

Politécnica
UFRJ



COMPOSTA UFRJ: UM PROGRAMA DE COMPOSTAGEM AGROECOLÓGICA PARA A UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

William John Hester

Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Renan Finamore

Coorientador: Alexandre Kotchergenko Batista

Rio de Janeiro
Dezembro de 2020

COMPOSTA UFRJ: UM PROGRAMA DE COMPOSTAGEM AGROECOLÓGICA PARA A
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

William John Hester

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE
ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AMBIENTAL.

Examinado por:

Prof. Renan Finamore, D. Sc.

Alexandre Kotchergenko Batista, M. Sc.

Profa. Susanne Hoffmann, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
DEZEMBRO DE 2020

Hester, William John

COMPOSTA UFRJ: UM PROGRAMA DE
COMPOSTAGEM AGROECOLÓGICA PARA A
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO / William
John Hester - Rio de Janeiro: UFRJ/ESCOLA POLITÉCNICA,
2020.

XIII, 190 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Renan Finamore. Coorientador: Alexandre
Kotchergenko Batista.

Projeto de Graduação - UFRJ/POLI/Engenharia
Ambiental, 2020.

Referências bibliográficas: p. 168-177.

1. Compostagem. 2. Gestão de resíduos. 3.
Agroecologia. I. Finamore, Renan, orient. II. Batista, Alexandre
Kotchergenko, coorient. III. COMPOSTA UFRJ: um programa de
compostagem agroecológica para a Universidade Federal do
Rio de Janeiro.

*Dedico este trabalho ao nosso bruxo querido **Ravengard Veloso**, o onipresente!
Saudades eternas.*



Agradeço por todo o tempo investido nas coisas que não eram pra ser.

Já caí na armadilha de achar que foi tempo perdido.

Agradeço aos sinais do meu corpo, que me trazem ao momento presente quando a mente não é capaz de respeitar meus limites ou perceber minhas vocações.

Obrigado Michel Balassiano, seu brilho nos olhos me despertou.

Obrigado Tomé Lima, você é um mestre pra mim.

Obrigado Manuel Meyer, Heloisa Firmo, Valentina Fittipaldi, Rafaella Consoli, Lucas Linder, Caetano Bernal, João Telles, Tom Andrade, Bel Corção, Paula Rosa, Guilherme Imia, Cadu Fausto, Anna Coelho, Victor Pougy, Wendell Esteves, Saffira Andréa, Bernardo Lamarca, Marcos Chataque, Marcos Rubio, amigos do CSVP e ao Seletor grupo de amigos da engenharia civil, vocês são pilares da trajetória na graduação e na vida.

Obrigado a toda galera da engenharia ambiental, também Luis Otávio, Paula Brito, Renata Machado, Monica Pertel, aos meus orientadores Renan e Alex e todos os amigos e parceiros em tantos projetos, convites, mutirões, aulas, perrengues, provas, trabalhos, frustrações, sucessos, editais em cima da hora... foi divertido, afinal! Uma saudação especial para o projeto CASA UFRJ, ao programa CT Verde e ao projeto Hortas RU. Conseguimos criar e aproveitar muitas oportunidades. Um viva à universidade pública!

Obrigado MUDA UFRJ, Ravengard Veloso, toda galera da Agroecologia na UFRJ e todo mundo da AFOJO - Guapimirim. Encontrei propósito, beleza e muitos aprendizados!

Obrigado Patricia Costa, o SVAC fez acontecer a música na minha vida. Um salve para o Subversos, Zai, Beatles Choir, Equale e aos irmãos da Peruá. Também aos amáveis cantores e cantoras do Coral Seresta, do Abstrasom e do De Cor e Salteado.

Obrigado Bernardo Guerreiro, a Composta'e Resíduos é um projeto de vida que não teria começado sem você.

Obrigado pai e mãe, opostos que me fazem compreender minha própria complexidade – sempre em processo!

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

COMPOSTA UFRJ: UM PROGRAMA DE COMPOSTAGEM AGROECOLÓGICA PARA A UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

William John Hester

Dezembro/2020

Orientador: Renan Finamore

Coorientador: Alexandre Kotchergenko Batista

Curso: Engenharia Ambiental

O Brasil produz, todos os dias, aproximadamente 200 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos. Os resíduos orgânicos representam 50% deste total e, mesmo quando dispostos nos aterros sanitários, sua degradação gera diversos impactos, como produção de chorume, de gases de efeito estufa e perda de estabilidade estrutural, gerando custos operacionais mesmo após o fechamento do aterros. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10) propõe o conceito de responsabilidade compartilhada pelos resíduos junto a práticas de educação ambiental, serviços e atividades produtivas que reconhecem os resíduos como recursos de valor econômico. Os fundamentos de agroecologia servem para a compreensão da realidade social, ambiental e econômica do Brasil sob a partir da história da agricultura no país. O objetivo deste Projeto é fortalecer a compostagem como uma técnica para o tratamento de resíduos orgânicos através da criação de um programa de compostagem na UFRJ. O principal elemento deste programa é um pátio de compostagem na Cidade Universitária, que integra atividades de ensino, pesquisa e extensão enquanto promove maior eficiência econômica para a administração da UFRJ com a gestão de resíduos - uma economia que pode chegar a R\$ 1,3 milhões em 5 anos.

Palavras-chave: Compostagem; Gestão de resíduos; Agroecologia.

Abstract of Undergraduate Project presented to Poli/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for degree of Environmental Engineer.

COMPOST UFRJ: A PROGRAMME OF AGROECOLOGICAL COMPOSTING FOR THE
FEDERAL UNIVERSITY OF RIO DE JANEIRO

William John Hester

December/2020

Advisor: Renan Finamore

Co-Advisor: Alexandre Kotchergenko Batista

Course: Environmental Engineering

Every day, Brazil produces approximately 200 thousand tons of solid urban waste. Organic waste represents 50% of this total and, even when disposed of in landfills, its degradation generates several impacts, such as leachate production, greenhouse gases and loss of structural stability, which means operational costs even after the closure of the landfill. The National Solid Waste Policy (Law 12,305/10) proposes the concept of shared responsibility for waste together with environmental education practices, services and productive activities that recognize waste as a resource with economic value. The fundamentals of agroecology serve to understand the social, environmental and economic reality of Brazil under the history of agriculture in the country. The objective of this Project is to strengthen composting as a technique for the treatment of organic waste through the creation of a composting program at UFRJ. The main element of this program is a composting yard at Cidade Universitária, which integrates teaching, research and extension activities while promoting greater economic efficiency for UFRJ administration with waste management - an economy that can reach R\$ 1.3 million in 5 years.

Key-words: Composting; Waste management; Agroecology.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
População mundial	1
Mudanças climáticas e desafios globais	3
O Brasil sob a perspectiva agroecológica	5
Os resíduos sólidos urbanos	12
OBJETIVO GERAL	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
Justificativa	15
Relevância	18
Metodologia	21
Estrutura	22
1 COMPOSTAGEM	24
1.1 O processo de compostagem	25
1.2 Fatores que influenciam o processo	28
1.2.1 Oxigênio	29
1.2.2 Umidade	29
1.2.3 Relação C/N	29
1.2.4 Tamanho das partículas	31
1.2.5 pH	31
1.3 Emissões de CO ₂	32
1.4 Métodos de compostagem	33
1.4.1 Compostagem com revolvimento de leiras	33
1.4.2 Leiras estáticas	34
1.4.3 Reatores de compostagem	35
1.5 Dimensionamento de um pátio de compostagem	35
1.6 Benefícios do composto orgânico	37
2 ECONOMIA E GESTÃO DE RESÍDUOS	39
2.1 Economia Ambiental	39
2.2 Economia Circular	41
2.3 Economia Solidária	43
2.4 Tecnologias Sociais	45
2.5 A Política Nacional de Resíduos Sólidos	46
2.6 Instrumentos de gestão aplicáveis à compostagem	48
2.6.1 Leis	48
2.6.2 Política tributária	49
2.6.3 Programas de incentivo	50

2.7 Resíduos Sólidos	52
2.8 Resíduos Sólidos Orgânicos Putrescíveis ou Biorresíduos ou Resíduos Orgânicos	54
2.9 Diagnóstico dos resíduos sólidos no município do Rio de Janeiro	55
2.10 Tratamento convencional de resíduos sólidos	60
3 AGROECOLOGIA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA	65
3.1 Agroecologia	65
3.2 Extensão Universitária	67
3.3 MUDA UFRJ	69
3.3.1 MINHA EXPERIÊNCIA COM O MUDA UFRJ	77
3.4 A institucionalização das iniciativas agroecológicas na UFRJ	81
4 GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA UFRJ	82
4.1 Serviços, projetos e programas de gestão de resíduos	83
4.1.1 Coleta de resíduos extraordinários e perigosos	83
4.1.2 Limpeza urbana	84
4.1.3 Programas de reciclagem	85
4.1.3.1 Recicla Parque	86
4.1.4 Usina Verde UFRJ	87
4.1.5 Rede de Informações e Pesquisa em Resíduos (RIPeR - NIDES/UFRJ)	88
4.1.6 Circula CT	88
4.2 Custos financeiros	88
4.3 Gestão integrada de resíduos para a compostagem agroecológica	89
4.3.1 Prefeitura Universitária	90
4.3.2 Decanias	92
4.3.3 PR-6: Pró-Reitoria de Gestão de Governança	92
4.3.4 ITCP: Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares	93
4.3.5 Observações sobre a gestão de resíduos na Cidade Universitária	94
4.4 Fórum Ambiental da UFRJ	95
5 COMPOSTA UFRJ	98
5.1 A compostagem agroecológica institucional	98
5.2 O conceito de pátio-escola	100
5.2.1 Responsabilidade sobre o pátio-escola	100
5.3 Estratégia para o início da operação do pátio	101
5.4 Licenciamento ambiental	101
5.5 Projeto do pátio	104
5.5.1 Sobre as matérias primas, resíduos e produtos do processo de compostagem.	104
5.5.2 Sobre o local a receber o empreendimento de compostagem e o sistema em si	124
5.5.3 Sobre a operação	131

6 VIABILIDADE ECONÔMICA DA PROPOSTA	140
6.1 Metodologia do balanço econômico-financeiro do pátio-escola	140
6.1.1 Valor econômico dos produtos produzidos no pátio escola	141
6.1.2 Custo de implementação do pátio	141
6.1.3 Custo de operação do pátio	142
6.1.4 Cenários para a UFRJ enquanto instituição pública quanto à destinação dos produtos do pátio e alocação da força de trabalho	144
6.1.4.1 Resultados	147
6.1.5 Economia por não destinar resíduos orgânicos e resíduos de podas e roçadas para fora da CIDUNI	151
6.1.6 Emissões de CO ₂ eq evitadas em relação ao cenário atual e possibilidade de obtenção de créditos de carbono	155
6.1.6.1 Considerações sobre a produção de créditos de carbono e obtenção de recursos via mercado de carbono	159
CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	161
Recomendações	164
Para o setor administrativo da UFRJ	164
Para a gestão do pátio	165
De estratégias para integração ensino, pesquisa, extensão e administração	165
Para que tudo isto possa acontecer na UFRJ	166
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168
ANEXO 1 - Resultado do enquadramento do INEA	178
ANEXO 2 - Layout do pátio de compostagem	180
ANEXO 3 - Fichas de controle e monitoramento do pátio de compostagem	182
ANEXO 4 - Custo de implementação do pátio de compostagem	185
ANEXO 5 - Cenários financeiro-econômicos	189
ANEXO 6 - Economia da UFRJ pela não externalização de resíduos orgânicos	190

