétrica utilizou-se a triagem manual por propriedades físicas. Deste modo, foram obtidas para cada classe diversas frações, por exemplo: papel, plástico, metais ferrosos, material orgânico etc.

Figura 9 – Fluxograma do Procedimento da Granulometria e Gravimetria



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Na primeira campanha, os materiais foram divididos em 26 frações, na segunda campanha os materiais foram classificados e definidos em 35 categorias.

Nesta segunda etapa, deu-se a mudança conceitual através da introdução do item “higiênicos”, onde neste item foram acumulados fraldas com absorventes e papéis higiênicos, em decorrência dos diferentes potenciais caloríficos desses materiais.

Realizou-se análises relevantes para utilização de combustível derivado de resíduos (CDR) e recicláveis com as peneiras maiores (> 80 mm), enquanto para as frações menores (< 80 mm) foram realizadas análises relacionadas ao seu emprego na forma de recicláveis, biogás, composto e biomassa.

Para a quantidade de sólidos totais, foram colocadas amostras para secagem em estufa, uma vez que o teor de umidade tem influência direta sobre a velocidade de decomposição da matéria orgânica no processo de compostagem, na produção de biogás e no poder calorífico.

Já o teor de sólidos voláteis corresponde à fração composta de matéria orgânica que é gaseificada após ser colocada em forno mufla durante 24 horas até atingir peso constante sob uma temperatura de 550 °C. Com o teor de sólidos voláteis, obtêm-se a porcentagem de matéria orgânica, sendo possível estimar sua decomposição através do tratamento biológico, bem como a presença de frações minerais na massa mista.

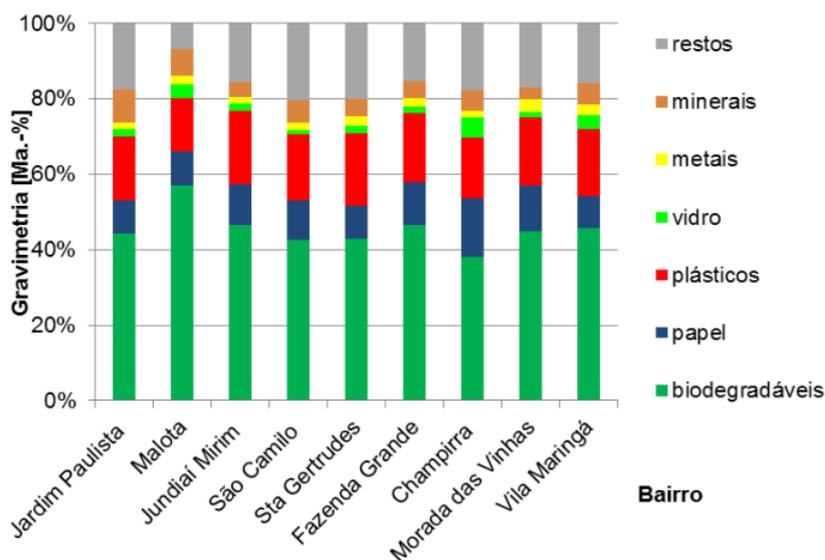
Figura 10 – Segregação dos materiais de uma classe na mesa de triagem



Foto: Projeto i-NoPa, 2014 [Höger, 04/2014].

Durante os estudos realizados em Jundiá a gravimetria encontrada apontou variação insignificante em decorrência da diferença econômica de classes, diferentemente dos estudos relacionados a este tema em outras regiões e na literatura.

Figura 11 – Gravimetria por bairro



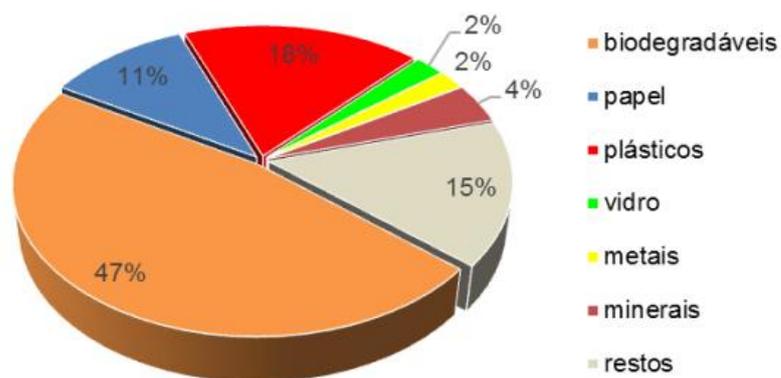
Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

No que se refere a influência dos bairros segundo prevalência de classe e atividades econômicas, nota-se que as diferenças setoriais e estruturais dos bairros não foram significativas no que tange a composição dos resíduos mistos. Observa-se que somente para o bairro Malota houve uma alta composição dos resíduos biodegradáveis em função da enorme quantidade de agregados finos orgânicos encontrados, sendo que neste bairro predominam a classe econômica de alta renda.

Estes valores se tornam relevantes para entender que, apesar de haver diferenças visíveis, no tocante a parte estrutural de um bairro para outro, o município não apresenta grandes diferenças socioeconômicas que interfiram na composição dos resíduos.

Resumindo a triagem das classes, o Gráfico da Figura 12 mostra a composição gravimétrica dos resíduos domiciliares do município.

Figura 12 – Composição dos resíduos no município de Jundiá-SP



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

No que concerne ao aproveitamento das frações orgânicas temos o comprometimento de sua qualidade devido a sua característica mista, tanto em seu emprego na forma de reciclagem de materiais quanto a geração de composto, podendo reduzir seu potencial de escoamento para o mercado consumidor. Apesar desse aspecto duvidoso pode-se antecipar que estas frações finas possuem alto potencial para recuperação energética por geração de biogás, sendo que também poderão ser submetidas à secagem biológica para fins de geração de CDR. Os resultados parciais dos ensaios analíticos são apresentados nas Figuras 13 e 14:

Figura 13 – Média do teor de Sólidos Totais de quinze amostras oriundas dos resíduos domiciliares de diferentes bairros de Jundiaí

Classe	Sólidos Totais [% de peso]
< 20 mm	49%
20-40 mm	41%
40-60 mm	44%
60-80 mm	60%
80 mm	65%

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Figura 14 – Porcentagem de orgânicos nas frações finas

Frações < 20 mm	58% de presença de orgânicos
Frações entre 20 – 40 mm	75% de presença de orgânicos

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

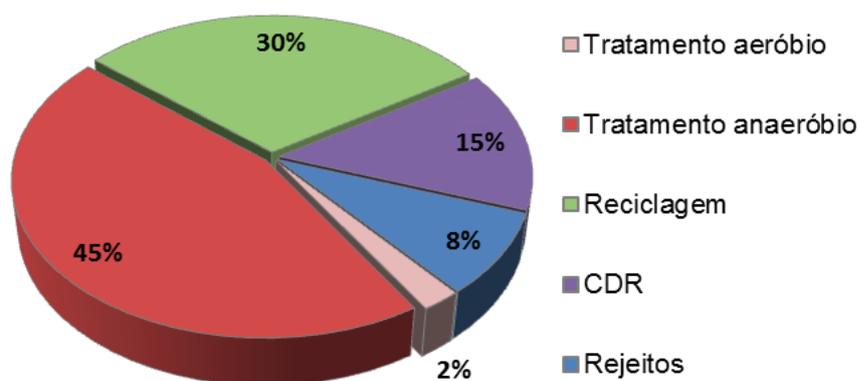
No que tange a potencialidade das frações orgânicas temos que 47% da massa poderá ser submetida ao tratamento biológico tanto aeróbio quanto anaeróbio.

Apesar dos resultados apontarem no sentido da valorização através de intervenção biológica, deverão ainda ser analisados aspectos tais como receptividade da cadeia econômica, tanto do biogás quanto da biomassa e do composto de origem mista.

Ainda, considerando a elevada presença de recicláveis na massa estudada temos evidente potencial de reciclagem nos resíduos de Jundiaí, podendo vir a representar 30% do aproveitamento na forma de reciclagem de materiais da massa total. Entretanto, estas frações, quando sofrem contaminação por orgânicos, encontram dificuldade para encaminhamento na cadeia econômica, então têm efetivamente um aproveitamento entre 5-10% do total na forma de reciclagem de materiais.

Como alternativa para as frações contaminadas há opção de introdução de secagem biológica, desde que atinjam critérios técnicos dos consumidores de CDR, tais como teor de umidade < 20% e poder calorífico inferior de 15.000 kJ/kg. Estas frações secas poderão ser enquadradas como CDR, neste caso seu aproveitamento representaria 15% da massa total. Com base nestas taxas de desvio temos que entre 8% - 40% das frações restantes seriam denominadas rejeitos e encaminhadas para a disposição final em aterros.

Figura 15 – Prospecção inicial, menos conservadora, de técnicas de tratamento segundo a caracterização dos resíduos



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

De forma geral, os dados disponíveis no mercado relativos à caracterização dos resíduos são frágeis e defasados. Frágeis por muitas vezes resultarem de campanhas incipientes que não demonstram a realidade da geração por estar amparadas em intervenções extremamente pontuais e podemos dizer econômicas, no sentido em que se realizam campanhas aquém das necessárias para garantir representatividade aos dados coletados. Ainda, a fragilidade se reflete durante a realização da campanha onde há pouca experiência para identificar o tipo de resíduo, desta forma por muitas vezes confundindo suas condições qualitativas e nomeando grupos de compilação erroneamente, além de negligenciar as influências granulométricas e analíticas na elaboração de conceitos tecnológicos.

Faz-se necessário esclarecer que a metodologia brasileira de caracterização dos resíduos não leva em consideração a influência granulométrica das massas e também não avalia analiticamente os resíduos, dados estes imprescindíveis para o planejamento de rota tecnológica, no momento em que o substrato interferirá drasticamente no desempenho operacional da planta de tratamento.

A definição de rota tecnológica demanda um processamento eficaz do substrato e a geração de subprodutos que sejam valorizados pelo mercado. No caso em pauta, para a cidade de Jundiaí, optamos pelo tratamento mecânico-biológico pelos motivos que extrapolam a constituição

dos resíduos sólidos urbanos, mas abarcam ainda a preservação dos recursos naturais e a proteção do clima.

As ações recomendáveis para fins de garantir um mapeamento tecnológico que atenda às necessidades do mercado brasileiro vão além das questões de ordem tecnológica evidenciando a necessidade primordial de capacitação das equipes e ainda o desenvolvimento de um banco de dados de excelência.

Desta forma, garantir dados atualizados servirá de ferramenta fiel para o planejamento, não distorcendo valores e principalmente, não onerando desnecessariamente o erário, promovendo assim o compromisso das melhores práticas.

CARACTERIZAÇÃO DE GRANDES GERADORES

No município de Jundiaí, de acordo com a Lei nº 2.140/1975 que trata sobre os serviços de limpeza pública, em seu artigo 3º definiu a competência no manejo de resíduos do município para aqueles: “originários de restaurantes, bares, hotéis, quartéis, mercados, matadouros, abatedouros, cemitérios, recintos de exposições, edifícios públicos em geral e, até 400 (quatrocentos) litros, os de estabelecimentos comerciais e industriais”.

O diagnóstico municipal acerca da gestão destes resíduos dentro dos empreendimentos considerados grandes geradores se traduz numa ferramenta importante, tanto para fundamentar o prognóstico desta planta quanto para elucidar questões como capacidade de processamento e conhecimento da tipologia de material para tratamento, como para definição da rota tecnológica adequada, além do estabelecimento da condição de diálogo entre setor público e privado para a consolidação de políticas públicas que tratem diretamente destes geradores e a análise do emprego desta fração no mercado consumidor de recursos secundários.

Acompanhando a tendência no Brasil onde as administrações públicas não interagem com o setor privado no sentido de dominar conhecimento sobre as práticas das indústrias, comércios e serviços, quando do início do projeto, nos deparamos com a lacuna da ausência de dados sobre a gestão de resíduos oriunda do setor privado.

Desta forma, a fim de realizar o diagnóstico ambiental no município de Jundiaí foi necessário elaborar um questionário visando captar informações pertinentes ao atendimento das premissas propostas pela PNRS. Este questionário foi intitulado como “Análise Mercadológica de Grandes Geradores”, documento com abordagem ampla e complexa que permitiu compreender as demandas do setor com vistas à sua integração futura em projeto de gestão sustentável de resíduos sólidos.

O principal foco durante a elaboração do conteúdo do questionário era a caracterização dos grandes geradores do município de Jundiaí, e para tal foi imprescindível dividir a equipe em três setores: técnico, operacional e de gestão, visando garantir multidisciplinaridade durante o desenvolvimento do projeto.

O questionário utilizado para o levantamento dos dados foi dividido em quatro etapas abordando 58 questões em sua maioria de múltipla escolha visando captar informações pertinentes ao atendimento das prerrogativas previstas na PNRS, tais como:

- o levantamento de dados relativo à logística reversa;
- o levantamento qualitativo e quantitativo, inclusive analítico físico-químico, dos resíduos industriais, comerciais, residenciais e verdes;
- as formas de separação, coleta, destinação e tratamento;
- o domínio dos aspectos legais daquele responsável pela gestão de resíduos no empreendimento;
- os tipos de fonte de energia utilizada em suas atividades;
- o nível de comprometimento da equipe responsável sob a ótica ambiental e social; e, ainda, -
- uma discriminação pormenorizada, em formato de tabelas, dos resíduos gerados tais como: recicláveis, orgânicos, minerais, perigosos, sujeitos às premissas legais da logística reversa e outros resíduos gerados pelos empreendimentos.

Outro ponto importante definido no transcorrer dos trabalhos foi a ampliação do campo de pesquisa passando a integrar ainda no universo amostrado os setores de serviços, uma vez que o foco inicial era avaliar somente comércios e indústrias. Portanto, passaram a ser considerados como massa investigada àqueles estabelecimentos que também se enquadram na definição de grandes geradores tais como escolas, restaurantes, hotéis, terminais rodoviários, etc.

O período de realização da campanha de análises dos Grandes Geradores ocorreu durante cinco meses, de maio a setembro de 2014. Neste processo, 23 pessoas estiveram envolvidas e de 22.726 instituições existentes no município segundo a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia (2013), 232 foram contatadas e 224 efetivadas, caracterizando assim 1% do total do universo de amostragem.

Através da interpretação das respostas desse levantamento estatístico, desenvolveu-se um relatório com o intuito de transpor o que foi compreendido durante a aplicação dos questionários e, ter um diagnóstico representando as necessidades, os conhecimentos, e as dificuldades vivenciadas pelos entrevistados durante o processo de gestão dos resíduos.

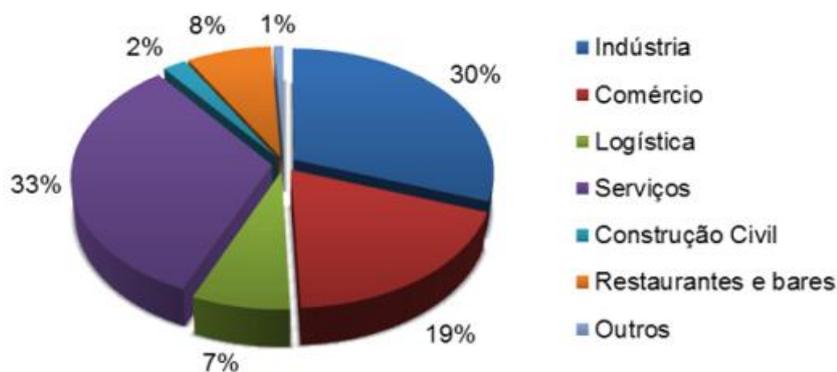
Figura 16 – Composição dos RSU nos bairros amostrados (Campanha 1 e 2)



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Em sua maioria, 91% dos consultados responderam que entendem a importância de disseminar as informações sobre a gestão de resíduos na empresa, mostrando grande interesse em colaborar com o projeto.

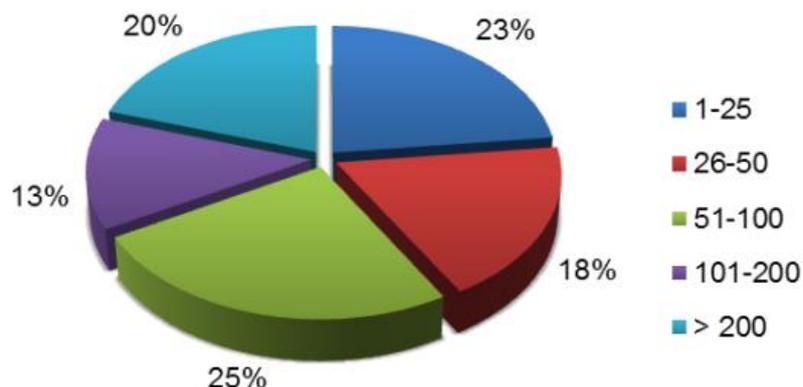
Figura 17 – Questão 3: Sua empresa atua em qual setor?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Os setores da economia abordados na pesquisa foram bastante estratificados representando com fidelidade a economia local. Inicialmente as grandes indústrias seriam o alvo de aplicação dos questionários, mas a necessidade de gerar números mais significativos foi identificada, partindo então para a área de serviços e comércios como grande parte dos entrevistados.

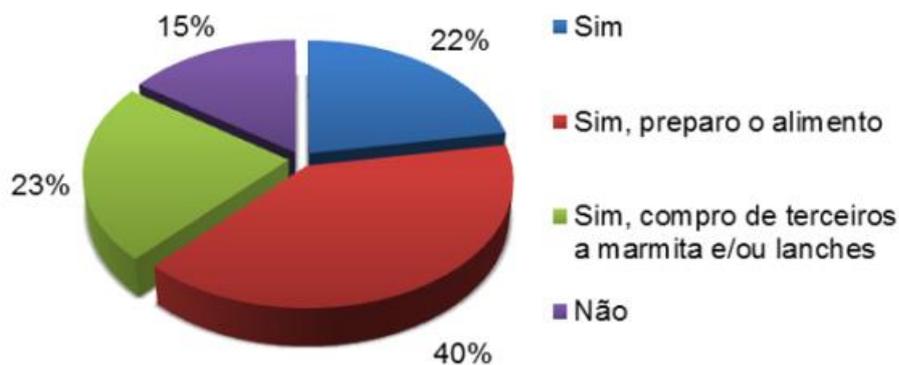
Figura 18 – Questão 4: Quantas pessoas trabalham na empresa?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

A quantidade de funcionários oscila de acordo com o porte e segmento das empresas, sendo que 25% representam a maior parte das entrevistadas onde o número de funcionários varia entre 51 e 100.

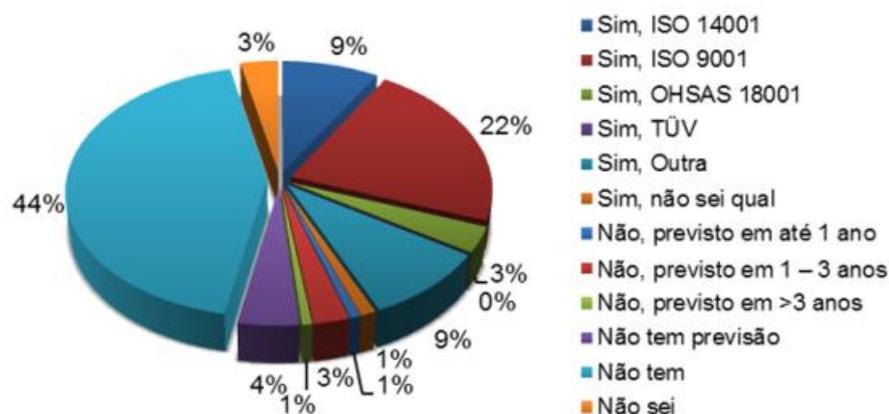
Figura 19 – Questão 5: Tem refeitório?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

De 85% das empresas que possuem refeitório próprio para os funcionários, em 40% o alimento é preparado por elas mesmas, o que indica uma maior geração de resíduos orgânicos.

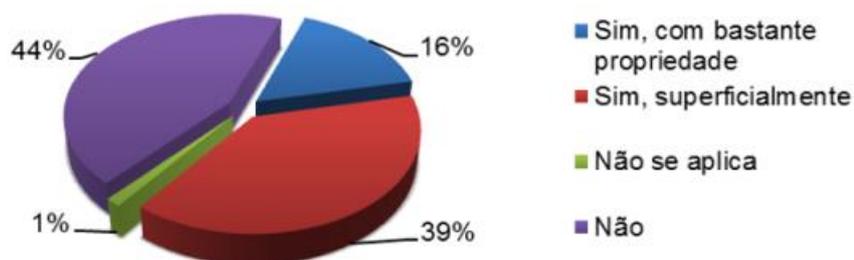
Figura 20 – Questão 6: A empresa tem certificação de qualidade?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Comprovando seu compromisso ambiental, existe programa de certificação de qualidade implementado em 44% das empresas.

Figura 21 – Questão 12: Você conhece os termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos?

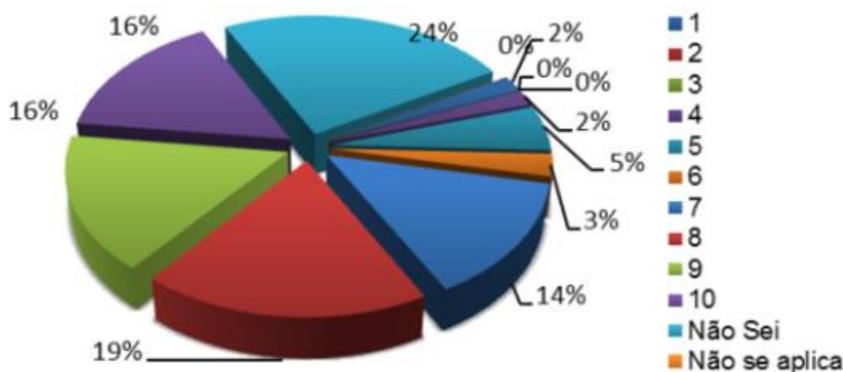


Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Em 55% dos casos, os entrevistados disseram ter conhecimento sobre os termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, fato que corrobora com os resultados das duas questões anteriores, onde pelo menos 60% indicavam que têm conhecimento sobre a logística reversa, sendo que está incluída nos termos da PNRS.

Entretanto, observando que 55% dos entrevistados responderam que conhecem com alguma propriedade a existência da PNRS, podemos concluir que a Política Nacional de Resíduos Sólidos já pode ser considerada um instrumento balizador da gestão de resíduos nos setores empresariais entrevistados. Quanto ao segmento que declarou ter conhecimento ou certo conhecimento, há possibilidade ainda de filtrar o nível de conhecimento para fins de incentivo aos programas de nivelamento. Já para o setor que declara desconhecimento, pode ser interessante a promoção de curso de introdução à PNRS.

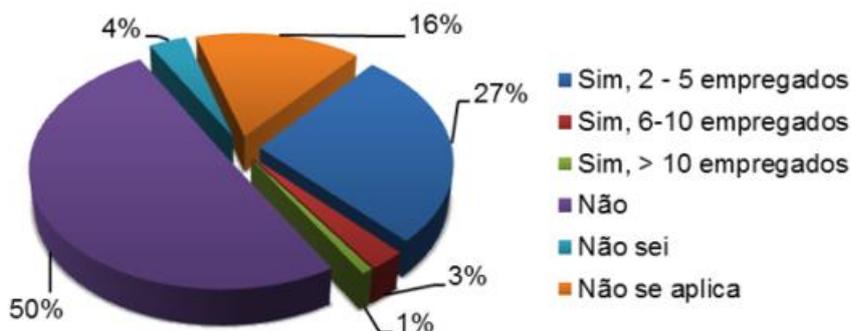
Figura 22 – Questão 21: Dê uma nota para o serviço referente à gestão dos resíduos sólidos realizado pela Prefeitura na coleta tradicional:



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

As notas entre 7 e 10 referentes à coleta tradicional representam 65% das empresas, indicando grande satisfação pelo serviço prestado pela Prefeitura, enquanto 24% não souberam avaliar.

Figura 23 – Questão 24: A empresa possui um departamento para gestão de resíduos?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Sobre a gestão de resíduos na empresa, 31% tem um departamento exclusivo para seu acompanhamento. Em 50% delas não existe esse departamento, muitas vezes os responsáveis pela gestão de resíduos eram gerentes, supervisores, técnicos em segurança do trabalho, responsáveis pela limpeza, etc.

Figura 24 – Questão 25: Há plano de gestão de resíduos na empresa?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Pode-se observar que 22% das empresas elaboraram seu plano de gerenciamento de resíduos, enquanto que 73% ainda não possuem seus respectivos planos, denotando a falta de informação acerca dos termos da PNRS.

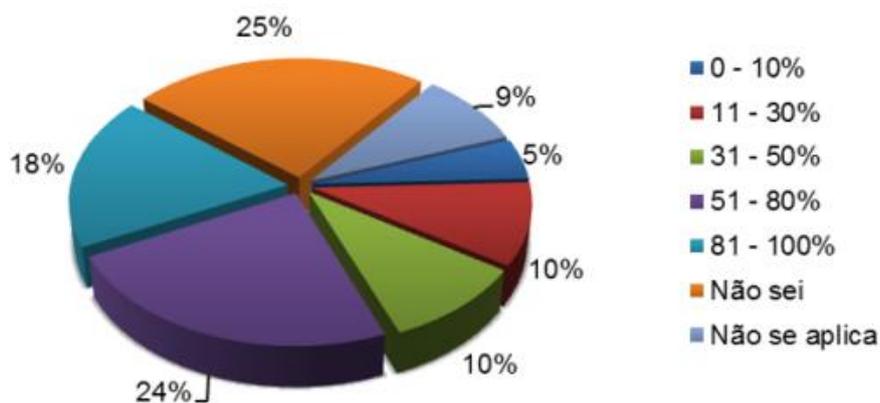
Figura 25 – Questão 29: A coleta seletiva está estabelecida dentro da empresa?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Constatou-se que 91% já implementaram a prática da coleta seletiva interna, 23% delas separam apenas entre orgânico e reciclável misto, 83% têm uma segregação mais detalhada de seus resíduos. Foi possível detectar no processo de tabulação que nem todas as empresas utilizam os cestos coloridos para a separação, mas em algum processo das atividades da empresa acabam por separar certos tipos de materiais para sua correta destinação ou aproveitamento, caracterizando então que existe a coleta seletiva implantada.