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Núcleos de surgimento e propagação da agricultura no mundo	1
Figura 2: Moagem de cana, Fazenda Cachoeira - Campinas, 1830	6
Figura 3: Madeira derrubada na Mata Atlântica	7
Figura 4: Agricultura industrial no cerrado brasileiro	8
Figura 5: População por município, Brasil, 2010	12
Figura 6: Aterro Municipal de Jardim Gramacho	13
Figura 7: Atividade de extensão sobre compostagem na Cidade Universitária	17
Figura 8: Curso de extensão em compostagem no Restaurante Universitário Central da UFRJ	18
Figura 9: Horta agroecológica com aproveitamento de composto orgânico e roçada de grama da Cidade Universitária sobre solo degradado	19
Figura 10: Gerenciamento de podas e roçada na Cidade Universitária	20
Figura 11: Compostagem comunitária na Cidade Universitária	24
Figura 12: Leira de compostagem com fluxo de vapor	26
Figura 13: Resíduos alimentares e fontes de carbono na compostagem	30
Figura 14: Revolvimento de leira de compostagem com 2 exemplos de geometria de leira e maquinário	33
Figura 15: Leiras estáticas	34
Figura 16: Pátio compostagem com revolvimento mecanizado da empresa Ciclo Orgânico	36
Figura 17: Pátio para leiras de compostagem estáticas	36
Figura 18: Parque Nacional do Iguaçu (PR)	40
Figura 19: Ciclo da matéria orgânica	41
Figura 20: V Festival de Tecnologias Sociais e Economia Solidária da UFRJ	43
Figura 21: Coletores públicos de resíduos por tipo na Suécia	51
Figura 22: Coleta de lixo doméstico de uma comunidade no bairro da Tijuca, Rio de Janeiro	53
Figura 23: Fluxo de transferência de resíduos do município do Rio de Janeiro	57
Figura 24: Posição do Aterro de Jardim Gramacho em relação à Baía de Guanabara	58
Figura 25: Impermeabilização do solo para aterro sanitário	61
Figura 26: Sistema de captação de líquidos de gases do aterro sanitário	61
Figura 27: Disposição de resíduos em aterro sanitário	61
Figura 28: Operação de aterro sanitário - disposição e cobertura de resíduos	62
Figura 29: Corte da seção de um aterro sanitário - setores da operação	62
Figura 30: Laboratório Vivo de Agroecologia e Permacultura (LaVAPer)	70
Figura 31: III Semana de Agroecologia e I Semana de Agricultura Urbana da UFRJ	72
Figura 32: Manejo ecológico do solo no IV Curso de extensão de agroecologia do SIA UFRJ	73
Figura 33: Curso de extensão de implementação do Jardim Agroflorestal do entreblocos C/D do Centro de Tecnologia	74
Figura 34: XV Vivência Agroecológica na AFOJO, Guapimirim	75

Figura 35: Curso de introdução ao saneamento ecológico com implementação de uma bacia de evapotranspiração (BET) para tratamento de esgotos domésticos no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA) da UFRJ	76
Figura 36: Leira de compostagem no I Curso de Extensão de Agroecologia do Sistema de Alimentação da UFRJ	80
Figura 37: Roçada de grama misturada com resíduos diversos de limpeza urbana na Cidade Universitária	82
Figura 38: Coleta do conteúdo de caçamba de resíduos extraordinários com caminhão compactador na Cidade Universitária	83
Figura 39: Resíduos de limpeza urbana esperando coleta no Centro de Tecnologia	84
Figura 40: Coletores do Recicla CT	85
Figura 41: Viveiro de mudas do Horto Universitário	90
Figura 42: Restaurante Universitário Central da UFRJ	93
Figura 43: Sistema de captação de efluentes de leiras de compostagem	122
Figura 44: Localização da Ilha do Fundão com o Hangar Náutico da UFRJ em destaque, Rio de Janeiro	125
Figura 45: Localização do Hangar Náutico da UFRJ na Ilha do Fundão	125
Figura 46: Vegetação do Hangar UFRJ em 2005, 2012, 2016 e 2018	126
Figura 47: Plano de massas do Hangar UFRJ	127
Figura 48: Previsão de edificações do Hangar UFRJ	128
Figura 49: Proposta de localização do pátio de compostagem no Hangar UFRJ	128
Figura 50: Localização do Hangar UFRJ e identificação dos imóveis e áreas do entorno	130
Figura 51: Fluxograma do processo de compostagem no pátio	131
Figura 52: Desenvolvimento da operação do pátio de compostagem	134
Figura 53: Rota do Restaurante Universitário Central para o Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) de Seropédica	157
Figura 54: Imagem de satélite do CTR de Seropédica	157

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: A progressão da população humana em relação ao desenvolvimento dos sistemas agrários do mundo	2
Gráfico 2: CO ₂ (ppm) durante eras glaciais e períodos aquecidos nos últimos 800.000 anos	3
Gráfico 3: Dia de Sobrecarga da Terra de 1970 a 2020	4
Gráfico 4: Venda de agrotóxico por cultura no Brasil em 2015	11
Gráfico 5: O processo de compostagem	28
Gráfico 6: Composição do lixo domiciliar	56
Gráfico 7: Composição da fração reciclável do lixo domiciliar	56
Gráfico 8: Produção de resíduos de coleta extraordinária do Restaurante Universitário Central da UFRJ de fevereiro a outubro de 2019, em toneladas	108
Gráfico 9: Quantidade de refeições servidas pelo RU Central em 2017 e 2018	110

Gráfico 10: Proporção em volume entre resíduos alimentares e aparas de grama para compostagem	114
Gráfico 11: Proporção em peso entre resíduos alimentares e aparas de grama para compostagem	115
Gráfico 12: Quantidade de resíduos de podas e roçadas da Cidade Universitária entre fevereiro e julho de 2019	118
Gráfico 13: Cenário 1 - Carteira assinada, salário de 2 salários mínimos + comercialização de composto orgânico e biofertilizante líquido	147
Gráfico 14: Cenário 2 - Carteira assinada, salário de 2 salários mínimos + comercialização apenas de composto orgânico	147
Gráfico 15: Cenário 3 - Cooperação técnica, salário de 3 salários mínimos + comercialização de composto orgânico e biofertilizante líquido	148
Gráfico 16: Cenário 4 - Cooperação técnica, salário de 3 salários mínimos + comercialização apenas de composto orgânico	148
Gráfico 17: Comparação entre os cenários	149
Gráfico 18: Cenário 4 alterado - Cooperação técnica, salário de 2 salários mínimos + comercialização apenas de composto orgânico	150
Gráfico 19: Economia da UFRJ pela não externalização de resíduos orgânicos	154

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Evolução da estrutura fundiária do Brasil (2003-2014)	9
Tabela 2: Produção de resíduos de coleta extraordinária do Restaurante Universitário Central da UFRJ de fevereiro a outubro de 2019, em toneladas	108
Tabela 3: Quantidade de refeições servidas pelo RU Central em 2017 e 2018	110
Tabela 4: Caracterização química dos resíduos alimentares do RU Central	112
Tabela 5: Quantidade de resíduos de podas e roçadas da Cidade Universitária entre fevereiro e julho de 2019	118
Tabela 6: Folha salarial com carteira assinada	143
Tabela 7: Folha salarial sem carteira assinada	143
Tabela 8: Geração (t) e valor (R\$) dos resíduos extraordinários do RU Central. Fonte: Prefeitura Universitária (2019).	151
Tabela 9: Preço mensal dos equipamentos de coleta para 1 coleta por dia (R\$)	152
Tabela 10: Geração (t) e valor (R\$) dos resíduos de podas e roçadas da Cidade Universitária	153

INTRODUÇÃO

População mundial

A população mundial hoje é de 7,8 bilhões de pessoas (WORLDOMETERS, 2020). A ocupação do globo terrestre pela humanidade é um fenômeno ao mesmo tempo fascinante e devastador.

Dotada de grande capacidade cognitiva e intelectual, a humanidade se destacou ao longo dos últimos 200.000 anos - com o surgimento do *Homo sapiens* - das demais espécies, em especial, ao ser capaz de estabelecer comunidades onde o trabalho coletivo otimizou a execução de funções necessárias para a sobrevivência, como alimentação, abrigo e interação com outros animais. Isso se deu, inicialmente, como caçadores-coletores nômades e, mais tarde, em ocupações fixas (HARARI, 2011).

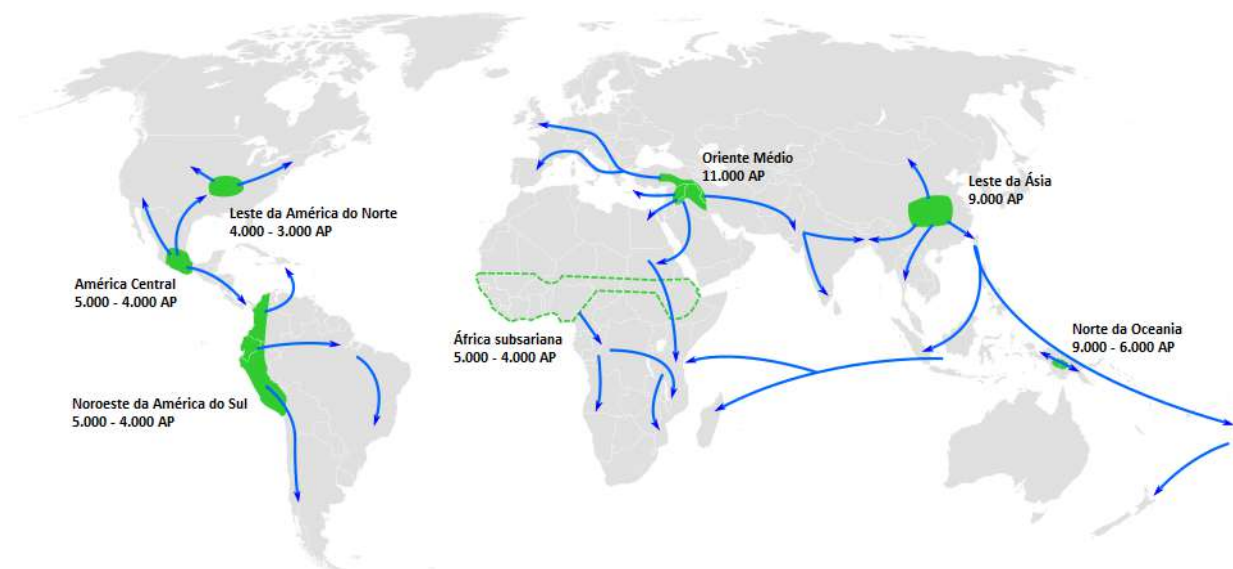


Figura 1: Núcleos de surgimento e propagação da agricultura no mundo. Fonte: Diamond et al., 2003, adaptado pelo autor.

A capacidade de compreender, manusear, transformar e usar para seu benefício os recursos naturais foi fundamental para supremacia da espécie humana no planeta. As primeiras ferramentas de pedra (há 2,5 milhões de anos) e o uso cotidiano do fogo (há 300 mil anos) simbolizam esta capacidade estritamente humana. Mais recentemente,

há “apenas” 11.000, foi desenvolvida a agricultura, o que possibilitou a transição do nomadismo para o estabelecimento de assentamentos permanentes, num processo gradativo ao longo de séculos e milênios (HARARI, 2011).

Neste contexto surgem as primeiras grandes civilizações que desenvolveram-se às margens ou proximidades de grandes rios, como o Tigre e o Eufrates (sumérios), Nilo (egípcios) e Huang He (chineses). Posteriormente, cidades como Roma, Londres, Paris e São Paulo também apresentam seu desenvolvimento marcado pela proximidade a importantes rios como o Tibre, Tâmis, Sena e Tietê, respectivamente.

Antes da insurgência da agricultura, a população humana do planeta inteiro não chegava a 1 milhão de habitantes, mas logo passou a crescer a maiores taxas. Há 2.000 anos, estima-se que a população mundial era de 170 milhões de pessoas (AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY, 2016).

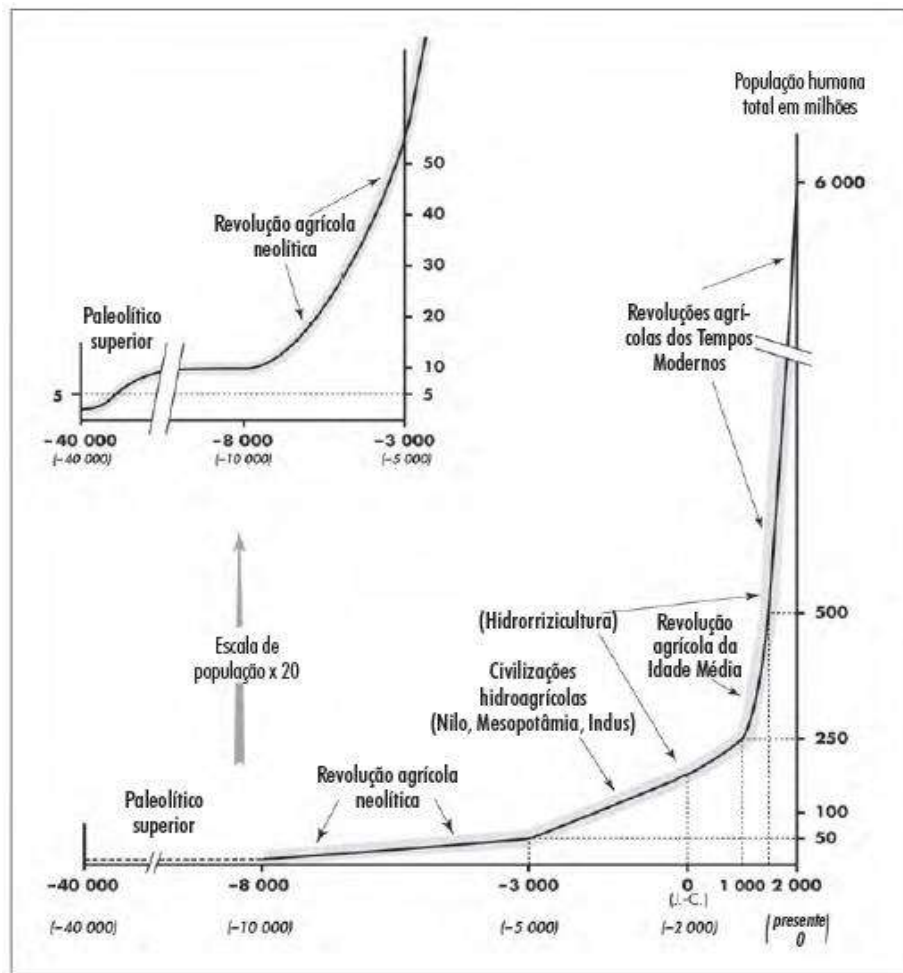


Gráfico 1: A progressão da população humana em relação ao desenvolvimento dos sistemas agrários do mundo. Fonte: Mazoyer e Roudart, 1997.