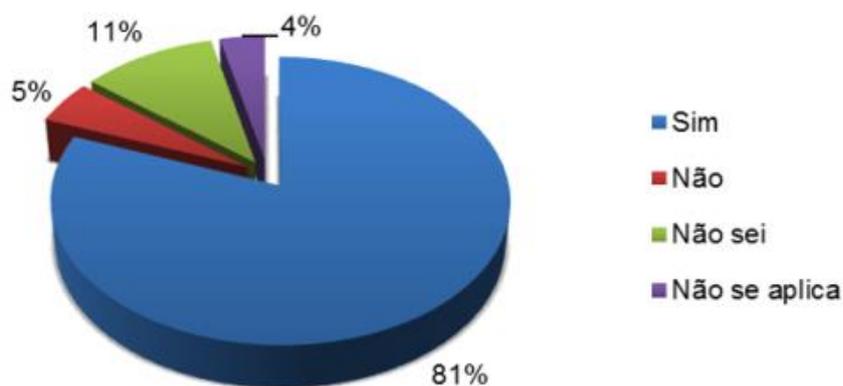
Figura 26 – Questão 31: Qual a porcentagem de reciclagem?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Com a coleta seletiva implantada, em 42% foram alcançados índices significativos de reciclagem superiores a 50%.

Figura 27 – Questão 37: Há interesse na formação de parceria com a Prefeitura para a promoção de cursos/palestras de capacitação sobre gestão ecoeficiente de resíduos?



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Considerando a premissa de responsabilidade compartilhada, temos que urge a necessidade de um alinhamento entre as práticas públicas e privadas. A expectativa por uma cooperação entre os atores foi identificada durante o levantamento quando 81% dos consultados apresentaram sua vontade em estabelecer parceria com a Prefeitura para a melhoria da gestão dos resíduos no município.

Outro ponto importante abordado no questionário, foi o custo envolvido na destinação dos resíduos, sejam classe I ou classe II – A e B, e se também há receita advinda da venda dos resíduos, como observado em muitos casos da fração seca reciclável. Com base nos dados obtidos

através dos questionários foi possível selecionar o custo e a receita média de três empreendimentos entrevistados, observamos que os recursos empregados em cada empresa são divergentes, isto pode ser explicado pelo ramo de atividade desempenhada por cada uma.

Quanto aos prestadores de serviços, observamos uma gama diferenciada de empresas que realizam a coleta e disposição final de resíduos, seja classe I ou II. Nota-se também que este mercado voltado ao gerenciamento de resíduos de empreendimentos considerados grandes geradores está em expansão. Porém deve-se observar se esta gestão vai de encontro com o preconizado pela PNRS, se efetivamente o serviço proposto de valorização é realizado.

No tocante aos grandes geradores, temos que a aplicação dos questionários nos permitiu concluir que apesar de todos os desafios a serem enfrentados, os entendimentos dos envolvidos são congruentes no que diz respeito à priorização da valorização dos resíduos. Desta forma, a lei federal apresenta-se como um forte instrumento de apoio e fomento das novas práticas.

Os grandes geradores, principalmente aqueles das atividades industriais, estão empenhados em atender a demanda regulamentada a fim de melhorar o sistema de gestão interna e garantir a logística reversa. Já o setor de comércio e serviços, não demonstrou tanto domínio sobre o assunto, uma vez que sua gestão de resíduos é simples e não exige mais do que uma visão geral sobre as ações, sendo estas muitas vezes ineficientes.

Através dos questionários aplicados foi possível caracterizar o cenário onde o município de Jundiaí se enquadra, desde a geração de resíduos sólidos urbanos, mas também no que tange aos grandes geradores a compreensão sobre a destinação de diversos materiais e as dificuldades da gestão dos sistemas, tanto público quanto privado.

No que diz respeito ao potencial de valorização dos resíduos privados, temos que a análise dos dados demonstrou evidente geração de resíduos recicláveis e orgânicos, estes últimos de fácil acesso sejam por sua origem durante a produção sejam pela presença intensiva de refeitórios, garantindo assim uma massa orgânica livre de contaminantes onde o tratamento será de fácil operacionalização e seus subprodutos de alta qualidade, tanto na condição de composto quanto de sua recuperação energética. No âmbito dos recicláveis, apesar de segregados, há um descontrole quanto a sua destinação quando esta é realizada por terceiros, não havendo assim garantias sobre sua adequada gestão.

Com base nos aspectos de geração e gestão levantados com o projeto, temos como oportuna a implementação de uma planta de tratamento mecânico-biológico na região, onde os resíduos potencialmente valorizáveis serão desviados dos aterros, gerando não apenas recursos secundários mas também garantindo melhores condições ambientais durante o aterramento dos rejeitos, a região estará gerando emprego e renda; e, principalmente os altos custos de destinação serão otimizados a partir da introdução de práticas comprometidas com a qualidade, afastando o desperdício local e promovendo segurança à comunidade local, aos acionistas e aos habitantes de outros municípios que estão sujeitos às consequências oriundas da exportação dos resíduos de Jundiaí, isto se deve ao fato de NÃO haver, atualmente, espaço disponível para a destinação de

resíduos no Município, desta forma o ônus da gestão tradicional acaba sendo transferido para outras comunidades.

CReED DO BRASIL

CReED é uma ONG que surgiu em 2009 na cidade de Pohlische-Heide composta de 70 membros, com o propósito de ser um centro internacional para a investigação e desenvolvimento e ainda, fomentar a formação básica e avançada em matéria de resíduos e a gestão dos recursos naturais com um alcance internacional. Ao mesmo tempo, o centro funciona como um site de demonstração de tecnologia ambiental da gestão de resíduos e recursos secundários.

O CReED do Brasil, fundado em 2015, tem como objetivo transpassar fronteiras e introduzir na América Latina uma perspectiva holística da gestão sustentável dos RSU, garantindo uma intervenção multidisciplinar e transterritorial, unindo o que há de mais desenvolvido na Europa com as novas exigências da América Latina.

Assim, o CReED do Brasil será um espaço físico dedicado ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia e recuperação de materiais, formado por um parque tecnológico de escala piloto, laboratório especializado, auditório para capacitação e biblioteca verde, tendo como foco a melhoria da realidade social através de uma vitrine de exposições e diálogos entre os consumidores, pesquisadores, empresários, líderes de opinião e a todos os cidadãos em geral, contribuindo para a construção de ferramentas sustentáveis para o benefício de toda a sociedade.

Figura 28 – Área proposta para a implementação do CReED, no GERESOL



■ Área destinada ao CREED
■ Área total do GERESOL

Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Laboratório Especializado

Durante o projeto foi instaurado 210 m² de área de laboratório voltado para a execução de análises físicas, químicas e biológicas, a fim de avaliar o potencial dos resíduos para a reciclagem, a compostagem, a biodigestão, estabilização biológica e CDR. Este laboratório foi equipado com equipamentos de ponta, tornando-se uma referência para o mercado brasileiro quando da busca por intervenções analíticas que demandam expertise e customização.

Figura 29 – Laboratório especializado em RSU



Fonte: Prefeitura de Jundiaí, 2015.

Projetos-Piloto

Figura 30 – Tecnologias aeróbias



Fonte: UTV AG, 2014.

Figura 31 – Tecnologias aeróbias



Fonte: GFA, 2014.

Considerando a necessidade de promover a capacitação voltada para aplicação prática tecnológica, durante o projeto foram introduzidas duas tecnologias aeróbias que se destinam tanto à compostagem quanto à secagem. Ambas serão pesquisadas no âmbito básico e aplicado, a partir de substratos diversos, com o intuito de adequar as tecnologias às condições brasileiras. As tecnologias são modulares atendendo, portanto, às necessidades de cidades pequenas e médias, bem como o segmento privado.

CAMPUS DE ECOEFICIÊNCIA EM RESÍDUOS

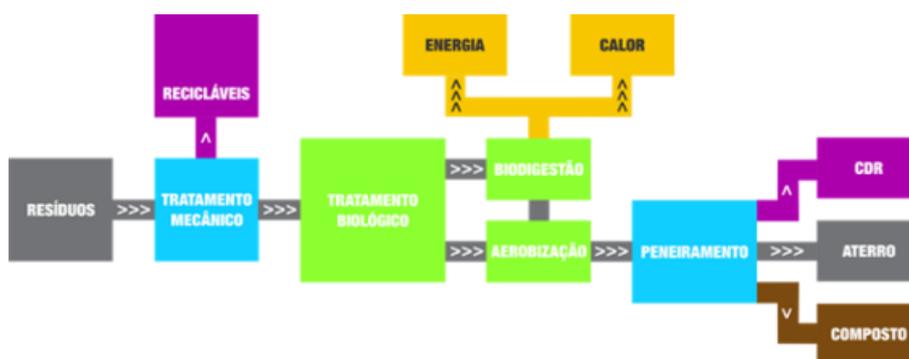
O CER – Campus de Ecoeficiência em Resíduos – será um espaço físico de caráter multidisciplinar que incorpora ambientes diversos tais como auditório, escritórios, sala de educação ambiental, laboratório, centro para treinamento e pesquisa, e pilotos tecnológicos para garantir a maior taxa de desvio de aterros, bem como a incorporação de subprodutos na cadeia econômica, por meio das seguintes tecnologias: triagem de recicláveis, fermentação, compostagem, secagem para geração de biomassa e agregados da construção civil. A energia renovável que será produzida pela planta de tratamento, através do beneficiamento do biogás, a princípio será usada para consumo próprio podendo ser ampliada conforme a demanda de mercado.

Em planejamento tem-se uma planta de tratamento mecânico e biológico com capacidade para atender a geração doméstica municipal, com capacidade de partida na ordem de 200.000 toneladas por ano, considerando um lapso de geração de dez anos, ofertando uma opção de destinação adequada tanto para o poder público quanto para os entes privados. Tem-se como área proposta para a implementação do CER, no GERESOL, que possui área de 450.000 m².

Durante o desenvolvimento da rota tecnológica é necessário assumir como pressupostos:

- flexibilidade, adaptabilidade e funcionalidade no que diz respeito as mudanças da quantidade e qualidade dos resíduos, bem como a evolução do mercado para as matérias-primas secundárias geradas;
- funcionalidade, disponibilidade e acessibilidade;
- fornecimento de matérias-primas secundárias;
- benefícios ambientais, especialmente no que diz respeito ao clima, águas subterrâneas e do uso do solo (volume de aterro);
- custos de investimento e operacionais.

Figura 32 – Rota Tecnológica – Tratamento Mecânico e Biológico



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

EXTERNALIDADES

- Multiplicação dos resultados através da implementação do primeiro centro de treinamento e de pesquisas em gestão dos resíduos sólidos urbanos;
- Desenvolvimento de mercado para recursos secundários;
- Consolidação de parcerias estrangeiras;
- Promoção da educação ambiental;
- -Proteção dos recursos primários e do clima;
- Desenvolvimento do parque industrial brasileiro para fornecimento de tecnologias para valorização dos resíduos;
- Capacitação de profissionais técnicos, graduados e pós-graduados; - Democratização no acesso à planta e suas informações;
- Consolidação do banco de dados.

CONCLUSÃO

A Política Nacional dos Resíduos sólidos é um instrumento legal extremamente avançado que tem sido amplamente discutido pela sociedade com grande avanço, estabelecendo princípios, estratégias, instrumentos e objetivos que criam obrigações e deveres para todas as entidades federais e para o setor privado, assim como programas de investimento por parte do governo federal para apoiar os municípios e as empresas, promovendo desta forma a enorme transformação que deverá ocorrer nesse setor.

A aplicação das medidas previstas na PNRS incorpora uma nova sistemática à gestão de resíduos no país, principalmente pela introdução de tecnologias para valorização dos resíduos, impondo uma série de novas atividades que devem ser implementadas a curto e médio prazo, para adequar as novas práticas às determinações previstas em Lei.

Uma vez que a Alemanha é pioneira na gestão de resíduos há três décadas e as universidades envolvidas são referência mundial devido a seu corpo de especialistas altamente competente, a parceria com a Universidade Técnica de Braunschweig e a PUC-Rio foi de extrema importância para aprimorar o conhecimento do corpo técnico da Secretaria de Serviços Públicos do Município de Jundiaí bem como das entidades acadêmicas envolvidas no Projeto i-NoPa.

No tocante aos grandes geradores, temos que a aplicação dos questionários nos permitiu concluir que apesar de todos os desafios a serem enfrentados, os entendimentos dos envolvidos são congruentes no que diz respeito à priorização da valorização dos resíduos. Desta forma, a lei federal apresenta-se como um forte instrumento de apoio e fomento das novas práticas. Indústrias estão empenhadas em atender a demanda regulamentada a fim de melhorar o sistema de gestão interna e garantir a logística reversa. O setor de comércio e serviços não demonstrou tanto domínio sobre o assunto, uma vez que sua gestão de resíduos é simples e não exige mais do que uma visão geral sobre as ações, sendo estas muitas vezes ineficientes.

Quanto à caracterização dos resíduos temos que há alto potencial de aproveitamento devido à parcela significativa das frações valorizáveis tanto orgânicas quanto recicláveis. A cidade tem uma geração bastante homogênea de seus resíduos não sendo identificadas variações significativas segundo classe social. Este resultado está diretamente relacionado com a condição econômica da população predominantemente de classe média, do baixo índice de desemprego e do incremento no padrão de consumo oriundo do desenvolvimento econômico dos últimos anos.

As condições identificadas da região no que refere ao escoamento de subprodutos apontam para o estabelecimento de planta mecânico-biológica como foco em recuperação energética, aproveitamento de recicláveis e produção de CDR tanto classe 1 quanto 2. A compostagem é indicada para àquelas frações orgânicas coletadas seletivamente principalmente através de convênios com o setor privado que geram resíduos alimentícios em maior quantidade.

A partir de requisito legal que estabelece a valorização dos resíduos, bem como considerações que concernem à proteção dos recursos naturais e do clima, propomos a implementação de um parque tecnológico denominado CER – Campus de Ecoeficiência em

Resíduos, que não visa somente promover atividades produtivas, mas principalmente assegurando a essas atividades componentes educacionais, possibilitando assim a multiplicação de instrumentos voltados para a cidadania e o desenvolvimento sustentável.

O projeto permitiu ainda que a equipe acumule conhecimento diferenciado e pioneiro, haja vista que a Política Nacional de Resíduos Sólidos é recente e as primeiras ações no município de Jundiaí passaram a ser tomadas há menos de dois anos. Através desta experiência foi possível aos envolvidos compreender a problemática da geração de resíduos sólidos da cidade, os instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, aprender as formas de geração, tratamento e disposição final de resíduos adequada às suas naturezas, conhecer tecnologias de tratamento e minimização dos impactos ambientais, desta forma ampliando a discussão com a sociedade sobre a gestão sustentável de resíduos sólidos.

O apoio e a disseminação do conhecimento prático da gestão alemã trou-xeram ao município de Jundiaí uma visão inovadora e a inspiração em transformar o sistema atual em uma realidade eficiente e contínua que vai de encontro com as premissas da Política Nacional de Resíduos Sólidos e as tendências globais.

Portanto, a experiência vivenciada por toda a equipe os torna habilitados a estabelecer relações com outras áreas do conhecimento, apresentar uma visão sistêmica no que se refere à capacidade de organização do trabalho e alinhamento com as tendências relacionadas da área. Porém, o compartilhamento de experiência durante o projeto não se esgotou nos membros da equipe diretamente envolvida, mas abrangeu novos atores do mercado, ampliando os horizontes profissionais de todos os envolvidos direta ou indiretamente, quando do acesso à informação que delineia novas práticas da gestão de resíduos e principalmente firma um compromisso comum pela preservação ambiental e proteção climática em prol das próximas gerações.

Figura 33 – Assinatura do termo de cooperação técnica Jundiaí–Lueneburg



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Figura 34 – Assinatura do termo de cooperação técnica Jundiaí–Lueneburg



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 31 maio 2015.

FRICKE, Klaus; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo; BAGNATI, Marius. (Coords.). **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos: transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil**. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população dos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2014**. Diretoria de Pesquisas – DPE, Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS, Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica – GEADD, 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/analise_estimativas_2014.pdf>. Acesso em: 31 maio 2015.

JUNDIAÍ. **Lei Municipal nº 2.140**, de 13 de outubro de 1975. [Alterada pelas Leis nº 3.062/1987, nº 3.246/1988, nº 3.620/1990 e nº 7.225/2008]. Disponível em: <<http://www.jundiai.sp.gov.br/servicos-publicos/wp-content/uploads/sites/18/2014/08/Lei-2.140-75.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2015.

MONTEIRO, José Henrique Penido *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. [Coordenação técnica de Victor Zular Zveibil]. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2015.

SÃO PAULO. **Lei Municipal nº 13.478**, de 30 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a organização do Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo; cria e estrutura seu órgão regulador; autoriza o Poder Público a delegar a execução dos serviços públicos mediante concessão ou permissão; institui a Taxa de Resíduos Sólidos Domiciliares – TRSD, a Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde – TRSS e a Taxa de Fiscalização dos Serviços de Limpeza Urbana – FISLURB; cria o Fundo Municipal de Limpeza Urbana – FMLU, e dá outras providências. Disponível em: <<http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/financas/legislacao/Lei-13478-2002.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2015.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 12.300**, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>>. Acesso em: 31 maio 2015.

Como citar [ABNT NBR 6023:2002]:

FRICKE, Klaus; CAMPOS, Tácio Mauro Pereira de; PEREIRA, Christiane; LEITE, Aguinaldo. **Capacitação e pesquisa fundamental, a fim de gerar metodologia de análise para o desenvolvimento de projeto para uma instalação de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) com fermentação integrada na cidade de Jundiaí**. Jundiaí, SP: i-NoPa – Programa Novas Parcerias Integradas, 2015. Disponível em: <<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/projeto-i-nopa.html>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Este e-book será constantemente atualizado,
verifique sempre se está com a última versão.

<http://gsrsu.blogspot.com.br/p/e-book.html>

1ª Versão: **Junho – 2015**.

Versão Atualizada: **Maior – 2017**.

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Reunião de abertura do projeto



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Workshop Finep



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Workshop Ciesp



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Peneiramento dos resíduos



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Preparativos para abordagem em grandes geradores



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Visita técnica à Cooperlândia



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Visita técnica ao CReED na Alemanha



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Capacitação técnica



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Planta tratamento mecânico-biológico



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

Workshop Final



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.

Combustível derivado de resíduos (CDR)



Fonte: Projeto i-NoPa, 2014.

1º Seminário técnico – Gestão sustentável de RSU



Fonte: Projeto i-NoPa, 2015.



Esp. em Direito Aguinaldo Leite – Formado em Direito e especialista em Direito Público. Ocupou cargos políticos e como Chefe de gabinete na Câmara dos Deputados, com participação ativa nas discussões da PNRS tendo atuado ainda como Secretário de Governo do município de Porto Feliz. Secretário de Serviços Públicos de Jundiaí, responsável pela elaboração e Implantação do Plano Municipal de Saneamento e de Resíduos Sólidos e ainda é secretário Executivo do CIAS. Especializado em Gerenciamento de Contratos de PPP, pela London School of Economic and Political Science.
 agleite@jundiai.sp.gov.br
 www.jundiai.sp.gov.br



Eng. Civil e Adv. Christiane Pereira – Engenheira civil e advogada, especialista em gestão empresarial e direito ambiental, atua como coordenadora da Universidade Técnica de Braunschweig e do Instituto CREED no Brasil. Como diretora de empresas participou em projetos nacionais e internacionais. Atuação especializada em tratamento de resíduos sólidos urbanos há 17 anos, com atividades desenvolvidas juntamente a órgãos públicos e entidades privadas, desde o desenvolvimento de conceitos tecnológicos, implementação de plantas de tratamento de RSU até avaliação técnica e desenvolvimento de análise de risco.
 chrdfesp@tu-braunschweig.de
 www.creed-ev.de



Prof. Dr. Eng. (Dipl. Geol.) Klaus Fricke – Formado em Geologia, doutor em Engenharia, professor catedrático e pesquisador da TUBS (Universidade Técnica de Braunschweig), diretor de Departamento, presidente do CREED, editor da revista técnica MUELL und ABFALL, atua há mais de 30 anos em gestão de resíduos. Foi responsável pela Implantação, em 1983, da coleta seletiva e compostagem de orgânicos na Alemanha. Autor de diversas publicações técnicas, tem participação como assessor técnico do Governo Alemão. Atua no Brasil junto a ANEEL, CADXA, FINEP, CETESB e para Prefeituras.
 Klaus.Fricke@tu-bs.de
 www.hwi.tu-bs.de



Prof. Dr. Tacio de Campos – Engenheiro civil, mestre e PhD em mecânica dos solos, pesquisador 1-A no CNPq, atua como professor e diretor do departamento de engenharia civil da PUC-Rio. Desenvolveu diversos projetos em geotecnia, análise e avaliação ambiental, entre outras áreas, tendo sido premiado pela FAPERJ, CAPES e ABMS. Assessor técnico de diversas empresas e órgãos públicos. Examinador em mais de 100 bancas de mestrado e 50 de doutorado, e outras bancas e concursos públicos. Orientou mais de 80 dissertações e 30 teses, e ainda monografias. Autor de cinco publicações e diversos artigos técnicos.
 tacio@puc-rio.br
 www.puc-rio.br



SOBRE OS COLABORADORES

Especialista em Direito Aguinaldo Leite

Graduado em Direito. Especialista em Direito Público Administrativo e Constitucional, *marketing* político, planejamento estratégico, gestão de crise e construção de cenários políticos. Ocupou cargos políticos como assessor na Câmara Municipal de Jundiaí-SP, Chefe de gabinete na Câmara dos Deputados, com participação ativa nas discussões da Política Nacional de Resíduos Sólidos nas Comissões do Congresso Nacional. Secretário de Governo do município de Porto Feliz, responsável pela implantação da modernização do sistema de Limpeza Urbana, processo de encerramento e monitoramento de aterro sanitário. Desde janeiro de 2013 é o secretário de Serviços Públicos de Jundiaí, responsável pela elaboração e implantação do Plano Municipal de Saneamento, setoriais, resíduos sólidos, macro e micro drenagem e água e esgoto. Atual presidente da Comissão do Plano Municipal de Saneamento Básico e secretário Executivo do Consórcio Intermunicipal de Aterro Sanitário (CIAS). Especializado em Gerenciamento de Contratos de Parcerias-Público-Privadas de serviços de água, saneamento básico e tratamento de resíduos sólidos, pela *London School of Economic and Political Science*.

E-mail: agleite@jundiai.sp.gov.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ A Realidade dos Municípios Brasileiros Frente à Nova Política Nacional de Resíduos Sólidos

VOLTAR ⇒ Resíduos de Construção Civil – Sistema de Gerenciamento Integrado no Município de Jundiaí-SP, Brasil

VOLTAR ⇒ Capacitação e Pesquisa Fundamental para Desenvolver e Implementar uma Instalação de Tratamento Mecânico-biológico, com Estágio de Fermentação Integrada em Jundiaí-SP, Brasil

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

VOLTAR ⇒ Projeto i-NoPa – Capacitação e pesquisa fundamental, a fim de gerar metodologia de análise para o desenvolvimento de projeto para uma instalação de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) com fermentação integrada na cidade de Jundiaí-SP

Doutor Engenheiro de Minas Alexander Gosten

Em 1990 passou a atuar na gestão de resíduos em diversos projetos e assumindo posições de chefia na empresa RWE Umwelt GmbH. A partir de 1996 tornou-se o diretor de negócios da empresa Berliner Stadtreinigung A. ö. R. assumindo os negócios relativos a gestão de tratamento de resíduos, planejamento e construção de novas plantas, tendo operado mais que vinte plantas, ainda realizou remediação de aterros e gestão de fluxo de materiais. Atualmente ocupa a posição de vice-presidente do departamento de gestão de resíduos.

E-mail: alexander.gosten@bsr.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

*Veja na Parte I ⇒ Exploração e Beneficiamento do Biogás Obtido
na Planta de Fermentação da Cidade de Berlim*

Tecnóloga Aline Cardoso Domingos

Tecnóloga em Gestão Ambiental e Cursando Engenharia Ambiental e Sanitária no Centro Universitário Padre Anchieta.

E-mail: aline.cardoso_d@yahoo.com.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Tecnólogo em Meio Ambiente Anderson Luiz de Araújo

Tecnólogo em Meio Ambiente formado pelo Centro Universitário Padre Anchieta, cursando Engenharia Ambiental no Centro Universitário Padre Anchieta, atua como Técnico em Construção Civil na Secretaria Municipal de Serviços Públicos da Prefeitura do Município de Jundiaí-SP.

E-mail: aaaraujo@jundiai.sp.gov.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Doutor Geógrafo André Luiz da Conceição

Mestre e Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos, pela UNICAMP. Graduado e Especialista em Geografia, pela UNESP. Docente do Centro Paula Souza e do Centro Universitário Padre Anchieta – UniAnchieta, em Jundiaí-SP.

E-mail: conceicao.andreluiz@yahoo.com.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***VOLTAR ⇒ Iniciativas de Ensino e Pesquisa em
Gestão de Resíduos em Jundiaí-SP, Brasil***

Doutor Andreas Jaron

Desde 1994 atua como Chefe de Divisão do Departamento de “Princípio e assuntos internacionais da economia Circular; Movimento Transfronteiriço de Resíduos” do Ministério Federal do Meio Ambiente, da Conservação da Natureza, da Construção e da Segurança Nuclear em Bonn, na Alemanha. Dr. Jaron estudou Economia e Filosofia/Política/Sociologia da Universidade de Muenster e Ciência da Computação da Universidade de Ciências Aplicadas, em Dortmund. A partir de 1986, trabalhou em várias funções no Ministério do Meio Ambiente da Baixa Saxônia (Niedersachsen). Em 1990, mudou-se para a Comissão Europeia ocupando a Direção-Geral do Ambiente, e em 1992 para o gabinete do Ministro Federal Klaus Toepfer, em Bonn. Membro da Mesa (Conselho de Direção) da OCDE, “Grupo de Trabalho da Produtividade de Recursos e Resíduos” e foi membro da Mesa da Convenção de Basileia durante dez anos. É autor de vários artigos e publicações sobre questões nacionais e internacionais de gestão de resíduos e a produtividade dos recursos. É muito ativo no mercado europeu e em projetos internacionais para apoiar o desenvolvimento de uma economia circular de resíduos.

E-mail: andreas.jaron@bmu.bund.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

*Veja na Parte I ⇒ Gestão Internacional de Resíduos:
desafios, medidas e possibilidades*

Anne-Sophie Fölster

Estudante de engenharia ambiental na TU Braunschweig, Alemanha desde 2011 com atuação em diversos projetos na Alemanha e no Brasil voltados para a gestão de resíduos sólidos e proteção ao meio ambiente.

E-mail: a.foelster@tu-braunschweig.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Administrador e Engenheiro Ambiental Anton Zeiner

Administrador e Engenheiro Ambiental. Desde 2013 tem atuado como assistente de pesquisa na Universidade Técnica de Braunschweig, nos seguintes ramos de pesquisa: tratamento mecânico e biológico (aeróbio e anaeróbio) de resíduos sólidos urbanos, mineração de aterros e desenvolvimento de planos de gerenciamento de RSU para municípios.