Logo as pessoas passaram a viver mais distantes das fontes de água e recursos em geral e os desafios relacionados ao saneamento, uso da terra e produção de bens e serviços marcaram e marcam até hoje o desenvolvimento tecnológico e social da humanidade.

Foi há apenas 200 anos que a população mundial atingiu a marca de 1 bilhão de pessoas. Hoje, o número de aproximadamente 8 bilhões ainda cresce. Porém, tende a ter pico e estabilização ou diminuição em 11 bilhões no ano de 2100 se a taxa média de fertilidade global seguir a tendência de estabilização em 2 bebês por mulher, versus 5 bebês por mulher em 1950 e 2,5 atualmente (UNITED NATIONS, 2019).

Mudanças climáticas e desafios globais

A era industrial e os desmatamentos promoveram um significativo desequilíbrio biogeoquímico sobre o ciclo do carbono no planeta. Processos de atividades humanas transformaram “estoques” de carbono na forma de combustíveis fósseis ou vegetais, cuja formação leva até milhões de anos, em dióxido de carbono (CO₂), um gás de efeito estufa. As concentrações de CO₂ na atmosfera dispararam de 272 ppm para 407 ppm desde a era pré industrial até 2018 (HALL, 1989; DLUGOKENCKY et al., 2019).

O efeito estufa é um fenômeno natural. Sem o dióxido de carbono na atmosfera, o calor na terra se dissiparia e sua temperatura média cairia, o que pode provocar períodos glaciais. Por outro lado, sua abundância na atmosfera aprisiona mais calor na Terra, o que aumenta sua temperatura média e provoca o derretimento de calotas polares.

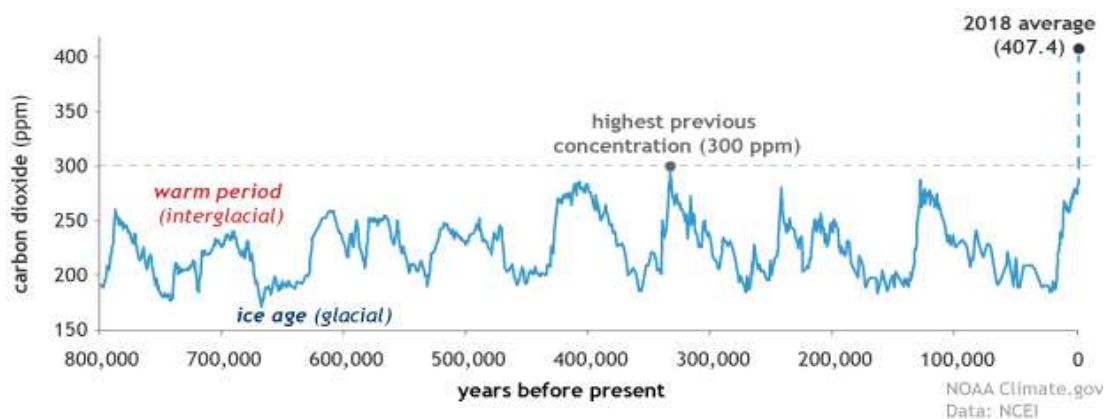


Gráfico 2: CO₂ (ppm) durante eras glaciais e períodos aquecidos nos últimos 800.000 anos. Fonte: Lüthi, D. et al. (2008).

A última vez que a concentração de CO₂ na atmosfera esteve no nível atual foi há mais de 3 milhões de anos, quando a temperatura média do planeta era de 2 a 3 graus mais alta que na era pré industrial e o nível do mar era de 15 a 25 metros mais alto que hoje. Na escala de tempo geológica, o recente aumento da concentração de CO₂ na atmosfera é praticamente instantânea (LINDSEY, 2020).

Não surpreende que a temperatura média da Terra já subiu 1,0°C em relação ao período pré-industrial e cresce a uma taxa de 0,2°C por década (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC], 2018).

A cada ano, a humanidade consome os recursos naturais da Terra a uma taxa maior do que a natureza é capaz de repor. Em 2019, esta taxa se mostrou a mais elevada de todos os tempos desde que começou a ser medida, em 1970. O Dia de Sobrecarga da Terra de 2019 foi no dia 29 de julho (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2019).

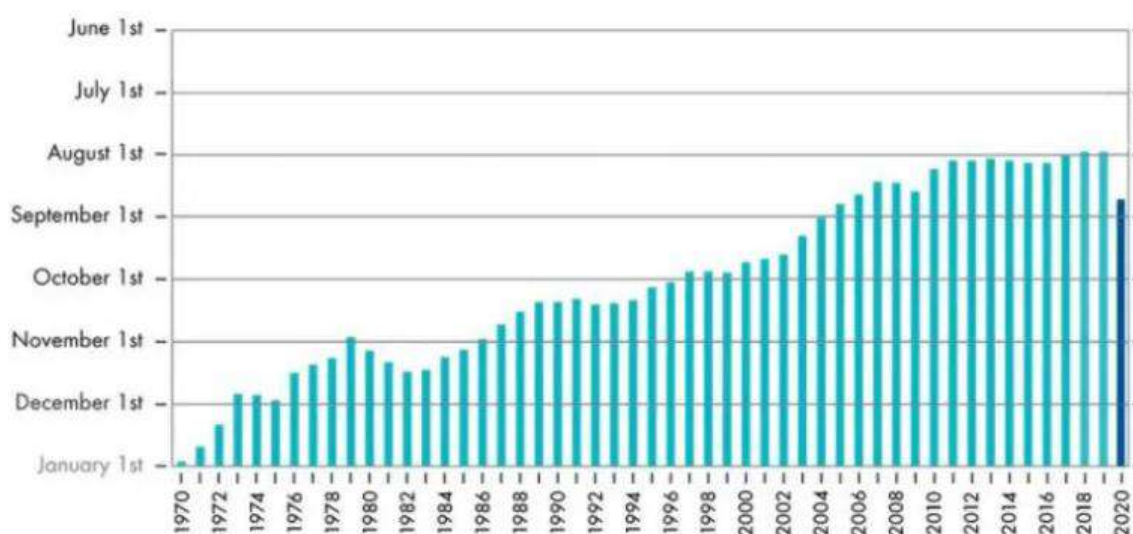


Gráfico 3: Dia de Sobrecarga da Terra de 1970 a 2020. Fonte: Global Footprint Network e Biocapacity Accounts 2019 (2020).

A noção de que o globo terrestre não possui recursos naturais ilimitados recebeu atenção a nível global pela primeira vez na Conferência das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente Humano de 1972, em Estocolmo. Nesta, reconheceu-se a necessidade da construção de diretrizes para o “desenvolvimento sustentável” a fim de evitar um colapso ambiental global dali a algumas gerações.

Desde então, a necessária transformação dos sistemas sociais, econômicos e políticos a nível global para harmonização com a capacidade ambiental do planeta é tema indispensável nas Conferências das Partes (COP) da ONU sobre o clima.

As COP são realizados anualmente desde 1995 e sua importância é reforçada na medida em que eventos climáticos extremos se tornam mais frequentes no mundo. Nelas, se reúnem representantes de 196 países para estabelecer acordos, metas e instrumentos econômicos que consideram as condições econômicas e sociais desiguais dos países participantes.

As Conferências representam a maior articulação e esforço político existente acerca do tema das mudanças climáticas no mundo e um dos principais focos das políticas estabelecidas é a redução da emissão dos gases de efeito estufa, que resultaram em acordos conhecidos, como o Protocolo de Kyoto (1997) e o Acordo de Paris (2016).

Complementarmente, ressignificações mais estruturais na sociedade global são sugeridas pelos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (2015), atualmente uma importante referência para a elaboração de políticas, estudos e atividades econômicas.

O Brasil sob a perspectiva agroecológica

No Brasil, "desenvolvimento sustentável" é um conceito em disputa. Apesar de o país estar comprometido internacionalmente com a preservação dos recursos naturais e redução da emissão de gases de efeito estufa, a agricultura brasileira ainda é apresentada uma lógica de produção colonial. Ou seja, voltada para um mercado externo enquanto perpetua desigualdades sociais através da exploração do trabalhador e da concentração de terras e de renda.

Olhar para o Brasil sob a perspectiva agroecológica significa literalmente estudar a sua agricultura através de conceitos de ecologia. Porém, não somente isto, é entrar também na ideia de ecossistema agrícola total, observando seus aspectos socioculturais, econômicos e técnicos.

O Brasil é, desde a colonização europeia, um importante produtor mundial de gêneros agrícolas para exportação. Esta era a principal atividade econômica da era colonial e atualmente, esta é ainda uma atividade muito forte na economia. Em 2019, 7

dos 10 principais produtos mais exportados foram agropecuários, representando 29,68% do total de exportações (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

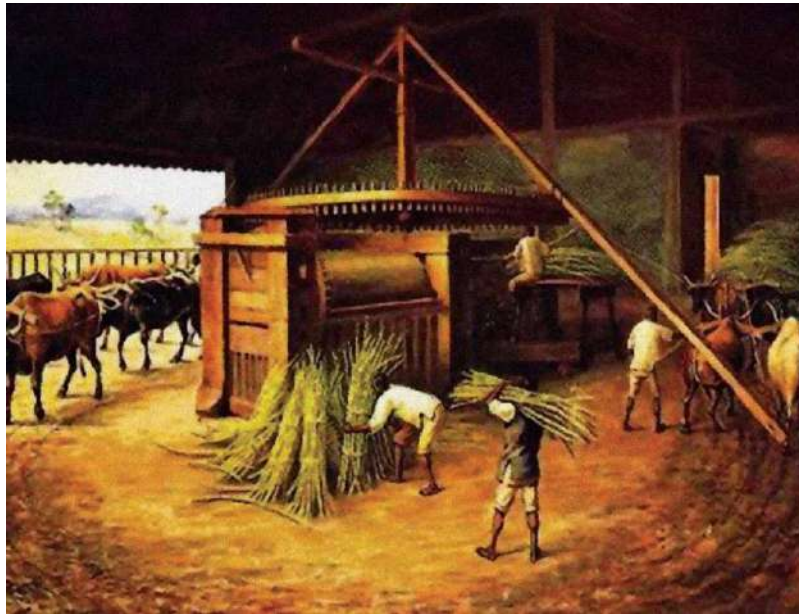


Figura 2: Moagem de cana, Fazenda Cachoeira - Campinas, 1830. Fonte: Benedito Calixto (1853-1927).

Contudo, desde a chegada europeia, o país historicamente explora de forma ecologicamente insustentável os seus recursos naturais. Como exemplo, o pau-brasil, árvore que dá nome ao país pela abundância de outrora, mas que foi extraída ao ponto de ser tão escassa quanto a devastada Mata Atlântica que a abriga, hoje reduzida a apenas 12,5% de sua área original (SOS Mata Atlântica, 2015).

Além do processo extrativista do pau-brasil, a produção do café e da cana de açúcar também contribuíram para a devastação da Mata Atlântica. A técnica de cultivo consistia no desmatamento e incêndio das ensolaradas faces norte dos morros e montanhas da Serra dos Órgãos e outras regiões nos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. A fumaça desses incêndios, em especial na produção de café, era tão intensa que chegava como névoa cinza até a cidade do Rio de Janeiro nas décadas de 1850 e 1860 (MILLER et al., 2006).