E-mail: a.zeiner@tu-bs.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***Veja na Parte I ⇒ Mineração dos Resíduos Sólidos Urbanos de Aterros Sanitários:
redução das massas a serem depositadas, através do tratamento de frações finas***

Engenheiro Civil Antonio Marius Zuccarelli Bagnati

Engenheiro Civil, formado pela UFRGS em 1975, possui uma carreira consolidada na iniciativa privada, atuando na execução de obras de infraestrutura urbana e na área de tecnologia, como dirigente da empresa Tecno Acción do Brasil. Atualmente ocupa a Diretoria de Operações da Companhia Melhoramentos da Capital, Florianópolis, Santa Catarina (Comcap), tendo exercido a Presidência por dez anos em diferentes períodos, a partir de 1986. É pós-graduando em Direito Ambiental pela Faculdade de Ciências Sociais de Florianópolis (CESUSC) e em Consultoria Ambiental pela Universidad Europea Miguel de Cervantes.

E-mail: marius@comcap.org.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***VOLTAR ⇒ Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos:
desafios e oportunidades***

***VOLTAR ⇒ Programa Beija-Flor de Tratamento Descentralizado
de Resíduos em Florianópolis-SC, Brasil***

Engenheiro Mecânico Axel Hüttner

Estudou engenharia na Universidade Técnica de Clausthal-Zellerfeld. Mestrado em engenharia de processos. Atua no campo da reciclagem, tratamento e recuperação de energia de materiais, resíduos e rejeitos, tendo como especialidade o tratamento anaeróbio. Após atuar como pesquisador no Instituto de Tecnologia do Centro de Pesquisa Agrícola Federal, ingressou na empresa Bühler GmbH, tendo em seguida trabalhado como consultor para diversas empresas em projetos de engenharia e planejamento. Atualmente é engenheiro sênior da IGLux Witzenhausen GmbH.

E-mail: a.huettner@iglux-witzenhausen.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ A Biodigestão de Resíduos Sólidos na Alemanha

Veja na Parte I ⇒ Tecnologias de Purificação de Biogás

Doutora Geóloga Beate Vielhaber

Formada em Geografia e doutora em Geologia. Desde 1998, é diretora de planejamento na Associação de Resíduos da Região de Hannover e coordenadora técnica da AHA (planta municipal de tratamento mecânico e biológico) e ainda assessora os comitês de DGGT e DWA, com ampla experiência em planejamento de aterros e técnicas ambientais de valorização e gestão de planta de tratamento mecânico e biológico com fermentação integrada.

E-mail: beate.vielhaber@aha-region.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***Veja na Parte I ⇒ Valorização de Resíduos Sólidos Urbanos:
conceito, experiências operacionais e otimização***

Doutor Bertram Kehres

Diretor executivo da BGK (Associação alemã que regulamenta a qualidade do composto).

E-mail: b.kehres@kompost.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***Veja na Parte I ⇒ Gestão de Qualidade: certificação de produtos
para o emprego sustentável do composto orgânico***

Engenheiro Bruno Mattheeuws

Gerente de relações públicas da OWS, graduado em 2003 como engenheiro ambiental. Atuou durante 3,5 anos como controlador da ONG Belga para simulação de biogás. Trabalhou também em Honduras e Colômbia em plantas de biogás a partir de palmeiras. Desde 2008 trabalha para a OWS no departamento de *Marketing*.

E-mail: bruno.mattheeuws@ows.be

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte III ⇒ A Tecnologia DRANCO

Dipl.-Engenheiro Nuclear Burkart Schulte

Engenheiro nuclear e vice-presidente do CREED. Trabalhou no departamento para tratamento de resíduos radioativos no Centro de Pesquisa de Karlsruhe. Em 1980, mudou para a unidade de reprocessamento de combustível nuclear queimado (WAK). Foi nomeado à Usina europeia de reprocessamento EUROCHEMIC em Mol, na Bélgica. Participou, em 1985, do planejamento da planta piloto de condicionamento PKA em Gorleben. Foi responsável pelo planejamento e iniciação da planta de reprocessamento em Wackersdorf antes de mudar para a empresa COLENCO, na Suíça. A partir de 1993 gerenciou a planta de valorização de resíduos local (AML). Atualmente é membro de vários grêmios nacionais e internacionais na área de gestão de resíduos.

E-mail: schulte@CReED-ev.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***Veja na Parte I ⇒ CReED – Centro para Pesquisa, Educação e
Demonstração em Gerenciamento de Resíduos***

Camila Barbi Campos

Cursando Engenharia Ambiental e Sanitária no Centro Universitário Padre Anchieta.

E-mail: camila.bcampos@hotmail.com

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Engenheiro Eletromecânico Carlo Vendrix

Formado em engenharia eletromecânica no Technisch Instituut H.Hart na cidade de Hasselt – Bélgica. Trabalhou na Mannesmann Demag – Vespasiano – MG nas áreas de compressores alternativos industriais e de controladoria para o *follow-up* de custos de contratos. Atualmente exerce a função de gerente de contratos no setor de tecnologias de meio ambiente da Kuttner do Brasil, responsável pela tecnologia de tratamento mecânico e biológico de resíduos sólidos orgânicos.

E-mail: c.vendrix@kuttner.com.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte III ⇒ Biodigestão – Tecnologia Kompogas

Advogado Carlos RV Silva Filho

Advogado, Diretor Presidente da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) e Vice-Presidente da *International Solid Waste Association* (ISWA).

E-mail: carlos@abrelpe.org.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***VOLTAR ⇒ Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil:
panorama, desafios e perspectivas***

Doutor Engenheiro Civil e Químico Ambiental Carsten Cuhls

Doutor em engenharia, engenheiro civil e químico ambiental, consultor e professor universitário em Braunschweig (desde 2009) e Magdeburg (desde 2014). Até 2000 atuou como pesquisador em Tecnologias para Tratamento de Resíduos no Instituto da Qualidade da Água e Gestão de Resíduos da Universidade de Hannover. Após este período foi cientista sênior e engenheiro-chefe do Instituto de Engenharia Ambiental, ministrou palestras sobre produtos perigosos, áreas contaminadas, avaliação do ciclo de vida, gestão dos gases residuais e o controle das emissões. De 2000 a 2014 foi gerente da GEWITRA Ltd. empresa em Hannover, atuando como engenheiro consultor para tecnologias tratamento de resíduos e o controle das emissões.

E-mail: Carsten.Cuhls@gewitra.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ Tratamento de Emissões Gasosas Provenientes de Plantas de Tratamento Mecânico-Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos

Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira

Engenheira civil e advogada. Especialista em Direito Ambiental e Gestão Empresarial. Doutoranda pela Technische Universität Braunschweig. Atua como coordenadora da Universidade Técnica de Braunschweig e do Instituto CReED no Brasil. Com trajetória profissional formada pela pluralidade de eixos temáticos, foi como diretora de empresas que abarcou responsabilidades voltadas para o nível tecnológico e jurídico, participando de projetos nacionais e internacionais. Atuação especializada em tratamento de resíduos sólidos urbanos com atividades desenvolvidas juntamente a órgãos públicos e entidades privadas, desde o desenvolvimento de conceitos tecnológicos, implementação de plantas de tratamento de RSU até avaliação técnica e desenvolvimento de análise de risco.

E-mail: christiane@terramelhor.com.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Apresentação

VOLTAR ⇒ Capacitação e Pesquisa Fundamental para Desenvolver e Implementar uma Instalação de Tratamento Mecânico-biológico, com Estágio de Fermentação Integrada em Jundiaí-SP, Brasil

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

VOLTAR ⇒ Os Desafios da Educação Ambiental Formal em Matéria de Tratamento de Resíduos Sólidos no Brasil

VOLTAR ⇒ Proteção Climática através de uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos

VOLTAR ⇒ Projeto i-NoPa – Capacitação e pesquisa fundamental, a fim de gerar metodologia de análise para o desenvolvimento de projeto para uma instalação de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) com fermentação integrada na cidade de Jundiaí-SP

Veja na Parte I ⇒ A Alemanha como Protagonista do Desenvolvimento Socioambiental em Gestão de Resíduos

Veja na Parte I ⇒ Eficiência Energética da Reciclagem de Materiais e da Recuperação Energética de Frações Seleccionadas dos Resíduos

Veja na Parte I ⇒ CReED – Centro para Pesquisa, Educação e Demonstração em Gerenciamento de Resíduos

Veja na Parte I ⇒ A Biodigestão de Resíduos Sólidos na Alemanha

Veja na Parte III ⇒ Tecnologias Ambientais: ferramentas para a valorização de resíduos sólidos urbanos

Veja na Parte III ⇒ Análise de Risco: combustão em plantas de tratamento mecânico-biológico e em áreas de armazenagem e disposição final de resíduos

Pedagoga Christine Pereira-Glodek

Pedagoga, técnica em administração e em meio ambiente, atuou na Alemanha em projetos educacionais e terapia curativa baseados na antroposofia. Tem atuação no Brasil na gerência de projetos de tratamento de resíduos sólidos urbanos com atividades desenvolvidas juntamente a órgãos públicos e entidades privadas, auxiliando no intercâmbio de informações técnicas entre a Universidade Técnica de Braunschweig, Instituto CReED e prefeituras brasileiras.

E-mail: christine@terramelhor.com.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***VOLTAR ⇒ Os Desafios da Educação Ambiental Formal em
Matéria de Tratamento de Resíduos Sólidos no Brasil***

Engenheiro Civil Christof Heußner

Engenheiro civil. Atua desde 2011 como assistente de Pesquisa no departamento de gestão de resíduos e recursos do Instituto Leichtweiß da Universidade Técnica de Braunschweig.

E-mail: c.heussner@tu-bs.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ A Biodigestão de Resíduos Sólidos na Alemanha

Tecnóloga Diana Piffer Gigliotti

Tecnóloga em Gestão Ambiental e cursando Engenharia Ambiental e Sanitária no Centro Universitário Padre Anchieta.

E-mail: diana_pg88@hotmail.com

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Engenheiro Civil e Ambiental Diego de Carvalho Frade

Engenheiro Civil e Ambiental pela Universidade de Brasília (UnB), com pós-graduação em Finanças Corporativas e Banco de Investimento pela Fundação Instituto de Administração (FIA/USP). Analista do Departamento de Energia e Tecnologias Limpas (DENE) da FINEP. Responsável pela gestão da carteira, interface com clientes e a análise de projetos reembolsáveis nos segmentos de Resíduos, Água e Esgoto.

E-mail: dfrade@finep.gov.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte III ⇒ FINEP e seu Papel na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

Professor Doutor Eduardo Tomasevicius Filho

Bacharel em Direito, Mestre em História Social e Doutor em Direito Civil pela Universidade de São Paulo – USP. Professor do Departamento de Direito Civil da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo – USP e Professor do Curso de Direito das Faculdades Integradas “Campos Salles”. Advogado em São Paulo.

E-mails: tomasevicius@usp.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***VOLTAR ⇒ A Política Nacional dos Resíduos Sólidos no
Funcionamento do Sistema Econômico***

***VOLTAR ⇒ Os Desafios da Educação Ambiental Formal em
Matéria de Tratamento de Resíduos Sólidos no Brasil***

Engenheiro de Petróleo Erick Meira de Oliveira

Engenheiro de petróleo formado com dignidade acadêmica (*Cum Laude*) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 2012, tendo participado também em um programa de extensão na forma de intercâmbio acadêmico com a *École Nationale Supérieure des Techniques Industrielles et des Mines d'Alès* (França). Atualmente cursando o Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), com previsão de conclusão em março de 2015. Além disso, desde 2014, é analista de projetos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), lotado no Departamento de Energia e Tecnologias Limpas (DENE).

E-mail: emeira@finep.gov.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte III ⇒ FINEP e seu Papel na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

CEO Franz Vogel

Owner manager.

E-mail: info@kompostanlagen.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

*Veja na Parte III ⇒ Tratamento Biológico Aerado em
Leiras Envelopadas com o Sistema GORE® Cover*

Gabriel de Carvalho Gimenez

Cursando Engenharia Ambiental e Sanitária no Centro Universitário Padre Anchieta.

E-mail: g.carvalhogimenez@gmail.com

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Geógrafa e Mestre em Ciências Gabriela Gomes Prol Otero

Geógrafa e Mestre em Ciências, Coordenadora Técnica da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE).

E-mail: gabriela@abrelpe.org.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

*VOLTAR ⇒ Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil:
panorama, desafios e perspectivas*

Engenheiro Civil Helge Dorstewitz

Engenheiro civil. Diretor Técnico da IGLux s.à r. l. Desde 1994 coleciona uma vasta experiência na Alemanha, Luxemburgo, França, Reino Unido e em outros países Europeus durante a concepção, construção, comissionamento e operação de plantas de tratamento de resíduos industriais em larga escala. No âmbito destes projetos, foi responsável por todos os aspectos técnicos, comerciais, ambientais e questões contratuais. Ganhou experiência em estudos de viabilidade bem como em licitações públicas para a gestão da coleta de resíduos.

E-mail: h.dorstewitz@iglux.lu

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ Tecnologias de Purificação de Biogás

Doutor Helge Wendenburg

Desde 2005 atua em Bonn como Diretor-geral e chefe do departamento de “Gestão da Água e Conservação dos Recursos” do Ministério Federal do Meio Ambiente, da Conservação da Natureza, da Construção e da Segurança Nuclear. Desde 2010 o departamento é responsável também pelo programa eficiência ecológica dos recursos. Estudou Direito na Universidade de Göttingen, onde também fez seu Doutorado em leis e apoiou entre 1979 e 1982 o Instituto de Ciência Política. Desde 1983, trabalhou em diversas funções no Governo do Distrito de Brunswick (Braunschweig) e mudou, em 1990, para o ministério do meio ambiente da Baixa Saxônia (Niedersachsen), onde chefiou diferentes divisões e ainda a Direção-Geral para a gestão de resíduos e controle de poluição do ar. É membro do Conselho de Administração da Associação Água Alemã (DWA) e da Academia de Ciências Geológicas. Autor de diversos artigos relacionados à gestão da água e dos resíduos, além de temas como legislação sobre a água e resíduos que foram publicados em diferentes periódicos, revistas e jornais. É coautor de comentários sobre as leis de gestão dos resíduos e Membro do Conselho de Administração dos editores de revistas científicas da Alemanha como “AbfallR”, “Müll und Abfall”, “W+B” and “Umwelt- und Planungsrecht (UPR)”.

E-mail: helge.wendenburg@bmub.bund.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

*Veja na Parte I ⇒ A Eficiência dos Recursos e Gestão da Reciclagem:
implementação na Alemanha*

Engenheira Ambiental Hélinah Cardoso Moreira

Engenheira Ambiental.

E-mail: helinah.cardoso@giz.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ Aproveitamento Energético de Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto: status quo na Alemanha e no Brasil

Engenheiro Civil e Ambiental Herbert Beywinkler

Engenheiro civil e ambiental, cofundador, coproprietário e gerente da of Umweltmanagement-Verfahrenstechnik Neubacher & Partner Ges.m.b.H. (UV&P) desde 1991, trabalhando na Áustria e em outros países em projetos de gestão e tratamento de resíduos na forma de geração de CDR. Atuou no desenvolvimento de diversos termos de referência na modalidade PPP para projetos de recuperação energética a partir dos resíduos e também projetos de tratamento mecânico e biológico mesofílica e termofílica, sistemas secos e úmidos de biodigestão, sistemas abertos e fechados de aerobização e compostagem e diversas modalidades de tratamento mecânico com geração de CDR, biomassa e captação de recicláveis. Sua experiência abarca ainda tecnologias diversificadas desde leito fluido estacionário e circulante, grelhas de incineração, purificação seca e úmida de gás combustível e tecnologias de “*denoxification*”.

E-mail: Herbert.Beywinkler@uvp.at

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ Lições Aprendidas Sobre Como Proceder com a Digestão Anaeróbia e Outras Plantas de Tratamento de Resíduos

Doutor Hubert Baier

Doutor em mineralogia, geocientista e pesquisador, desenvolveu atividades juntamente à Holcim na busca por alternativas para a matriz energética. Trabalhou na EnTeCo em recursos energéticos alternativos, na empresa Deutag-Remex AG atuou no pré-tratamento de recursos minerais para a produção de clínquer. Responsável por atividades e implementação de plantas cimenteira, na Dyckerhoff AG, na Alemanha. Em 2006, assumiu o cargo de diretor na empresa ECOWEST que foi a primeira empresa alemã a ser certificada como provedora de combustível secundário para coprocessamento. Atuou entre 2007 e 2010 em diversos países no desenvolvimento de conceitos sustentáveis para a promoção de resíduos em energia. Entre 2010 e 2013, atuou para Thyssen Krupp como gerente de coprocessamento na empresa Vecoplan-FuelTrack GmbH para produção de combustível derivado de resíduos. Assessorou normativas alemãs para a regulação do emprego de combustível secundário. Atualmente trabalha como consultor independente e editor de publicação técnica ZKG do segmento cimentício.

E-mail: hubert.baier@wltp.eu

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ Experiências Comprovadas com Combustíveis Alternativos em Fornos de Cimento

Doutor Jens Giersdorf

Responsável pelo projeto DKTI Sistemas de acionamento energeticamente eficientes da GIZ Brasil. De 2013 a 2016 atuou como líder de componente no projeto DKTI-Biogás. Em 2012, completou o doutorado na FU Berlin sob o tema: “*Politics and Economics of Ethanol and Biodiesel Production and Consumption in Brazil*”. Entre 2008 e 2013 foi diretor da equipe internacional no Centro Alemão de Pesquisa de Biomassa (DBFZ) em Leipzig.

E-mail: jens.giersdorf@giz.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

*VOLTAR ⇒ Proteção Climática através de uma
Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos*

Professor Doutor Psicólogo José Luiz Crivelatti de Abreu

Psicólogo com especialização em Psicologia Clínica na Abordagem Cognitivo-Comportamental. Mestre e Doutor em Psicologia pela Universidade de São Paulo – USP. Professor aposentado da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

E-mail: joseluiz@crivelatti.psc.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***VOLTAR ⇒ Programa Beija-Flor de Tratamento Descentralizado
de Resíduos em Florianópolis-SC, Brasil***

Doutor Engenheiro Civil Kai Münnich

Doutor em Engenharia Civil. Assistente de pesquisa desde 1987 na Universidade Técnica de Braunschweig, professor associado da PUC-Rio no curso de mestrado em engenharia urbana e professor na Universidade Técnica de Braunschweig e responsável pelos módulos de gestão de resíduos na graduação e curso de mestrado “Pró Água”. Líder de grupo de trabalho “Tecnologias de Aterro e Geotécnica” do Instituto Leichtweiss e responsável pelo Departamento de Laboratório em Geotécnica, Solos, Resíduos e Águas. Ramos de pesquisa: comportamentos hidráulicos em sistemas lineares, resíduos sólidos e solos, comportamento mecânico de resíduos sólidos urbanos (RSU), recalques em aterros, tratamento mecânico-biológico (TMB) de RSU e adaptação de sistemas TMB às condições locais de países em desenvolvimento.

E-mail: k.muennich@tu-bs.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***Veja na Parte I ⇒ Comportamento dos Aterros quando da
Disposição de Resíduos do Tratamento Mecânico-Biológico***

***Veja na Parte I ⇒ Mineração dos Resíduos Sólidos Urbanos de Aterros Sanitários:
redução das massas a serem depositadas, através do tratamento de frações finas***

Engenheiro Civil Karlgünter Eggersmann

Formado em engenharia civil, assumiu os negócios da Fechtelkord & Eggersmann. Proprietário da empresa Eggersmann Anlagenbau, comprou a Backhus GmbH e a BRT Recycling Technologie GmbH, atualmente é uma das maiores empresas do setor atuando desde o desenvolvimento de projetos de engenharia, produção de maquinários, execução da obra e operação, especializada em equipamentos de tratamento mecânico, biológico, fermentação, compostagem e secagem biológica.

E-mail: k.eggersmann@f-e.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte III ⇒ Otimização de Sistemas de Tratamento de Resíduos através de Conceitos Modulares

Engenheira Agrônoma Mestra Kátia Goldschmidt Beltrame

Engenheira Agrônoma formada pela ESALQ/USP. Mestre em microbiologia agrícola. Especialista em compostagem em escala industrial. Diretora Técnica de Compostagem do Grupo Ambipar. Membro do Conselho Técnico da Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal (ABISOLO).

E-mail: katia.beltrame@mk2r.com.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***VOLTAR ⇒ Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos
no Brasil: benefícios × problemas***

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke

Formado em Geologia, doutor em Engenharia, professor catedrático e pesquisador da TUBS (Universidade Técnica de Braunschweig). Diretor de Departamento de Resíduos Sólidos e Recursos naturais, presidente do CReED, editor da revista técnica MUELL und ABFALL, atua há mais de trinta anos em gestão de resíduos na Alemanha e em outros continentes, foi responsável pela implantação, em 1983, da coleta seletiva e compostagem de orgânicos na Alemanha. Autor de diversas publicações técnicas, tem participação como assessor técnico do Governo Alemão pelos Ministérios de Educação e Pesquisa, de Cooperação e de Meio Ambiente. Trabalhou no Brasil como consultor em projetos da ANEEL e Caixa Econômica Federal, para prefeituras. Coordena o curso de mestrado em Engenharia Urbana ministrado pela cooperação PUC e TUBS.

E-mail: klaus.fricke@tu-bs.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Apresentação

VOLTAR ⇒ Capacitação e Pesquisa Fundamental para Desenvolver e Implementar uma Instalação de Tratamento Mecânico-biológico, com Estágio de Fermentação Integrada em Jundiaí-SP, Brasil

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

VOLTAR ⇒ Proteção Climática através de uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos

VOLTAR ⇒ Projeto i-NoPa – Capacitação e pesquisa fundamental, a fim de gerar metodologia de análise para o desenvolvimento de projeto para uma instalação de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) com fermentação integrada na cidade de Jundiaí-SP

Veja na Parte I ⇒ A Alemanha como Protagonista do Desenvolvimento Socioambiental em Gestão de Resíduos

Veja na Parte I ⇒ Eficiência Energética da Reciclagem de Materiais e da Recuperação Energética de Frações Seleccionadas dos Resíduos

Veja na Parte I ⇒ CReED – Centro para Pesquisa, Educação e Demonstração em Gerenciamento de Resíduos

Veja na Parte I ⇒ A Biodigestão de Resíduos Sólidos na Alemanha

Veja na Parte I ⇒ Comportamento dos Aterros quando da Disposição de Resíduos do Tratamento Mecânico-Biológico

Veja na Parte I ⇒ Mineração dos Resíduos Sólidos Urbanos de Aterros Sanitários: redução das massas a serem depositadas, através do tratamento de frações finas

Veja na Parte III ⇒ Tecnologias Ambientais: ferramentas para a valorização de resíduos sólidos urbanos

Veja na Parte III ⇒ Análise de Risco: combustão em plantas de tratamento mecânico-biológico e em áreas de armazenagem e disposição final de resíduos

Administrador e Especialista em Gestão de Negócios

Lauro Raphael Acorci Donadell

Graduado em Administração de Empresas na Faculdade Politécnica de Jundiaí-SP, e Especialização em Gestão Estratégica de Negócios pela Faculdades Anhanguera, atua para a Universidade Técnica de Braunschweig como supervisor de projetos para a gestão ecoeficiente de resíduos sólidos.

E-mail: donadell@hotmail.com

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Engenheiro Luc A. De Baere

Managing Director OWS nv

Mestre em Química e Gestão de Resíduos pela Universidade de Wisconsin (EUA). Entre o período de 1980 e 1987 foi responsável pela pesquisa e desenvolvimento do processo DRANCO de digestão anaeróbia. Desde 1988 tem atuado como Diretor-geral e Gerente dos Sistemas de Resíduos Orgânicos. Detentor de diversas patentes em digestão anaeróbia de resíduos sólidos também autor e coautor de mais de 50 publicações sobre digestão anaeróbia e medição de degradabilidade.

E-mail: luc.de.baere@ows.be

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte III ⇒ A Tecnologia DRANCO

Gestor Empresarial Lucas Aparecido Rodrigues

Gestor Empresarial formado pela FATEC de Tatuí, graduando em Engenharia Civil pela CEUNSP e Pós Graduando em Gestão de Resíduos Sólidos pelo SENAC, atua como Diretor de Limpeza Pública na Secretaria Municipal de Serviços Públicos da Prefeitura do Município de Jundiaí-SP.

E-mail: larodrigues@jundiai.sp.gov.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Geólogo Mestre Luiz Gustavo Gallo Vilela

Formado em Geologia pela Universidade de São Paulo (USP). Nascido em 03 de dezembro de 1970, trabalhou em grandes obras de engenharia, tais como o Metrô de São Paulo, túneis e plantas hidrelétricas. Entre 2003 e 2008, foi sócio-diretor de importante empresa em São Paulo com atuação em meio ambiente, notadamente no estudo e recuperação de áreas degradadas e contaminadas, onde atendia grandes construtoras e incorporadoras do ramo imobiliário, além de indústrias e o setor público. Em 2009, foi nomeado Secretário de Meio Ambiente da Saev Ambiental pelo prefeito Junior Marão. Possui Mestrado em Ciências Geológicas e Ambientais pela USP de São Paulo e é Auditor Ambiental com diplomação internacional em curso desenvolvido pela JPD Environmental Ltd., da Inglaterra.

E-mail: gustavogallo@saev.com.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***VOLTAR ⇒ Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos em
Cidades de Menor Porte: caso de Votuporanga-SP, Brasil***

Dipl.-Germanística Lutz Hoffmann

BUPnet GmbH; Membro CReED, Formado em Germanística, Política e Pedagogia, fundador da empresa BUP Goettingen/Sehnde – formação, meio ambiente e gerenciamento de projetos. Fundador e diretor da BUP Consultoria Postdam e BUPNET. Fundador e prestador de serviços da empresa OC-Office Connection Goettingen.

E-mail: lhoffmann@bupnet.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

*Veja na Parte I ⇒ CReED – Centro para Pesquisa, Educação e
Demonstração em Gerenciamento de Resíduos*

*Veja na Parte I ⇒ Formação Profissional e Continuada:
instrumento fundamental para uma gestão sustentável dos resíduos*

Engenheiro Civil Magnus Martins Caldeira

Engenheiro Civil e Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Atualmente Analista de Infraestrutura do Governo Federal e Suplente do Ministério das Cidades na Rede CLIMA. Atuou como Coordenador e Professor de Curso de Graduação em Engenharia Ambiental; e exerceu cargo de Engenheiro Civil em Prefeituras Municipais.

E-mail: magnus.caldeira@cidadas.gov.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***VOLTAR ⇒ Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento
Energético do Biogás no Brasil – PROBIOGÁS***

Engenheiro Civil Marcelo de Paula Neves Lelis

Engenheiro Civil; Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Analista de Infraestrutura; Gerente de Projetos da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades; Conselheiro do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente e Membro do Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

E-mail: marcelo.lelis@cidades.gov.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético do Biogás no Brasil – PROBIOGÁS

Engenheiro Civil e Especialista em Engenharia Ambiental

Marcelo Foelkel Patrão

Engenheiro Civil formado pela PUC-Campinas e Especializado em Engenharia Ambiental pela UNICAMP, atua como Engenheiro na Secretaria Municipal de Serviços Públicos da Prefeitura do Município de Jundiaí-SP e como Diretor Técnico na Empresa MP. Projetos, com foco em projetos de infraestrutura e saneamento.