O prejuízo deste método foi reconhecido ainda na época do Império. Em 1862, por exemplo, D. Pedro II ordenou o reflorestamento do que hoje é o Parque Nacional da Tijuca para proteger os mananciais que forneciam água potável para a cidade do Rio de Janeiro. A região estava completamente devastada por causa da atividade agrícola e

chácaras e fazendas foram desapropriadas para o plantio de 100 mil árvores em 13 anos (PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, 2020).

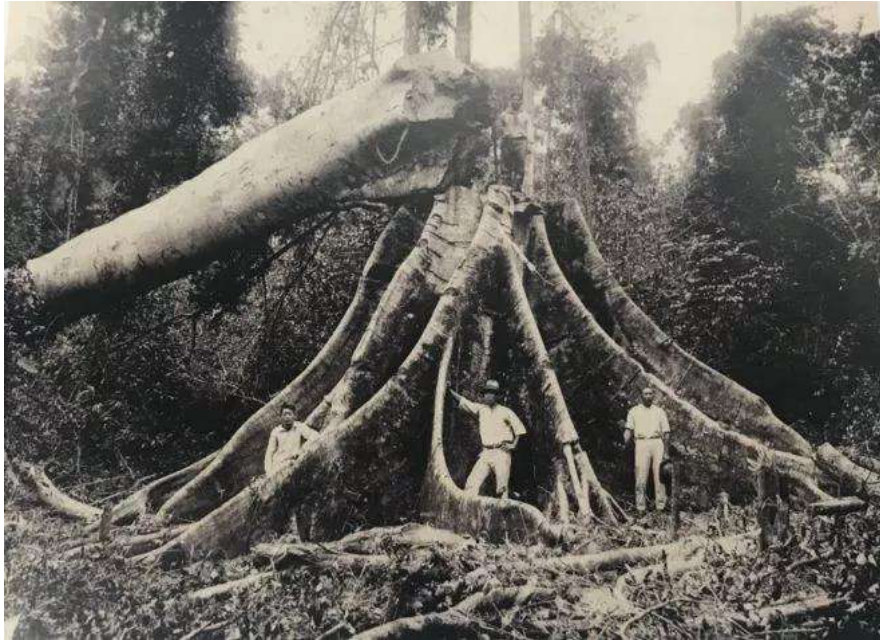


Figura 3: Madeira derrubada na Mata Atlântica. Fonte: Museu Histórico da Imigração Japonesa no Brasil.

Infelizmente, essas técnicas agrícolas arcaicas ainda estão em uso no Brasil. Pôde ser observado recentemente na cidade de São Paulo, em agosto de 2019, “o dia que virou noite” em virtude da névoa de cinzas oriundas das queimadas na Amazônia junto à frente fria vinda do sul (FAPESP, 2019).

Segundo o Sistema de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) do Observatório do Clima, em 2018 o desmatamento (incêndio de florestas) foi a principal fonte de emissões do país, representando 44% do total. Além disso, em 2019, Amazônia e Cerrado representaram 96,7% da área total desmatada, sendo que 99% desse desmatamento é irregular (MAPBIOMAS, 2019).

De acordo com estudo da IMAZON (2008), aproximadamente 75% das áreas desmatadas são ocupadas por atividades agropecuárias. As variações das taxas de desmatamento acompanham as variações dos preços do boi (principalmente), do milho e da soja. Ou seja, se os preços destes produtos sobem, também sobem as taxas de desmatamento no ano seguinte, segundo o estudo.



Figura 4: Agricultura industrial no cerrado brasileiro. Foto: Nelson Almeida/AFP.

Grande impacto socioambiental pode ser observado por esta lógica de produção que tem a premissa de aumentar a produção de alimentos e acabar com a fome através da modernização e industrialização do campo.

Esta suposta modernização do campo possui aspectos políticos, tecnológicos e sociais que dão margem para o questionamento sobre sua real necessidade ou reais interesses. Este processo, que teve início por volta da década de 1960, ficou conhecido como “revolução verde”.

Trata-se, de fato, de uma revolução dos métodos agrícolas. Houve introdução de tecnologias inovadoras, principalmente através da engenharia genética. Contudo, pode ser considerada uma “modernização conservadora” pois nota-se a manutenção das relações de exploração do trabalho, da ameaça da falta de alimentos, da concentração de terras e destruição dos recursos naturais (SANTOS, 2015).

Dentre as inovações, destaca-se o “pacote tecnológico” que inclui sementes geneticamente modificadas, agrotóxicos, fertilizantes, sistemas de irrigação e tratores para produção em larga escala. Complementarmente, implementaram-se programas de crédito rural e programas de extensão (assistência técnica) rural (Altieri, 2012).

Nesta lógica de produção de bens primários em modelo mecanizado e de larga escala, o aumento da rentabilidade fica atrelado ao aumento da produção bruta, já que há pouco ou nenhum beneficiamento para agregar valor aos produtos. A produção, por sua vez, é função da extensão da área de plantio.

Sendo assim, entram em confronto interesses opostos como por exemplo a expansão das fronteiras agrícolas e a criação de áreas de proteção ambiental. A produção para exportação e a produção para o mercado interno. A produção agrícola enquanto processo de valor socioambiental e a produção agrícola sem valor cultural.

Ainda, a própria “revolução verde” contou com alguns instrumentos econômicos interessantes, mas que não foram assistidos por mecanismos de democratização do acesso aos recursos. Segundo o Censo Agropecuário de 2006 do IBGE, de todos os estabelecimentos que já acessaram financiamentos desde a implementação do crédito rural pela Lei no. 4.829/1965, os de 100 hectares (1 milhão de metros quadrados) ou mais obtiveram 69,9% de todos os recursos aplicados. Ou seja, foram as poucas grandes propriedades que obtiveram a maior parte dos recursos financeiros disponibilizados.

O trabalhador assalariado do campo passou a ser substituído por máquinas e, portanto, perdeu seu posto de trabalho (MAZIN, 2015). Além disto, a unidade produtiva rural que não adotasse o pacote tecnológico, repleto de benefícios fiscais, teria menor capacidade de produzir e comercializar com preços competitivos.

Tabela 1: Evolução da estrutura fundiária do Brasil (2003-2014). Fonte: INCRA apud Bombardi, 2017.

Tamanho dos Imóveis	Imóveis Rurais							
	2003				2014			
	Número	(%)	Área	(%)	Número	(%)	Área	(%)
1 a 10 ha	1.409.797	33	6.638.597	2	2.208.467	36	9.713.044	1
10 a 100 ha	2.289.014	53	75.782.409	18	3.097.263	50	103.277.382	14
100 a 1.000 ha	523.335	12	140.362.234	34	739.358	12	198.722.832	27
1.000 a 10.000 ha	67.402	2	168.101.028	40	91.973	1	226.207.605	31
10.000 a 100.000 ha	961	0,02	19.284.741	5	2.692	0,04	63.839.244	9
Acima de 100.000 ha	22	0,001	8.314.316	2	365	0,006	138.641.532	19
Total Brasil	4.290.531	100	418.483.325	100	6.140.118	100	740.401.639	100

Estes dois fenômenos ajudam a explicar o complexo processo de êxodo rural e, conseqüentemente neste caso, resultam na concentração de terras, indicando que a “revolução verde” foi na contramão da reforma agrária.

Desde 2008 o Brasil é o maior consumidor mundial de agrotóxicos do mundo (ABRASCO, 2015) e consome aproximadamente 20% de todos os agrotóxicos

comercializados atualmente (PELAEZ et al., 2015). Em 2011, foram 853 milhões de litros de produtos aplicados nas lavouras (ABRASCO, 2015), oriundos de aproximadamente 400 milhões de quilos de ingredientes ativos (IBAMA *apud* BOMBARDI, 2017).

É notável que 80% das propriedades maiores de 100 hectares, que representam 86% da área total ocupada por imóveis rurais (Tabela 1), usam agrotóxicos (BOMBARDI, 2011). As maiores concentrações de utilização coincidem com as regiões de maior intensidade de monoculturas (ABRASCO, 2015).

O glifosato foi o agrotóxico mais vendido no Brasil em 2014 com mais de 50% das vendas (IBAMA via Bombardi, 2017). Trata-se de um herbicida organofosforado que é utilizado para matar ervas daninhas. Além do glifosato, cerca de mais 430 ingredientes ativos (IAs), 750 produtos técnicos e 1.400 formulações de agrotóxicos estão autorizados pelo Ministério da Saúde (MS) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (ABRASCO, 2015).

A Lei 7802/89, conhecida como Lei dos Agrotóxicos, estabelece as condições para a utilização de agrotóxicos no país e é regulamentada pelo decreto 4074/02 e pela CONAMA 334/03. As dosagens dos agrotóxicos na agricultura dependem da sua persistência, bioacumulação, migração geoquímica e avaliação toxicológica. A partir desta, se define a ingestão diária aceitável para humanos sem prejuízos para a saúde (ANDRADES *et al.*, 2007).

A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil é débil se comparada com Estados Unidos em termos de burocracia e custo. O registro no Brasil custa R\$1.800,00 e está sob a responsabilidade de 21 técnicos enquanto nos EUA é US\$600.000,00 e está sob responsabilidade de 854 técnicos (ANVISA; UFPR, 2012).

Além disso, os limites permitidos de agrotóxicos na água potável para consumo humano chegam a ser 5.000 vezes maiores no Brasil, como é no caso do glifosato, em relação a União Européia (Bombardi, 2017). Ademais, a fiscalização é precária e apenas 27 pesticidas são de testagem obrigatória por lei (AGÊNCIA PÚBLICA; REPÓRTER BRASIL, 2019).

As culturas de soja, cana, milho e algodão são os principais destinos dos agrotóxicos. Juntos, concentram 79% de todo uso, conforme mostra o gráfico a seguir.

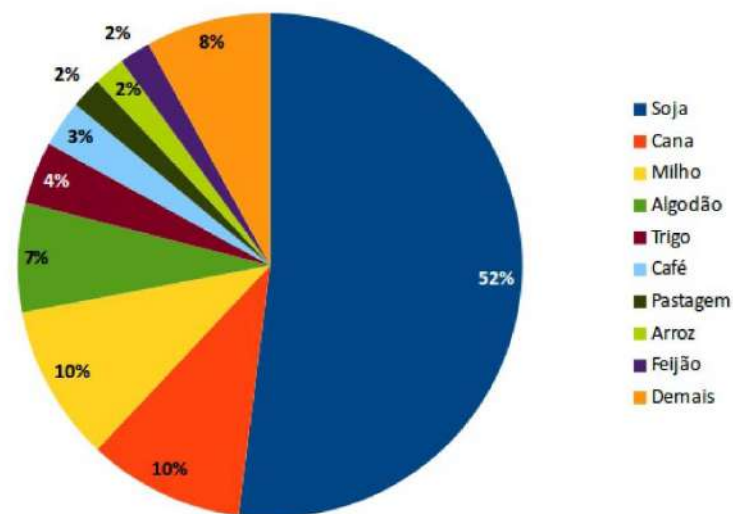


Gráfico 4: Venda de agrotóxico por cultura no Brasil em 2015. Fonte: Vieira apud Bombardi, 2017.

Em bacias agrícolas, os agrotóxicos são a principal causa de poluição das águas superficiais e subterrâneas (REBOUÇAS, 2012) e 1 em cada 4 cidades brasileiras apresenta todos os 27 pesticidas de testagem obrigatória nas suas redes de abastecimento. Em 2017, 92% das cidades que forneceram seus dados possuíam água contaminada por algum agrotóxico (AGÊNCIA PÚBLICA; REPÓRTER BRASIL, 2019).

No Brasil, apenas 5% da área plantada é irrigada. Contudo, esta área irrigada consome 61% de toda água captada de rios e lagos, sendo que 50% desta água não é aproveitada pelas plantas. Ou seja, as perdas de água da agricultura irrigada superam, em quantidade, o consumo pelo uso doméstico, que é de 21% do total (ANA, 2004).

Como agravante, segundo o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA, 2019) referente a 2017 e 2018, 51% dos alimentos consumidos pela população brasileira contém agrotóxicos, sendo 28% com agrotóxicos dentro do permitido por lei e 23% fora, seja por excederem o limite máximo de agrotóxicos permitidos ou por apresentarem agrotóxicos não permitidos para as aquelas culturas.

É perceptível que a qualidade de vida nas cidades brasileiras é influenciada pelas práticas da agricultura industrial - chega a ser uma questão de saúde pública. O próprio processo de êxodo rural compõe o cenário do ambiente urbano que cresce de forma desordenada. Em muitos casos, segundo Seabra (2004), as periferias, formadas pelas inúmeras favelas, são fruto da forma com que a população pobre trabalhadora, e, na maioria das vezes, migrante, acomodou-se na metrópole.