E-mail: mfptrao@jundiai.sp.gov.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Engenheira Agrônoma Maria Thelen-Jüngling

Diretora de garantia de qualidade para o composto da BGK (Associação alemã que regulamenta a qualidade do composto).

E-mail: m.thelen-juengling@kompost.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***Veja na Parte I ⇒ Gestão de Qualidade: certificação de produtos
para o emprego sustentável do composto orgânico***

PhD. Doutor Markus Bux

CEO da Thermo-System Industrie- & Trocknungstechnik GmbH (Filderstadt, FRG). Professor associado (Docente Privado) na Universidade de Hohenheim (Stuttgart, FRG). Possui PhD em Tecnologia de Secagem e um grau de Doutorado (Habilitação) da Universidade de Hohenheim. Com mais de 50 publicações científicas sobre Secagem Solar de Lodo, é um dos principais especialistas da área.

E-mail: Markus.Bux@thermo-system.com

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***Veja na Parte III ⇒ Secagem do Lodo do Esgoto Comum e Industrial
em Plantas de Tratamento de Águas Residuais:
uma forma sustentável de administração do lodo***

Engenheiro Civil Michael Balhar

Engenheiro Civil especializado na gestão de resíduos e engenharia sanitária ambiental. Desde janeiro de 2008 é CEO e Diretor da ASA GmbH. Membro de VDI, DWA, CReED, BGS e RETech.

E-mail: info@asa-ev.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ Estado da Arte e Potencial de Desenvolvimento do Tratamento Mecânico-Biológico na Alemanha

Químico Michael Ludden

Formado em química e único acionista do Grupo LM. Presidente da Associação de Tecnologia de Resíduos e Reciclagem na VDMA (Associação Alemã de Engenharia de Plantas e Máquinas). Membro do Conselho de Administração de Resíduos Domésticos na RETech Partnership e.V. alemã. Sócio-diretor da Sutco RecyclingTechnik GmbH.

E-mail: michael.ludden@sutco.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte III ⇒ Resíduos Sólidos Urbanos com Aproveitamento de Recicláveis em uma Planta de Tratamento Mecânico-Biológico

Mestre em Geografia Olga Kasper

Formada em Geografia, possui Mestrado em Geografia Aplicada com ênfase em Gestão do Meio Ambiente e de Resíduos Sólidos pela Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH Aachen, Alemanha). Participou de projetos internacionais durante a Graduação, como a introdução de conceitos de Educação Ambiental em Tena, Equador. Desenvolveu, em conjunto com órgãos municipais, um plano de Gerenciamento Energético para a cidade de Lich, na Alemanha, resultando em redução de custos e da emissão de gases do efeito estufa no município. Atualmente é Assistente Administrativa Ambiental na Terra Melhor Ltda., atuando em temas relacionados ao Tratamento Mecânico e Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos e participando em projetos nacionais e internacionais.

E-mail: olga@terramelhor.com.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***VOLTAR ⇒ Proteção Climática através de uma
Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos***

Doutor Engenheiro Professor Mestre Paulo Belli Filho

Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Graduado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos. Doutor em Química Industrial e Ambiental pela Université de Rennes, na França. Pós-doutorado na Ecole Polytechnique de Montreal. Supervisor do Laboratório de Efluentes Líquidos e Gasosos. Bolsista pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Realiza projetos com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e a Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI. Possui projetos financiados por: CNPq; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES; Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina – FAPESC; Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, Companhia de Gás de Santa Catarina – SCGAS; Fundação Nacional de Saúde – FUNASA; Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN; Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS e setor privado. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária e Ambiental, com ênfase em Tratamento de despejos, sustentabilidade da suinocultura, biogás e gestão de odores integrada ao saneamento ambiental. Coordena projetos para a disseminação de Tecnologias Sociais para o Saneamento Ambiental.

E-mail: paulo.belli@ufsc.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Tecnologias Sustentáveis para a Gestão de Resíduos da Agroindústria de Santa Catarina

Tecnóloga Roberta da Silva Leone

Tecnóloga em Gestão Ambiental e Cursando Engenharia Ambiental e Sanitária no Centro Universitário Padre Anchieta.

E-mail: roberta.leone@hotmail.com

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Engenheiro Agrícola e Civil Mestre

Rodrigo Miguel Pereira Batalha

Engenheiro Agrícola e Civil com Mestrado em Água e Solo. Doutorando na Universidade Técnica de Braunschweig (TUBS). Atua como Diretor de Programa Especial da Prefeitura Municipal de Jundiaí-SP. Professor do Centro Universitário Padre Anchieta, cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. Coordenador do Curso de Pós-Graduação (*lato sensu*) em Gestão de Recursos Hídricos.

E-mail: rbatalha@jundiai.sp.gov.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Resíduos de Construção Civil – Sistema de Gerenciamento Integrado no Município de Jundiaí-SP, Brasil

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Doutora Engenheira Agrônoma Sabine Robra

Engenheira agrônoma (Universität Kassel, 1991). Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC, 2007). Atualmente doutoranda do curso do PRODEMA (UESC) e pesquisadora do Grupo Bioenergia e Meio Ambiente, da UESC. Tem experiência na área de produção de biogás a partir de resíduos orgânicos agrários, urbanos e industriais, Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) incluindo estudos de viabilidade energética, econômica e ambiental, gestão de resíduos sólidos.

E-mail: sruesc.ios@gmail.com

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ Aproveitamento Energético do Biogás

Engenheiro Civil e Ambiental Sebastian Wanka

Engenheiro Civil e Ambiental. Atua desde 2012 como assistente de pesquisa da Universidade Técnica de Braunschweig, nos seguintes ramos de pesquisa: tratamento mecânico e biológico (aeróbio e anaeróbio) de resíduos sólidos urbanos, otimização energética de plantas de tratamento, processos de otimização e automação, estudos gravimétricos de resíduos de tratamento mecânico e biológico, mineração de aterros e tratamento posterior de resíduos após a atividade e mineração de aterros.

E-mail: s.wanka@tu-braunschweig.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***Veja na Parte I ⇒ Mineração dos Resíduos Sólidos Urbanos de Aterros Sanitários:
redução das massas a serem depositadas, através do tratamento de frações finas***

Bióloga Simone Neiva Rodella

Graduada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário do Triângulo (UNITRI), com especialização em Administração e Controle da Qualidade Ambiental pelo Centro Universitário de Votuporanga – UNIFEV e Educação Ambiental, pela UNESP Botucatu. Ocupa o cargo de Diretora da Divisão de Meio Ambiente da Saev Ambiental (Autarquia Municipal) de Votuporanga-SP, atuando, principalmente, na gestão de resíduos sólidos urbanos. Desde 2013 é Interlocutora do Programa Município Verde Azul, junto à Secretaria Estadual de Meio Ambiente, pelo qual, o município ocupa atualmente, o segundo lugar no *ranking* estadual. Atuou na área de assessoria em planejamento ambiental em Uberlândia-MG tendo trabalhado em projetos de licenciamento, recuperação de áreas degradadas e programas de educação ambiental. Atuou também como docente do ensino médio e coordenadora e docente de curso técnico em meio ambiente.

E-mail: ambiental@saev.com.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos em Cidades de Menor Porte: caso de Votuporanga-SP, Brasil

Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos

PhD. em Mecânica dos Solos (Imperial College of Science, University of London). Professor e diretor do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio e pesquisador 1A do CNPq. Criou e coordena, desde 1996, o Núcleo de Excelência em Geotecnia Ambiental, reconhecido pelo CNPq/MCT e FAPERJ. Já prestou serviços de consultoria e coordenou Projetos P&D junto a grandes empresas, como Petrobras, Alumar, Alcoa, Eletronuclear, Ligth e Furnas. Coordena o Projeto PRONEX, que tem, como um de seus temas principais, o estudo de movimentos de massas terrosas (ruptura de taludes naturais e desenvolvimento de processos erosivos). Atualmente coordena investigações voltadas à definição de mecanismos de ruptura ocorridos na Região Serrana do Rio de Janeiro frente ao megadesastre de 2011, coordena o Projeto de Pesquisa Tinguá, junto ao CENPES/PETROBRAS, com o objetivo de desenvolver uma metodologia para análise de riscos a corridas de massa em dutos e faz parte do corpo técnico internacional de consultores do Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho, Rio de Janeiro. Possui vasta experiência em investigações geotécnicas de campo e laboratório, análise do comportamento de solos saturados / não saturados e de resíduos de diferentes origens, análises de estabilidade de taludes naturais, aterros e escavações em solos, processos de contaminação do subsolo e desenvolvimento de técnicas de remediação ou recuperação de áreas degradadas.

E-mail: tacio@puc-rio.br

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Capacitação e Pesquisa Fundamental para Desenvolver e Implementar uma Instalação de Tratamento Mecânico-biológico, com Estágio de Fermentação Integrada em Jundiaí-SP, Brasil

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

VOLTAR ⇒ Projeto i-NoPa – Capacitação e pesquisa fundamental, a fim de gerar metodologia de análise para o desenvolvimento de projeto para uma instalação de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) com fermentação integrada na cidade de Jundiaí-SP

Engenheiro Civil Theo Schneider

Engenheiro civil, Diretor-geral da Ressource Abfall GmbH desde 2008, atuando em nível nacional e internacional no mercado de gestão e tratamento de resíduos, desenvolvendo estudos de impacto ambiental e projetos de eficiência energética. Executou diversos projetos para diferentes clientes, empresas privadas e públicas, Ministérios, Agências de cooperação como GIZ e KfW. Tem mais de dez anos de experiência como diretor de planta de tratamento de resíduos e mais de vinte anos de experiência em planejamento e desenvolvimento de conceitos, projetos de licenciamento, construção e operação de plantas de tratamento de resíduos tais como: TMB, digestão anaeróbia e compostagem, desde pequena escala como 14.000 t/a até larga 120.000 t/a em plantas de digestão anaeróbia, esta última integrante de uma planta de TMB para 200.000 t/a, plantas de compostagem de diferentes capacidades até 600.000 t/a incluindo tratamento mecânico, produção de CDR e outras tecnologias em Istambul.

E-mail: mail@ressource-abfall.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ Lições Aprendidas Sobre Como Proceder com a Digestão Anaeróbia e Outras Plantas de Tratamento de Resíduos

CEO Thomas Schlien

Environmental Consultant.

E-mail: t.schlien@kompostanlagen.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***Veja na Parte III ⇒ Tratamento Biológico Aerado em Leiras
Envelopadas com o Sistema GORE® Cover***

Engenheiro Mecânico Thomas Turk

Engenheiro de técnicas de tratamento e especialista em segurança ambiental. Atuando desde 1983 em gestão de resíduos sólidos urbanos. Durante o período de 1986 a 1986 – 2010 foi sócio-diretor da empresa Ingenieurgemeinschaft Witzenhausen Fricke & Turk GmbH onde planejou e acompanhou mais de cem projetos de tratamento mecânico-biológico. Entre 2008 – 2010 foi diretor técnico da Pöyry Environment GmbH. Desde 2011 ocupa a posição de sócio-diretor da empresa IGLux Witzenhausen GmbH e sócio das empresas Oeko-Bureau s.a r.l., Rumelange (L) e ORA LTD, Organic Ressource Agency, Malvern (UK). Também tem participado na direção de diversas associações tais como ANS-Arbeitskreis für Nutzbarmachung von Siedlungsabfällen e.V., BBE Bundesverband BioEnergie e.V., deENet Kompetenznetzwerk Dezentrale Energietechnologien e HERO e.V. Hessen Rohstoffe.

E-mail: t.turk@iglux-witzenhausen.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ A Biodigestão de Resíduos Sólidos na Alemanha

Engenheiro Victor Bustani Valente

Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

E-mail: victor.valente@giz.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

Veja na Parte I ⇒ Aproveitamento Energético de Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto: status quo na Alemanha e no Brasil

Vinicius Silva de Macedo

Cursando Engenharia Ambiental e Sanitária na PUC – Campinas-SP.

E-mail: vncmacedo@gmail.com

VOLTAR ⇒ Colaboradores

VOLTAR ⇒ Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais

VOLTAR ⇒ Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil

Engenheiro Mecânico Wilhelm Winkelmann

Engenheiro com especialização em Administração de Empresas iniciou sua carreira em 1996 como engenheiro e líder de projeto, durante o período entre 2002 a 2007 foi chefe de departamento para novos projetos e otimização de processos de gestão de resíduos. Desde 2010 implementou e gerencia a planta de biodigestão. Atualmente ocupa a posição de CFO da empresa de limpeza urbana de Berlim (Biogasanlage der Berliner Stadtreinigung A. ö. R.).