Os resíduos sólidos urbanos

Nota-se o crescimento da população urbana em relação a população rural, num movimento demográfico determinante para o crescimento dos centros urbanos, a maioria na região litorânea do país. A população rural, que em 1950 representava 63,8% da população total, atualmente é muito inferior que a população urbana que, em 2010, representava 84,9% da população total (IBGE, 2010), sendo que, atualmente, aproximadamente 17,6% da população está concentrada nos 10 maiores municípios do país, de um total de 5.570 (IBGE, 2010).

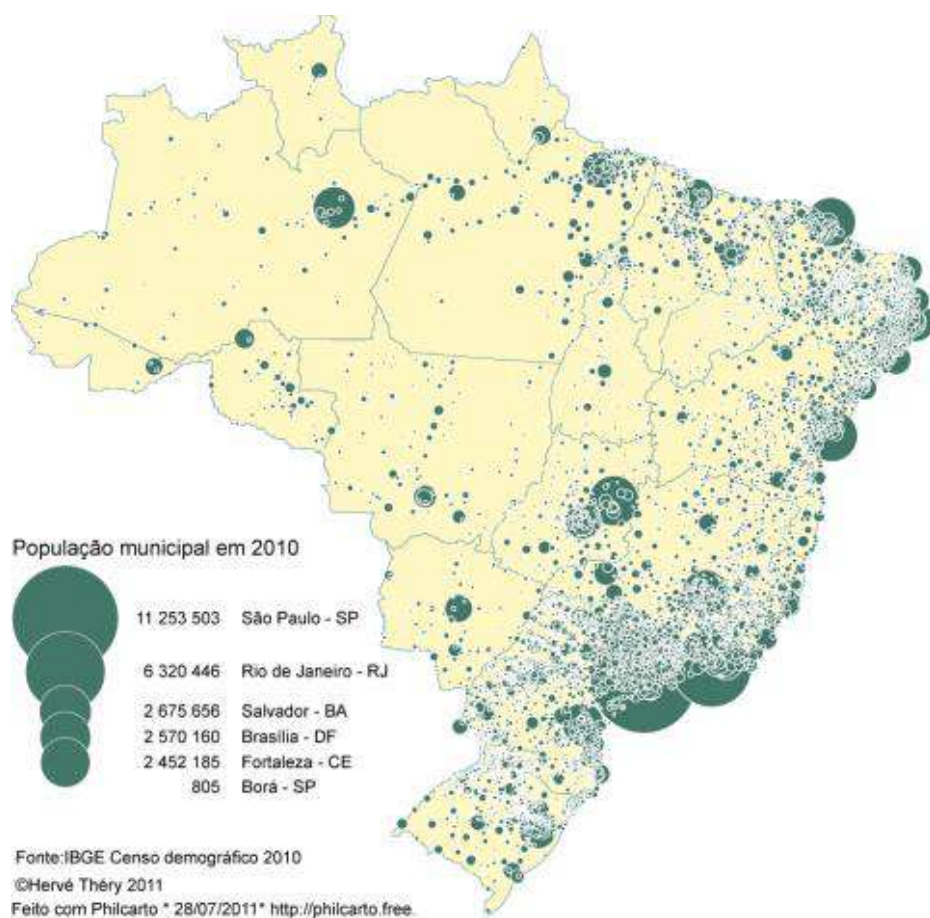


Figura 5: População por município, Brasil, 2010. Fonte: Censo IBGE 2010.

A população brasileira é de aproximadamente 210 milhões de habitantes (IBGE, 2019) e, em 2017, cada habitante produziu, em média, 0,95 kg de resíduos diariamente (SNIS, 2019). Ou seja, diariamente, foram produzidas em torno de 199.500 toneladas de

resíduos. Contudo, foram coletadas diariamente apenas 166 mil toneladas (SNIS, 2017) sendo que 40,9% destes não tiveram destinação adequada (ABRELPE, 2017).

Logo, foram aproximadamente 37 milhões de toneladas de resíduos naquele ano sem o destino correto, o que gera considerável poluição ambiental, pela contaminação do solo, das águas e para a proliferação de vetores de doenças, entre outros impactos não só ambientais.



Figura 6: Aterro Municipal de Jardim Gramacho. Fonte: Internet.

A falta de padronização metodológica na gestão dos resíduos, junto aos grandes desperdícios, descarte de materiais misturados e desconhecimento de soluções alternativas resultam num cenário de oneração dos serviços públicos, assimetria das taxas de coleta entre os municípios de diferentes portes e concentração de poder em sistemas centralizados de tratamento (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019).

Destaca-se o fato de que, segundo o Programa Nacional Lixão Zero (2019), 50% dos resíduos é composto por matéria orgânica. Contudo, no atual cenário da gestão de resíduos, pouco do potencial de reciclagem dos orgânicos é aproveitado. Apenas 0,8% dos resíduos orgânicos são valorizados em unidades de compostagem (SNIS, 2019).

Os resíduos orgânicos restantes se decompõem de forma descontrolada, causando diversos impactos ambientais e gerando custos e desafios operacionais aos aterros sanitários nos sistemas de tratamento de chorume, biogás e de manutenção da estabilidade geotécnica. Estes custos continuam a existir mesmo quando um aterro é encerrado, tornando-o um passivo ambiental.

Os resíduos orgânicos possuem potencial energético e potencial de reciclagem, e dispõem de diversas tecnologias para seu tratamento. Para o aproveitamento do potencial energético, a tecnologia a ser utilizada é a dos biodigestores anaeróbicos, que promovem o processo de decomposição dos resíduos com produção de biogás. Para o aproveitamento do potencial de reciclagem, a compostagem é a tecnologia.

O interessante de ambas as soluções é que o tratamento é de base biológica, através da ação de microrganismos em ambientes específicos. São biotecnologias. São bioprocessos. Se reproduzem nesses processos os mecanismos de decomposição da natureza, com o auxílio de um ambiente controlado para a maior eficiência dos processos.

Essas tecnologias são exemplares da área de saneamento ecológico. Este conceito surge para complementar o senso de saneamento “convencional”, de grandes construções, grades impactos. São grandes transposições de rios, grandes estações de tratamento de água, grandes barragens, grandes aterros...

Contudo, o alcance do saneamento “convencional” se mostra limitado para atender a totalidade das pessoas e demandas das cidades. Por isso, um conceito complementar, o saneamento ecológico, de base local, de base comunitária, de tecnologias simples, naturais, de gestão compartilhada, se faz necessário. Não para substituir, mas para completar.

Não que a compostagem ou a biodigestão não possam ser de grande escala, porém esta não é a sua maior aptidão. Sua fácil aplicação e baixa demanda por recursos externos sugerem pequenas escalas de tratamento e processos comunitários em prol da promoção do próprio saneamento e autonomia.

Se cada um dos quase 200 milhões de habitantes do Brasil produz aproximadamente 0,5kg de resíduos orgânicos por dia, então são todos os dias são aproximadamente 100 mil toneladas de resíduos orgânicos disponíveis como matéria prima para diversas atividades econômicas.

Estes resíduos orgânicos, cujo gerenciamento é um grande desafio nos dias de hoje, são os recursos para transformações sociais e econômicas no Brasil. Pela sua

grande quantidade e disponibilidade onde quer que haja cidades, possuem potencial para se tornar uma grande atividade econômica.

Resta saber, quem irá se apropriar destes recursos. Portanto, para que se caminhe em direção à redução das desigualdades sociais, é preciso que seja uma apropriação popular. Neste sentido, são necessárias diversas ferramentas de democratização do acesso ao conhecimento, do acesso às oportunidades. Neste caso, as universidades públicas desempenham papel fundamental, esta é sua função na sociedade.

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste Trabalho de Conclusão de Curso é elaborar um projeto de pátio de compostagem, uma escola de compostagem comunitária, para tratamento local dos resíduos orgânicos da Cidade Universitária da UFRJ, enquanto elemento principal de um programa de compostagem com viés agroecológico que integra ensino, pesquisa, extensão e administração na UFRJ.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fundamentar a compostagem agroecológica como tecnologia social para um programa integrado na UFRJ que contribui para o desenvolvimento sustentável.
- Propor critérios de licenciamento para empreendimentos em compostagem de escala comunitária para o estado do Rio de Janeiro.
- Propor uma estratégia para o início da operação do pátio na Cidade Universitária.
- Apresentar análise da viabilidade econômica do projeto como programa institucional.

Justificativa

A compostagem é uma técnica de tratamento de resíduos orgânicos que consiste na decomposição biológica e estabilização de materiais orgânicos, sob condições

controladas, que gera um produto final que pode ser benéficamente aplicado na terra (HAUG, 1993), o composto orgânico.

A compostagem evita o envio dos resíduos orgânicos para aterros sanitários. Além disso, contribui para o aumento da sua vida útil bem como para a diminuição dos seus custos operacionais devido à segregação dos resíduos orgânicos na fonte geradora e tratamento potencialmente de base local. Desta forma, também fortalece a coleta seletiva e aumenta a qualidade dos resíduos secos para reciclagem (FAPESC, 2017).

É um princípio da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/10, o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania, em especial através da responsabilidade compartilhada: um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas a fim de 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 (PNRS, 2010).

É também uma diretriz da Lei no. 9.795/99, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, inserir a educação ambiental no Projeto Político Pedagógico das escolas brasileiras, estendida para as instituições de educação superior. Também promover ações de educação ambiental formal e não formal especificamente aplicadas à temática da compostagem, incentivando a prática correta de separação dos resíduos orgânicos e das diferentes modalidades de compostagem. Além disso, assegurar recursos para a prática de compostagem e geração de renda por meio da comercialização do composto (PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2012).

Dos diversos métodos de compostagem existentes, este Trabalho irá focar em métodos com o menor custo de implementação e operação possíveis, fortalecendo os conceitos de gestão descentralizada dos resíduos orgânicos, de engajamento comunitário, geração de renda e de educação ambiental através da gestão de resíduos.

Enquanto projeto institucional da UFRJ, a compostagem tem o potencial de integrar atividades de ensino, pesquisa, extensão e administração que já realizam projetos de compostagem isoladamente, em especial a Prefeitura Universitária, alguns grupos de agroecologia da UFRJ e projetos de pesquisa. É um projeto que tem o potencial integrar teoria e prática e de ser aplicado em outras universidades e escolas de características semelhantes enquanto atividade pedagógica integrada com a gestão de resíduos orgânicos autossuficiente.



Figura 7: Atividade de extensão sobre compostagem na Cidade Universitária. Fonte: Própria (2019).

Este projeto visa promover, fortalecer e se apoiar no recém-criado Fórum Ambiental da UFRJ. Busca-se a qualificação profissional de todas as pessoas envolvidas no processo, sejam docentes, discentes, técnicos administrativos ou público externo à UFRJ através das suas atividades. São público-alvo externo à UFRJ de especial interesse desta proposta as cooperativas de reciclagem e a agricultura familiar. A primeira, para que a compostagem possa se tornar um de seus serviços e a segunda, como um dos destinos do composto orgânico produzido para uma agricultura socioambientalmente sustentável.

A compostagem não é um assunto abordado com aprofundamento técnico em nenhuma disciplina da graduação em Engenharia Ambiental e em praticamente nenhuma disciplina de graduação da UFRJ. Desta forma, este Trabalho busca estimular a criação de mais atividades de ensino e pesquisa voltadas para temática do saneamento ecológico.

Além disso, um dos produtos deste Trabalho é também uma proposta de critérios para o licenciamento de pátios de compostagem para o estado do Rio de Janeiro, já que na pesquisa sobre este assunto, não foi encontrada nenhuma diretriz recente.

Por fim, após aprovação do IPCC em 2006, a compostagem ainda pode pleitear recursos enquanto Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL com reduções certificadas de carbono. Quando difundida, a compostagem poderá ter papel fundamental para substituição ou eficiência no uso de fertilizantes químicos pela utilização do composto orgânico para aumento da matéria orgânica e promoção da vida no solo (FAVOINO; HOGG, 2008). Assim, este é um Trabalho que contribui também para a área de Economia Ambiental.

Relevância

Como é possível constatar, a agricultura teve e ainda tem papel determinante para o rumo da história do Brasil. Atualmente, a agricultura industrial que se consolidou no país causa não só impactos ambientais como também agrava desigualdades sociais e gera impactos negativos na qualidade de vida nas cidades.

Uma agricultura sustentável só poderá advir de uma sociedade sustentável, de uma sociedade que se enxergue como um todo inter-relacionado, onde cada vez mais a busca de soluções integradas se faz necessária (INÁCIO E MILLER, 2009).



Figura 8: Curso de extensão em compostagem no Restaurante Universitário Central da UFRJ. Fonte: Própria (2019).

A compreensão dos sistemas agrícolas enquanto ecossistemas, não apenas do ponto de vista ecológico, mas também econômico, técnico e social, é a base científica

da agroecologia. Sua ideia central é desenvolver ecossistemas agrícolas, ou agroecossistemas, com dependência mínima de insumos externos (ALTIERI, 2012).



Figura 9: Horta agroecológica com aproveitamento de composto orgânico e roçada de grama da Cidade Universitária sobre solo degradado. Fonte: Própria (2018).

A agroecologia é tanto uma ciência quanto um conjunto de práticas e apresenta-se também como um movimento social. Mobiliza atores em defesa da justiça social, da saúde ambiental, da soberania e da segurança alimentar e nutricional. Propõe relações mais equilibradas entre o mundo rural e as cidades como um modelo alternativo à agricultura industrial, fornecendo as bases científicas, metodológicas e técnicas para uma nova revolução agrária não só no Brasil, mas no mundo inteiro (ALTIERI, 2012).

Os sistemas de produção agrícola e de gestão de resíduos possuem potencial de integração. Os resíduos orgânicos são potencialmente fonte de nutrientes e matéria orgânica para o solo se tratados adequadamente. Investir na gestão integrada de resíduos sólidos é investir em uma economia mais ecológica e, conseqüentemente, circular.

A compostagem é uma tecnologia social que viabiliza o atendimento a diversos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável bem como a diversas diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos e objetivos da Agenda Ambiental da Prefeitura

Universitária da UFRJ, além de potencialmente alimentar a criação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da UFRJ no que tange ao tratamento da fração orgânica dos resíduos gerados, dentro do recém-criado Fórum Ambiental da UFRJ (2018).



Figura 10: Gerenciamento de podas e roçada na Cidade Universitária. Fonte: Própria (2019).

A compostagem na UFRJ, se integrada com o Sistema Integrado de Alimentação (SIA UFRJ), através dos Restaurantes Universitários, fortalece esta ferramenta. O SIA é uma assistência estudantil fundamental para a comunidade acadêmica e ficará fortalecida através de produção científica e da criação oportunidades de formação profissional à comunidade acadêmica e externa. A compostagem na UFRJ representa uma atuação alinhada com diretrizes locais e globais para o desenvolvimento sustentável, para a formação cidadã e para a formação profissional através da gestão de resíduos.

Portanto, a compostagem agroecológica é o conceito a ser criado e defendido por este Trabalho. A compostagem sendo mais do que uma tecnologia, mas uma ação com propósito fundamentado na agroecologia.

A compostagem agroecológica se apresenta como uma possível solução para ajudar o Brasil a reduzir seu maior vetor de emissão de gases de efeito estufa, o desmatamento. O composto orgânico pode substituir agrotóxicos e fertilizantes químicos, ser insumo para a recuperação de paisagens devastadas e mudar a lógica da produção agrícola, que atualmente segue derrubando florestas em todo Brasil.

Atualmente, a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, na sigla em inglês) pelo Brasil à ONU é a redução em 37% as emissões de gás carbônico (CO₂) em relação a 2005. O prazo para isto é 2025 (CEBDS, 2018).

Através do composto orgânico como insumo agrícola para o fortalecimento da agricultura familiar, a compostagem agroecológica oferece oportunidades para a descentralização do espaço regional, numa lógica de economia regional circular, ambiental, solidária e de baixo carbono.

A compostagem agroecológica é a semente que se planta neste Trabalho para uma política pública no futuro na qual a gestão de resíduos através de processos ecológicos contribui para o reflorestamento, recuperação de funções ecossistêmicas e produção agrícola de base agroecológica em áreas periurbanas devastadas.

Metodologia

Este Trabalho é resultado de estudos teóricos e aplicações práticas da compostagem pelo grupo MUDA (Mutirão de Agroecologia), programa da Rede de Agroecologia da UFRJ (ReAU) e do Núcleo Interdisciplinar para o Desenvolvimento Social (NIDES/UFRJ), aprofundados pelo autor.

Para que fosse alcançado o objetivo geral, foi fundamental a integração entre teoria e prática ao longo da formação do autor - experiência que reforça o caráter emancipatório da materialidade da ação, metodologia fundamental para a formação profissional e cidadã do autor, assim como também é para a construção do movimento agroecológico na UFRJ e para esta proposta.

Os principais conceitos, informações e definições apresentadas foram trazidas de documentos ou instrumentos do Governo Federal como a Política Nacional de

Resíduos Sólidos (PNRS), o Plano Nacional de Resíduos Sólidos e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), entre outras leis, livros, publicações, dissertações e artigos acerca da temática.

A elaboração do projeto do pátio em si foi viabilizada a partir dos referenciais teóricos sobre compostagem, principalmente do livro “Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos”, das experiências práticas do autor na UFRJ e das informações e de dados obtidos sobre a geração e o gerenciamento dos resíduos sólidos dos Restaurantes Universitários da Cidade Universitária e da limpeza urbana da Cidade Universitária, através da Sistema Integrado de Alimentação da UFRJ e da Coordenação de Meio Ambiente da Prefeitura Universitária da UFRJ, respectivamente.

Complementarmente, foram utilizados os dados dos contratos de serviços terceirizados de manutenção de áreas verdes, limpeza urbana e coleta de resíduos para o balanço financeiro.

Foi fundamental a presença em diversas reuniões com instâncias administrativas da UFRJ para que a proposta estivesse compatível com os planos, desafios e possibilidades da instituição, considerando sua estrutura administrativa, mecanismos e estratégias para novas soluções e programas, principalmente quando inovadoras.

Por fim, as recomendações para trabalhos futuros se baseiam nos aspectos ou estudos que a proposta não pôde contemplar ou realizar mas que agregariam valor à mesma e dariam continuidade à construção estratégica e articulada da compostagem agroecológica na sociedade como um todo, através da UFRJ como propulsora.

Estrutura

Este Trabalho é composto por 5 capítulos dentro da seguinte estrutura:

- Introdução: Apresenta, em linhas gerais, a construção histórica de alguns aspectos do atual cenário socioambiental brasileiro com foco na agricultura, aponta a abordagem agroecológica como ferramenta para a gestão integrada de resíduos sólidos orgânicos e indica a compostagem como técnica para tal, a começar pela UFRJ, seguido dos objetivos, justificativa, relevância, metodologia e estruturação do trabalho.

- Capítulo 1: Apresenta o processo de compostagem e os diferentes métodos.
- Capítulo 2: Apresenta conceitos de economia e de gestão de resíduos que interagem entre si e o diagnóstico da gestão de resíduos da cidade do Rio de Janeiro.
- Capítulo 3: Apresenta conceitos de agroecologia, extensão universitária e o grupo MUDA UFRJ.
- Capítulo 4: Apresenta o diagnóstico da gestão atual de resíduos orgânicos da Cidade Universitária.
- Capítulo 5: Apresenta a proposta de critérios para o licenciamento e o projeto do pátio de compostagem.
- Capítulo 6: Apresenta a análise da viabilidade econômica do pátio de compostagem enquanto programa da UFRJ.
- Considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.
- Referências Bibliográficas.

1 COMPOSTAGEM

A compostagem se enquadra dentro do conceito de saneamento ecológico. É um tratamento biológico da fração orgânica dos resíduos sólidos, que tem como importante característica a possibilidade de aplicação descentralizada, na própria fonte geradora ou próximo dela. Ela é mencionada em diversos planos, relatórios e políticas de órgãos públicos ou não e se encaixa perfeitamente dentro dos conceitos de economia circular e tecnologias sociais e tem grande potencial para atender direta ou indiretamente diversas metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, bem como para fortalecer a agroecologia e a economia circular.

A compostagem pode ser executada em escala doméstica, comunitária ou industrial. A vantagem da descentralização é a redução de gastos financeiros e impactos ambientais com o transporte dos resíduos, que atualmente requer caminhões pesados para percorrer grandes distâncias, em especial no município do Rio de Janeiro.



Figura 11: Compostagem comunitária na Cidade Universitária. Fonte: Própria (2019).

A gestão dos resíduos sólidos através da compostagem requer pátios de compostagem, ou seja, o local onde se encontram as leiras de compostagem, dimensionados de acordo com a demanda a ser atendida. Em geral, prédios, praças, áreas comuns de condomínios, escolas, áreas periurbanas, rurais, etc., possuem espaços ociosos que podem abrigar os pátios. Quando bem gerenciados, os pátios de

compostagem não geram maus odores e não atraem animais vetores de doenças e impopulares como mosquitos, moscas, ratos e baratas.

O produto final do processo é o composto orgânico, um material rico em nutrientes e matéria orgânica, estável e livre de patógenos, que pode ser manuseado manualmente e aplicado no solo.

É um produto que possui valor de mercado e cujos processos produtivos geram trabalho e renda e fecham o ciclo da matéria orgânica, uma vez que o composto pode ser reinserido na produção de alimentos.

A compostagem promove conscientização e aproximação do indivíduo com a gestão do seu próprio resíduo, trazendo senso de coletividade através da responsabilização e sensibilização diante da questão.

Em suma, a compostagem não é apenas uma técnica para tratamento potencialmente descentralizado de resíduos orgânicos, mas também uma ferramenta para educação ambiental e construção de um senso coletivo de responsabilidade sobre os resíduos, sobre os hábitos de consumo, sobre cultura e sobre sustentabilidade ecológica.

1.1 O processo de compostagem

A compostagem é um processo de decomposição biológica da matéria orgânica. Definitivamente é uma biotecnologia ambiental, absolutamente aeróbica e que gera calor, levando a temperaturas típicas de 50°C a 65°C, e picos que podem chegar a mais de 70°C. São matérias primas da compostagem não apenas os resíduos alimentares, mas também outros materiais como folhas secas, grama e serragem, que são chamados de fontes de carbono (INÁCIO E MILLER, 2009).

A compostagem é manejada ou otimizada para atingir certos objetivos, como (INÁCIO E MILLER, 2009):

“- Decompor matéria orgânica potencialmente putrescível para um estado estável e produzir um material que possa ser usado para o melhoramento do solo ou outros benefícios;

- Decompor resíduos em um material benéfico: a compostagem pode ser economicamente favorável como alternativa quando comparada aos custos dos métodos convencionais de disposição de resíduos sólidos;

- Tratar resíduos orgânicos infectados com patógenos para que possam ser usados beneficemente e de maneira segura. ”



Figura 12: Leira de compostagem com fluxo de vapor. Fonte: Composta e Resíduos (2020).

A compostagem é um processo que envolve variados grupos de microrganismos e fatores ecológicos do processo, como temperatura, umidade, aeração e pH que se influenciam mutuamente durante suas fases, num processo que pode durar de 80 a 120 dias. (INÁCIO E MILLER, 2009):

“- Fase inicial: ocorre a expansão das colônias de microrganismos mesófilos e intensificação da ação de decomposição, liberação de calor e elevação rápida da temperatura. Do ponto de vista operacional, esta fase deve levar no máximo 24 horas até atingir temperatura de 45°C no interior da leira. Mas, dependendo das características do material orgânico e o método, é possível que seja mais curta (menos de 15 horas) ou mais longa (até 3 dias).

- Fase termofílica: caracterizada por temperaturas acima de 45°C, predominando a faixa de 50 a 65°C, quando ocorre plena ação de microrganismos termofílicos, com intensa decomposição do material, com formação de água metabólica, e manutenção da geração de calor e vapor d'água. A dinâmica de fluxo de ar (aeração) na leira de compostagem é fortemente influenciada nesta fase. O calor gerado impulsiona a aeração por convecção, e a acelerada decomposição pode gerar o colapso do substrato orgânico dificultando fortemente o suprimento de ar.

- Fase mesofílica: fase de degradação de substâncias mais resistentes por microrganismos mesofílicos, redução da atividade microbiana e consequente queda da temperatura da leira e perda de umidade. Enquanto a fase termofílica anterior é dominada por bactérias, daqui em diante fungos e actinomicetos têm papel igualmente relevante.