E-mail: wilhelm.winkelmann@bsr.de

VOLTAR ⇒ Colaboradores

***Veja na Parte I ⇒ Exploração e Beneficiamento do Biogás Obtido
na Planta de Fermentação da Cidade de Berlim***

ÍNDICE

COLABORADORES	4
APRESENTAÇÃO	7
Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke	7
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira	7
A Realidade dos Municípios Brasileiros Frente à Nova Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	20
Especialista em Direito Aguinaldo Leite.....	20
Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos: desafios e oportunidades	23
Engenheiro Civil Antonio Marius Zuccarelli Bagnati.....	23
Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético do Biogás no Brasil – PROBIOGÁS	25
<i>Project Brazil Germany to Promoting Clean Biogas Technologies in Brazil – PROBIOGÁS</i>	<i>25</i>
Engenheiro Civil Magnus Martins Caldeira.....	25
Engenheiro Civil Marcelo de Paula Neves Lelis.....	25
Tecnologias Sustentáveis para a Gestão de Resíduos da Agroindústria de Santa Catarina	32
<i>Sustainable Technologies for the Agroindustry Waste Management in Santa Catarina.....</i>	<i>32</i>
Doutor Engenheiro Professor Mestre Paulo Belli Filho	32
Iniciativas de Ensino e Pesquisa em Gestão de Resíduos em Jundiaí-SP, Brasil.....	39
<i>Initiatives for Education and Research in Waste Management in Jundiaí-SP, Brazil.....</i>	<i>39</i>
Doutor André Luiz da Conceição	39

Programa Beija-Flor de Tratamento Descentralizado de Resíduos em Florianópolis-SC, Brasil	50
<i>Hummingbird Program of Waste Treatment Decentralized in Florianópolis-SC, Brazil</i>	<i>50</i>
Engenheiro Civil Antonio Marius Zuccarelli Bagnati	50
Professor Doutor Psicólogo José Luiz Crivelatti de Abreu	50
Resíduos de Construção Civil – Sistema de Gerenciamento Integrado no Município de Jundiaí-SP, Brasil.....	64
<i>Civil Construction Waste – Integrated Management System by Jundiai Municipality-SP, Brazil</i>	<i>64</i>
Especialista em Direito Aguinaldo Leite	64
Engenheiro Agrícola e Civil Mestre Rodrigo Miguel Pereira Batalha.....	64
Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos em Cidades de Menor Porte: caso de Votuporanga-SP, Brasil.....	80
<i>Sustainable Management Municipal Solid Waste in Smaller Cities: case of Brazil.....</i>	<i>80</i>
Geólogo Mestre Luiz Gustavo Gallo Vilela	80
Bióloga Simone Neiva Rodella	80
Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: benefícios × problemas	102
<i>Composting of Municipal Solid Waste in Brazil: benefits × problems.....</i>	<i>102</i>
Engenheira Agrônoma Mestre Kátia Goldschmidt Beltrame.....	102
Capacitação e Pesquisa Fundamental para Desenvolver e Implementar uma Instalação de Tratamento Mecânico-Biológico, com Estágio de Fermentação Integrada em Jundiaí-SP, Brasil.....	130
<i>Capacity Building Fundamental Research to Develop and Implement a Mechanical Biological Treatment Facility with an Integrated Fermentation Stage in Brazil</i>	<i>130</i>
Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke	130
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira	130
Especialista em Direito Aguinaldo Leite	130
Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos	130

Caracterização Inovadora de Resíduos Sólidos Municipais..... 160*Inovative Municipal Solid Waste Characterization..... 160*

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke	160
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira	160
Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos	160
Especialista em Direito Aguinaldo Leite.....	160
Anne-Sophie Fölster	160
Engenheiro Agrícola e Civil Mestre Rodrigo Miguel Pereira Batalha	160
Tecnólogo em Meio Ambiente Anderson Luiz de Araújo.....	160
Gestor Empresarial Lucas Aparecido Rodrigues.....	160
Engenheiro Civil e Especialista em Engenharia Ambiental Marcelo Foelkel Patrão.....	160
Administrador e Especialista em Gestão de Negócios Lauro Raphael Acorci Donadell.....	160
Tecnóloga Aline Cardoso Domingos.....	160
Camila Barbi Campos	160
Tecnóloga Diana Piffer Gigliotti.....	160
Gabriel de Carvalho Gimenez	160
Tecnóloga Roberta da Silva Leone	160
Vinicius Silva de Macedo.....	160

**Metodologia de Diagnóstico Ambiental em Grandes Geradores para uma
Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos do Município de Jundiaí-SP, Brasil 190***Methodology Environmental Diagnosis Large Generators for a Sustainable Management
of Solid Waste in Municipality..... 190*

Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke	190
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira	190
Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos	190
Especialista em Direito Aguinaldo Leite.....	190
Anne-Sophie Fölster	190
Engenheiro Agrícola e Civil Mestre Rodrigo Miguel Pereira Batalha	190
Tecnólogo em Meio Ambiente Anderson Luiz de Araújo.....	190
Gestor Empresarial Lucas Aparecido Rodrigues.....	190
Engenheiro Civil e Especialista em Engenharia Ambiental Marcelo Foelkel Patrão.....	190
Administrador e Especialista em Gestão de Negócios Lauro Raphael Acorci Donadell.....	190
Tecnóloga Aline Cardoso Domingos.....	190
Camila Barbi Campos	190
Tecnóloga Diana Piffer Gigliotti.....	190
Gabriel de Carvalho Gimenez	190
Tecnóloga Roberta da Silva Leone	190
Vinicius Silva de Macedo.....	190

Gestão de Resíduos Sólidos no Brasil: panorama, desafios e perspectivas.....	206
<i>Solid Waste Management in Brazil: overview, challenges and perspectives.....</i>	<i>206</i>
Advogado Carlos RV Silva Filho	206
Geógrafa e Mestre em Ciências Gabriela Gomes Prol Otero.....	206
 A Política Nacional dos Resíduos Sólidos no	
Funcionamento do Sistema Econômico	215
<i>The National Solid Waste Policy Law for the Economic System</i>	<i>215</i>
Professor Doutor Eduardo Tomasevicius Filho.....	215
 Os Desafios da Educação Ambiental Formal em Matéria de	
Tratamento de Resíduos Sólidos no Brasil	237
<i>The Challenges for a Formal Environmental Education about Solid Waste Treatment in Brazil.....</i>	<i>237</i>
Pedagoga Christine Pereira-Glodek	237
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira	237
Professor Doutor Eduardo Tomasevicius Filho.....	237
 Proteção Climática através de uma	
Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos	263
<i>Climate Protection through Sustainable Waste Management.....</i>	<i>263</i>
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira	263
Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke	263
Doutor Jens Giersdorf.....	263
Mestre em Geografia Olga Kasper	263
 Projeto i-NoPa – Capacitação e pesquisa fundamental,	
a fim de gerar metodologia de análise para o desenvolvimento de projeto	
para uma instalação de Tratamento Mecânico Biológico (TMB)	
com fermentação integrada na cidade de Jundiaí-SP.....	276
Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke	276
Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos	276
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira	276
Especialista em Direito Aguinaldo Leite.....	276

SOBRE OS COLABORADORES.....	314
Especialista em Direito Aguinaldo Leite	315
Doutor Engenheiro de Minas Alexander Gosten	316
Tecnóloga Aline Cardoso Domingos.....	317
Tecnólogo em Meio Ambiente Anderson Luiz de Araújo	318
Doutor Geógrafo André Luiz da Conceição	319
Doutor Andreas Jaron.....	320
Anne-Sophie Fölster.....	321
Administrador e Engenheiro Ambiental Anton Zeiner	322
Engenheiro Civil Antonio Marius Zuccarelli Bagnati.....	323
Engenheiro Mecânico Axel Hüttner	324
Doutora Geóloga Beate Vielhaber	325
Doutor Bertram Kehres	326
Engenheiro Bruno Mattheeuws	327
Dipl.-Engenheiro Nuclear Burkart Schulte.....	328
Camila Barbi Campos	329
Engenheiro Eletromecânico Carlo Vendrix.....	330
Advogado Carlos RV Silva Filho	331
Doutor Engenheiro Civil e Químico Ambiental Carsten Cuhls	332
Engenheira Civil e Advogada Christiane Pereira.....	333
Pedagoga Christine Pereira-Glodek.....	335
Engenheiro Civil Christof Heußner	336
Tecnóloga Diana Piffer Gigliotti	337
Engenheiro Civil e Ambiental Diego de Carvalho Frade.....	338
Professor Doutor Eduardo Tomasevicius Filho	339
Engenheiro de Petróleo Erick Meira de Oliveira	340
CEO Franz Vogel	341
Gabriel de Carvalho Gimenez.....	342
Geógrafa e Mestre em Ciências Gabriela Gomes Prol Otero	343
Engenheiro Civil Helge Dorstewitz	344

Doutor Helge Wendenburg.....	345
Engenheira Ambiental Hélinah Cardoso Moreira.....	346
Engenheiro Civil e Ambiental Herbert Beywinkler.....	347
Doutor Hubert Baier	348
Doutor Jens Giersdorf.....	349
Professor Doutor Psicólogo José Luiz Crivelatti de Abreu	350
Doutor Engenheiro Civil Kai Münnich	351
Engenheiro Civil Karlgünter Eggersmann	352
Engenheira Agrônoma Mestra Kátia Goldschmidt Beltrame.....	353
Professor Doutor Engenheiro Klaus Fricke	354
Administrador e Especialista em Gestão de Negócios Lauro Raphael Acorci Donadell.....	356
Engenheiro Luc A. De Baere	357
Gestor Empresarial Lucas Aparecido Rodrigues.....	358
Geólogo Mestre Luiz Gustavo Gallo Vilela	359
Dipl.-Germanística Lutz Hoffmann.....	360
Engenheiro Civil Magnus Martins Caldeira.....	361
Engenheiro Civil Marcelo de Paula Neves Lelis.....	362
Engenheiro Civil e Especialista em Engenharia Ambiental Marcelo Foelkel Patrão.....	363
Engenheira Agrônoma Maria Thelen-Jüngling.....	364
PhD. Doutor Markus Bux	365
Engenheiro Civil Michael Balhar	366
Químico Michael Ludden.....	367
Mestre em Geografia Olga Kasper	368
Doutor Engenheiro Professor Mestre Paulo Belli Filho	369
Tecnóloga Roberta da Silva Leone	370
Engenheiro Agrícola e Civil Mestre Rodrigo Miguel Pereira Batalha	371
Doutora Engenheira Agrônoma Sabine Robra.....	372
Engenheiro Civil e Ambiental Sebastian Wanka	373
Bióloga Simone Neiva Rodella.....	374
Professor Doutor Tacio Mauro Pereira de Campos	375

Engenheiro Civil Theo Schneider.....	376
CEO Thomas Schlien.....	377
Engenheiro Mecânico Thomas Turk	378
Engenheiro Victor Bustani Valente.....	379
Vinicius Silva de Macedo	380
Engenheiro Mecânico Wilhelm Winkelmann	381



Prof. Dr. Eng. (Dipl. Geol.) Klaus Fricke

Formado em Geologia, doutor em Engenharia, professor catedrático e pesquisador da TUBS (Universidade Técnica de Braunschweig). Diretor de Departamento de Resíduos Sólidos e Recursos naturais, presidente do CReED, editor da revista técnica MUELL und ABFALL, atua há mais de trinta anos em gestão de resíduos na Alemanha e em outros continentes. Foi responsável pela implantação, em 1983, da coleta seletiva e compostagem de orgânicos na Alemanha. Autor de diversas publicações técnicas, tem participação como assessor técnico do Governo Alemão pelos Ministérios de Educação e Pesquisa, de Cooperação e de Meio Ambiente. Trabalhou no Brasil como consultor em projetos da ANEEL, Caixa Econômica Federal, FINEP, CETESB e para Prefeituras. Coordena o curso de mestrado em Engenharia Urbana ministrado pela cooperação PUC e TUBS.



Eng. Civil e Adv. Christiane Pereira

Engenheira civil e advogada. Especialista em Direito Ambiental e Gestão Empresarial. Doutoranda pela Technische Universitaet Braunschweig. Atua como coordenadora da Universidade Técnica de Braunschweig e do Instituto CReED no Brasil. Com trajetória profissional formada pela pluralidade de eixos temáticos, foi como diretora de empresas que abarcou responsabilidades voltadas para o nível tecnológico e jurídico, participando de projetos nacionais e internacionais. Atuação especializada em tratamento de resíduos sólidos urbanos com atividades desenvolvidas juntamente a órgãos públicos e entidades privadas, desde o desenvolvimento de conceitos tecnológicos, implementação de plantas de tratamento de RSU até avaliação técnica e desenvolvimento de análise de risco.



Esp. em Direito Aguinaldo Leite

Graduado em Direito. Especialista em Direito Público Administrativo e Constitucional, *marketing* político, planejamento estratégico, gestão de crise e construção de cenários políticos. Ocupou cargos políticos como assessor na Câmara Municipal de Jundiaí, Chefe de gabinete na Câmara dos Deputados, com participação ativa nas discussões da Política Nacional de Resíduos Sólidos nas Comissões do Congresso Nacional tendo atuado ainda como Secretário de Governo do município de Porto Feliz. Desde janeiro de 2013 é o secretário de Serviços Públicos de Jundiaí, responsável pela elaboração e implantação do Plano Municipal de Saneamento e de Resíduos Sólidos e ainda é secretário Executivo do Consórcio Intermunicipal de Aterro Sanitário (CIAS). Especializado em Gerenciamento de Contratos de Parcerias-Público-Privadas de serviços de saneamento, pela London School of Economic and Political Science.



Eng. Civil Antonio Marius Zuccarelli Bagnati

Engenheiro Civil, formado pela UFRGS em 1975, possui uma carreira consolidada na iniciativa privada, atuando na execução de obras de infraestrutura urbana e na área de tecnologia, como dirigente da empresa Tecno Acción do Brasil. Atualmente ocupa a Diretoria de Operações da Companhia Melhoramentos da Capital, Florianópolis, Santa Catarina (Comcap), tendo exercido a Presidência por dez anos em diferentes períodos, a partir de 1986. É pós-graduado em Direito Ambiental pela Faculdade de Ciências Sociais de Florianópolis (CESUSC) e em Consultoria Ambiental pela Universidad Europea Miguel de Cervantes.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

ISBN: 978-3-924618-46-9