- Maturação: ocorre a maturação do composto com grande formação de substâncias húmicas. A atividade biológica é baixa e o composto perde a capacidade de autoaquecimento. Agora, a decomposição ocorre a taxas muito baixas e prosseguirá quando o composto orgânico for aplicado no solo, liberando nutrientes. ”

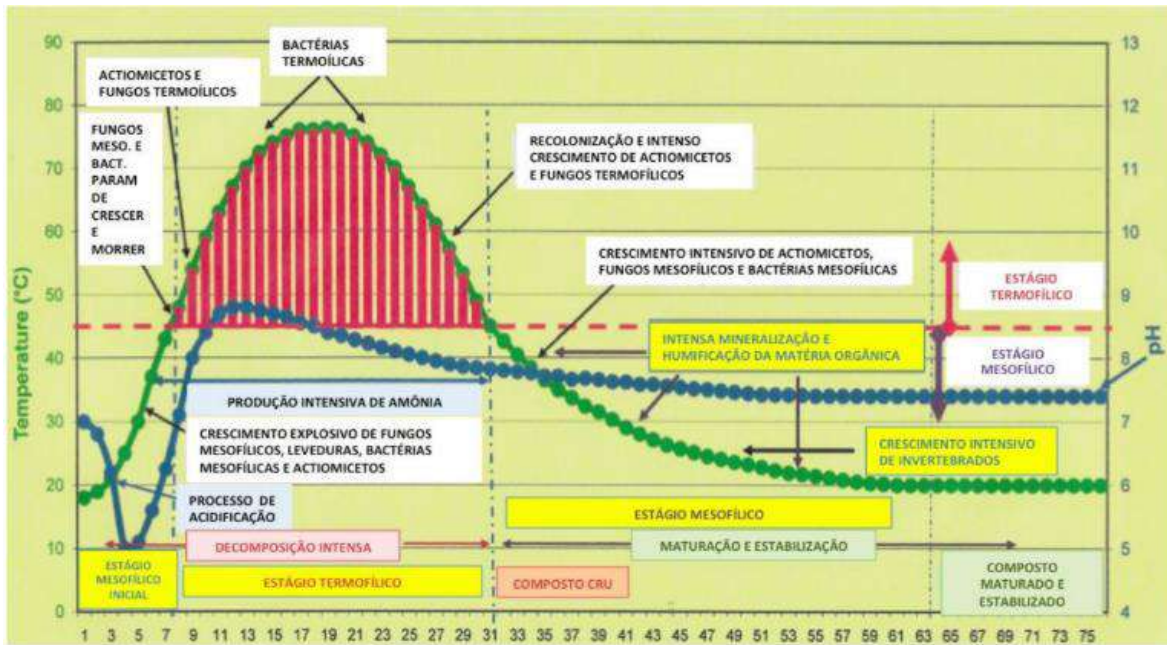


Gráfico 5: O processo de compostagem. Fonte: Chiabi apud Brazas, (2012).

1.2 Fatores que influenciam o processo

Na compostagem os materiais orgânicos são transformados intensamente pela ação microbiológica, que altera suas características físicas e químicas. Em geral, os materiais orgânicos já possuem microrganismos chamados de “nativos”, cuja ação é estimulada durante o processo, através da criação de um ambiente favorável que combina temperatura, umidade, concentração de oxigênio, pH, tamanho das partículas dos resíduos e relação carbono/nitrogênio (C/N) (INÁCIO E MILLER, 2009).

Em cada fase do processo de compostagem o equilíbrio entre estes fatores se modifica em função da atividade microbiológica que tem uma dinâmica complexa. Bactérias, fungos e actinomicetos se sucedem uns aos outros ao longo do processo e em função das demais condições dentro da leira. É de suma importância favorecer a sucessão dos microrganismos durante o processo, pois cada grupo microbiano será responsável pela biodegradação de diferentes tipos de substâncias orgânicas, a começar pelas prontamente biodegradáveis presentes nos resíduos alimentares, como os carboidratos, até as mais resistentes à biodegradação, presentes nas fontes de carbono, como a lignina e a celulose.

1.2.1 Oxigênio

A oxigenação é fundamental para o sucesso do processo. Sem a presença de oxigênio, as altas temperaturas não são alcançadas e o processo perde sua característica oxidante. Além disso, a ausência de oxigênio implica na ocorrência de digestão anaeróbica, que é mais lenta que a aeróbica e gera compostos intermediários com forte odor, o que deve ser evitado (INÁCIO E MILLER, 2009). Portanto, é de grande importância uma porosidade interna da leira de compostagem que garanta a circulação do oxigênio durante o processo.

1.2.2 Umidade

A umidade é relevante pois a água faz parte do metabolismo microbiano, contudo, ela concorre com o oxigênio para ocupar os espaços internos. Por isso, é imprescindível trabalhar com uma faixa de umidade entre 40% e 65%, que não seja baixa demais a ponto de interromper a atividade microbiana nem grande demais a ponto de impedir a digestão aeróbica. É preciso levar em consideração que, no balanço hídrico do processo, a água que entra é essencialmente a que está presente nos resíduos alimentares, enquanto a água que sai é na forma de vapor, resultado da atividade biológica a altas temperaturas (INÁCIO E MILLER, 2009).

1.2.3 Relação C/N

A relação C/N é um dos mais importantes fatores da compostagem, pois estes são os nutrientes mais importantes para a atividade microbiana. O carbono é a fonte de energia e está presente na estrutura das células microbianas, enquanto o nitrogênio é imprescindível para a formação de proteínas e reprodução dos microrganismos.

Como exemplo, aparas de madeira possuem relação C/N = 300-500 enquanto restos de verdura, 16. A baixa relação C/N resulta no colapso da estrutura leira ao mesmo tempo que quanto maior a relação C/N, maior o tempo de decomposição do material. A relação C/N = 25-30 é a ótima para atividade microbiana (INÁCIO E MILLER, 2009).



Figura 13: Resíduos alimentares e fontes de carbono na compostagem. Fonte: Própria (2018).

Portanto, é necessária uma combinação específica entre resíduos alimentares e fontes de carbono para que se chegue na relação C/N ótima. Em casa caso, a proporção entre os materiais pode variar de acordo com as características dos materiais utilizados. Além disso, os materiais de mais elevada relação C/N, vulgo as fontes de carbono, são fundamentais para a manutenção da estrutura interna da leira uma vez que o processo de decomposição se inicia e estes não perdem sua estrutura com a mesma rapidez que os resíduos alimentares (INÁCIO E MILLER, 2009).

1.2.4 Tamanho das partículas

O tamanho dos resíduos também influencia no processo. Se forem grandes demais, a degradação de um determinado volume de resíduos será mais lenta pois será menor a superfície de contato em relação a um mesmo volume de tamanho menor. Contudo, para os resíduos alimentares, se forem pequenos demais, os resíduos tendem a se compactar. Portanto, existe um tamanho ótimo de partículas, que é de 0,3 a 1,5 cm. Para as fontes de carbono, a trituração é benéfica (INÁCIO E MILLER, 2009), para que estas tenham aspecto de serragem ou cavacos de madeira.

1.2.5 pH

O pH é um fator que influencia qualquer atividade microbiana e deve-se evitar valores extremos. No início do processo de compostagem, a tendência é a queda do valor do pH caia em função da formação de ácidos orgânicos, mas, junto a elevação da temperatura, estes ácidos são transformados e o pH sobe e se estabiliza entre 6 e 7.

Em síntese (INÁCIO E MILLER, 2009):

“ Diversos fatores influenciam essa sucessão de grupos de microrganismos e são afetados por ela também durante o processo de compostagem: conteúdo de oxigênio, conteúdo de água, relação carbono/nitrogênio do substrato, potencial de oxirredução, pH, transformações e pequenas perdas de nitrogênio, distribuição dos macro e microporos, estrutura (densidade aparente) e tamanho das partículas do substrato.

O interessante é que nenhum desses fatores é afetado exclusivamente pela ação dos microrganismos ou conteúdo do substrato, todas as variações nesses fatores relativos à montagem da leira de compostagem como grau de mistura e posição de camadas dos materiais e suas características de conteúdo.

Estas características não se resumem à relação C/N dos materiais orgânicos, mas também características físicas como a capacidade de absorção e retenção de água e condutividade térmica. O formato das leiras influi no fluxo de ar,

vapor d'água e retenção de calor, o que afeta plenamente a ecologia dos microrganismos do processo. ”

1.3 Emissões de CO₂

A compostagem é uma tecnologia, do ponto de vista da geração de gases de efeito estufa (GEEs), muito mais eficiente do que o tratamento convencional de disposição de resíduos misturados em aterros sanitários por três motivos: o primeiro é que, podendo ser descentralizada, evitam-se as emissões provenientes da coleta e transporte de resíduos orgânicos; segundo, o processo de decomposição predominantemente aeróbico gera CO₂ como parte da atividade metabólica microbiana. Contudo, em comparação com a decomposição anaeróbica em aterros sanitários, que gera o gás metano, a compostagem possui potencial de redução de emissões de CO₂ equivalente de 90% (Inácio, 2010); e terceiro, de forma mais indireta, pelo aumento da capacidade das plantas de fixação de carbono via fotossíntese em decorrência da adição do composto orgânico no solo.

Sobre este último ponto, cabem algumas observações. A quantidade de carbono fixada via fotossíntese em florestas tropicais “maduras” é praticamente igual à quantidade emitida via decomposição da matéria orgânica do solo. Por outro lado, clareiras são o principal “motor” de fixação de carbono enquanto ambiente de formação de cobertura florestal (CLARK, 2002). O uso composto orgânico é benéfico no sentido de ser fonte de matéria orgânica, nutrientes e de elevar a capacidade de troca catiônica (CTC), que pode ser como a capacidade de troca de nutrientes entre solo e vegetais (EMBRAPA, 2007).

Do ponto de vista da agroecologia, economia solidária e recuperação de áreas degradadas, não faz sentido aplicar o composto orgânico em sistemas florestais maduros e equilibrados, mas sim em áreas de manejo agroecológico, de forma a favorecer a fotossíntese e o acúmulo de energia e nutrientes no solo para a produção de matéria vegetal e estabelecimento de cobertura vegetal integrada com sistemas agrícolas produtivos, técnica conhecida como agrofloresta. Agroflorestas sob este tipo de manejo podem fixar até 6,6 toneladas de carbono da atmosfera por hectare por ano (STEENBOCK et. al., 2013c).

1.4 Métodos de compostagem

Existem diferentes métodos de compostagem. Os objetivos são sempre os mesmos: favorecer as condições ótimas para a atividade microbiológica, evitar a ocorrência de odores, evitar a produção de chorume (percolado das leiras) e gerar um produto final sem riscos de contaminação adequado para manuseio e para uso na agricultura e recuperação de solos.

1.4.1 Compostagem com revolvimento de leiras

A compostagem com revolvimento de leiras geralmente é em leiras longas de seção triangular, de aproximadamente 1,5 metros de largura e até 30 metros de comprimento e aproximadamente 1,5 metros de altura. São compostas por mistura homogênea dos materiais e recebem revolvimentos periódicos, que podem ser de até duas vezes por dia no início do processo e semanais ao final. Os revolvimentos podem ser manuais ou mecanizados, sempre com o objetivo de manter a aeração do processo. O manejo é simples e suporta grande variedade e quantidade de resíduos, mas precisa de espaço, mão de obra, equipamentos e energia para os revolvimentos, além de ser vulnerável em relação a geração de odores e chorume (INÁCIO E MILLER, 2009).



Figura 14: Revolvimento de leira de compostagem com 2 exemplos de geometria de leira e maquinário. Fonte: Internet e própria (2019).

1.4.2 Leiras estáticas

O método de leiras estáticas é outra opção que se subdivide em duas: de aeração passiva ou forçada. Neste método, o objetivo é minimizar a necessidade de revolvimentos. Para tanto, é preciso escolher materiais para a mistura interna a ser decomposta que suportem a perda de estrutura física sem perder a porosidade que permite o fluxo de ar. Este fluxo, por sua vez, pode ocorrer simplesmente pelo fenômeno físico da convecção (do vapor quente gerado biologicamente que gera um fluxo ascendente para fora da leira e promove a entrada de ar fresco por baixo) ou pela utilização de bombas de ar que injetam ou succionam o ar dentro da leira, pela sua base, e promovem esse fluxo artificialmente.

É um método que reduz a necessidade de mão de obra, mas exige maior precisão na escolha dos materiais que entrarão na leira para sofrerem a atividade microbiana. Pode ter um custo de implementação maior no caso da aquisição de equipamentos de bombeamento de ar, e gera um composto final mais heterogêneo, pois o processo está sujeito a sítios internos com variações das condições do processo (INÁCIO E MILLER, 2009).



Figura 15: Leiras estáticas. Fonte: Internet (2020).

1.4.3 Reatores de compostagem

Por fim, a compostagem em reatores aeróbicos é um método que confina os resíduos em alguma construção, cilindro ou recipiente e aplica revolvimentos mecânicos e aeração forçada. O controle sobre o processo é maior em relação aos demais métodos, com intervenções mais estratégicas em prol de uma decomposição mais eficiente. Dessa forma, o tempo total do processo tende a diminuir. Contudo, de todos os métodos é o mais dispendioso (INÁCIO E MILLER, 2009).

Os métodos diferem no que diz respeito à aeração, revolvimentos ou confinamento (caso dos biorreatores). Alguns são mais eficientes do ponto de vista energético, outros estão mais sujeitos à geração de maus odores, enquanto outros não produzem um composto final homogêneo. Cada caso deve ser estudado para a escolha do método mais adequado, respeitando-se as possibilidades técnicas, econômicas, sociais e de recursos locais.

1.5 Dimensionamento de um pátio de compostagem

O dimensionamento de um pátio de compostagem, ou o projeto de uma forma geral, depende do método escolhido.

A escolha do método, por sua vez, deve levar em consideração diversos aspectos, como a quantidade e qualidade dos resíduos a ser tratada, disponibilidade de fontes de carbono, disponibilidade e qualificação da mão de obra, função social do pátio, recursos financeiros disponíveis e área disponível para implementação.

Estas escolhas influenciam no projeto do pátio, no licenciamento, na implementação, no gerenciamento das leiras de compostagem e no tempo total do processo, podendo resultar em processos mais ou menos demorados, que precisam de mais ou menos espaço e intervenções no processo. Por exemplo

Deve-se levar em consideração sempre alguns aspectos técnicos e logísticos que ocorrem em todos os métodos, como a dinâmica da vida microbiana decompositora que influencia nas temperaturas e outros fatores físicos do processo, bem como a necessidade de áreas para recebimento de resíduos, lavagem de recipientes e circulação de pessoas ou máquinas.



Figura 16: Pátio compostagem com revolvimento mecanizado da empresa Ciclo Orgânico. Fonte: Própria (2019).



Figura 17: Pátio para leiras de compostagem estáticas. Fonte: Internet (2020).

Estas escolhas ou condições prévias influenciam diretamente os custos de implementação e operação e também condicionam resultados específicos em termos de impactos sociais e ambientais. Por exemplo, um pátio com mecanização do processo

envolve menos pessoas trabalhando mas pode tratar mais resíduos orgânicos. Ou, um pátio com revolvimentos por tratores requer um piso adequado para a circulação deste equipamento, o que aumenta a complexidade do projeto e o custo de implementação.

Portanto, os objetivos socioambientais do pátio, junto às características locais e disponibilidade de recursos condicionam a escolha do método de compostagem a ser adotado. A partir disto, é possível dimensionar a área necessária e todos os sistemas de logística e de mitigação de impactos necessários.

É preciso então uma análise caso a caso para que se chegue no projeto de pátio de compostagem mais apropriado.

1.6 Benefícios do composto orgânico

Um importante benefício do composto orgânico é servir alimento para a vida aeróbia do solo, em especial micróbios, por ser rico em matéria orgânica. Estes organismos, por sua vez, são indispensáveis para a mobilização de nutrientes para a produção vegetal (PRIMAVESI, 2006).

O composto orgânico possui matéria orgânica, substâncias húmicas e nutrientes. Contudo, a riqueza mineral (de nutrientes) é acessada pelas plantas somente quando estes nutrientes estão em formas trocáveis no solo, daí a importância da atividade biológica, pois ela realiza este trabalho ao decompor a matéria orgânica, em parceria com as substâncias húmicas (INÁCIO E MILLER, 2009).

Sendo assim, composto orgânico auxilia na estabilidade do pH do solo e no aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), bem como incrementa a diversidade de microrganismos no solo e promove a supressão de fitopatógenos (INÁCIO E MILLER, 2009).

A matéria orgânica presente no composto orgânico contribui para a agregação de partículas sólidas na superfície do solo, o que resulta numa melhoria na capacidade de infiltração de água, de ar e retenção de água no solo. Além disso, aprimora a capacidade de fixação de nitrogênio do ar no solo, através da atividade biológica. (PRIMAVESI, 2006).

O composto orgânico pode vir a substituir o uso de fertilizantes químicos. Mas cabe lembrar que os efeitos benéficos do composto orgânico no solo podem durar mais ou menos em função do clima, por fatores como temperatura do solo, precipitação, textura do solo, etc. São fatores que interferem na intensidade da atividade biológica, na

decomposição da matéria orgânica e na disponibilização de nutrientes (INÁCIO E MILLER, 2009).

Em suma, não basta o solo possuir nutrientes. Também precisa ter a capacidade de oferecer esses nutrientes para as plantas na forma de íons que as raízes sejam capazes de absorver. Portanto, tão importante quanto os diversos nutrientes presentes no composto orgânico, a matéria orgânica é fundamental para a ativação da vida do solo.

Neste sentido, a compostagem agroecológica é uma ferramenta para a compreensão do solo enquanto organismo vivo, e seu manejo como uma atividade que influencia todo um ecossistema que inclui minerais, matéria orgânica, fauna e flora.

Finalmente, compostagem agroecológica é um termo que se refere não apenas à compostagem em si, mas sua função enquanto técnica de saneamento ecológico, de baixo custo, de solução socioambiental para as cidades e ferramenta de integração para o rural. Rural este, compreendido sob a ótica da agroecologia.

Portanto, também é inerente ao termo a ideia de que o conhecimento ali presente considera vertentes diversas, sejam científicas, populares ou tradicionais, e que é um termo e um arcabouço de conhecimento que se constrói coletivamente, participativamente.

2 ECONOMIA E GESTÃO DE RESÍDUOS

2.1 Economia Ambiental

Traduzir o valor monetário dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos é um dos grandes desafios da gestão ambiental hoje. Cabe aqui o apontamento de Young et al. (2015):

“Em termos econômicos, valorar significa estimar a variação do bem-estar das pessoas devido a mudanças na quantidade ou qualidade de bens e serviços ambientais, seja na apropriação para uso ou não. Imputar valor aos recursos ambientais se traduz, portanto, na melhor forma de calcular o valor em unidades monetárias das perdas ou dos ganhos da sociedade diante da variação do recurso. Isso pode ser feito por meio de técnicas de valoração, de modo a diferenciar cada projeto e objetivo do estudo para a análise técnica da valoração adequada.”

Por exemplo, como seria possível calcular valor de uma indenização para toda uma população por um desastre ambiental de acordo com a variação da disponibilidade dos recursos naturais, qualidade de vida das pessoas e serviços ecossistêmicos? Ou, seria possível calcular o valor do benefício oriundo da criação de uma área de conservação próxima a um rio? E a falta de saneamento gera que custos extras à população e à governança?

Pelo outro lado, quais os benefícios econômicos desfrutados por uma sociedade que goza de saneamento universal e, conseqüentemente, saúde para realizar suas atividades plenamente, sem diversos estresses?

O universo da valoração de serviços ambientais é vasto e complexo. Possui precisão na medida em que é possível quantificar e correlacionar fatores ambientais difusos e sistêmicos sobre o bem-estar das pessoas e vice-versa. Ou seja, é difícil e é complexo tanto para o lado dos impactos positivos quanto negativos.

A valoração dos impactos sofridos por pessoas pelas decisões as quais elas não tomaram remete ao conceito de valoração de externalidades.

A área de Economia Ambiental traz esta abordagem para discussão, com destaque para a questão econômica da valoração de externalidades e, assim, traçando caminhos para elaboração de instrumentos econômicos e políticas públicas que caminhem em direção ao equilíbrio ambiental, econômico e social através de instrumentos econômicos.



Figura 18: Parque Nacional do Iguaçu (PR). Fonte: Internet (2020).

As unidades de conservação (UC) são exemplos de instrumentos de conservação de espaços territoriais e seus recursos ambientais, como forma de preservar serviços ecossistêmicos e oferecer à sociedade a preservação da diversidade biológica, a utilização sustentável dos recursos e serviços naturais e repartição justa e equitativa dos seus benefícios (YOUNG et al., 2018).

2.2 Economia Circular

Economia circular implica na migração do conceito de economia linear de “extrair-transformar-descartar” para um sistema regenerador, com encurtamento das cadeias produtivas, através de práticas de manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, reciclagem, design de longa duração e reformas. Nesta lógica, reduz-se a necessidade de extração de matérias primas e minimiza-se a geração de resíduos, tornando as economias mais eficientes e ambientalmente sustentáveis (CIRCLE ECONOMY, 2020).

Este conceito alinha-se diretamente com os objetivos da PNRS no que diz respeito aos resíduos sólidos, em especial os orgânicos putrescíveis, pois o tratamento destes resíduos tem o potencial de gerar trabalho e renda, e o resultado deste trabalho, por sua vez, podem ser produtos que retornam ao mercado.

Desta forma, aplicando-se o conceito de economia circular aos resíduos orgânicos através da ótica da agroecologia e junto ao fato de que a produção e consumo de alimentos são atividades indispensáveis e constantes para a humanidade, fecha-se o ciclo da matéria orgânica com geração de trabalho e renda em todas as suas etapas: produção de alimentos, seu beneficiamento, consumo, geração de resíduos orgânicos, tratamento ou beneficiamento dos resíduos orgânicos e aplicação do mesmo para produção de alimentos novamente.

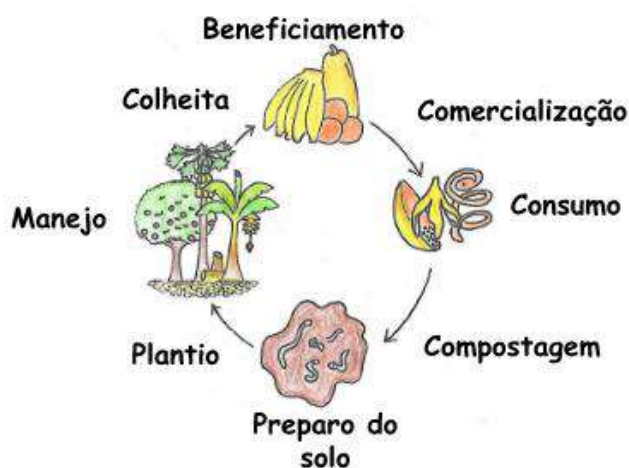


Figura 19: Ciclo da matéria orgânica. Fonte: Internet (2020).

Assim, são favorecidos os ciclos mais curtos de produção, ou seja, que têm menor necessidade de importação de insumos externos, que é um importante aspecto

não contemplado pela agricultura industrial, e valoriza-se o caráter local, ou descentralizado, da produção econômica. Ou, sob outro ponto de vista, os ciclos de nutrientes se tornam mais fechados, em contraste com a produção geograficamente distante ou aberta de polos industriais para o meio rural (ALTIERI, 2012).

Em especial se tratando da produção de alimentos, atualmente o sistema hegemônico de produção, ou agricultura industrial, ou agronegócio, segue uma economia linear, ou em outras palavras, que não se retroalimenta em termos de recursos. São diversos agrotóxicos e fertilizantes de indústrias químicas que alimentam este modelo, para uma produção que é transportada do meio rural ao urbano e se encerra sendo enterrados os resíduos orgânicos em aterros sanitários, em geral (ALTIERI, 2012).

Neste processo, esgotam-se os recursos do solo e são necessárias cada vez maiores quantidades de insumos externos, o que não se sustenta ecologicamente. A manutenção de monoculturas exige aportes crescentes de agrotóxicos e fertilizantes, mas a eficiência de sua utilização tende a diminuir (ALTIERI, 2012).

Fechar o ciclo da matéria orgânica localmente é fundamental para que não se esgotem os recursos locais e para que seja possível a constante disponibilidade de nutrientes sem a necessidade de se recorrer a fontes cada vez mais distantes. O encurtamento de distâncias geográficas para a disponibilidade de recursos e dos circuitos de comercialização de produtos e serviços, dentro do conceito de economia circular, implicam também na valorização de aptidões locais, que são função de disponibilidade de recursos naturais, hábitos de consumo, renda, clima, geografia, etc. e fortalecem redes locais de produção e consumo.

Contudo, do ponto de vista da justiça social, não basta uma economia circular. Ela, isoladamente, dá margem para a reprodução de uma lógica capitalista de relações de trabalho e de concentração de renda e dos meios de produção simplesmente mais adaptada às questões ambientais.

É preciso complementar o conceito de economia circular com iniciativas econômicas baseadas na cooperação, na autogestão, na autonomia e na solidariedade para que de fato seja possível a transformação dos modelos de produção de forma ambientalmente sustentável junto à supressão das desigualdades sociais.

Afinal, crescimento econômico não significa redução de pobreza e desigualdade (Ipea, 2010).

2.3 Economia Solidária

Segundo o Fórum Brasileiro de Economia Solidária (FBES), alinhar as práticas humanas às potencialidades de cada território, junto às limitações de seus biomas, atendendo às necessidades das gerações presentes e futuras através da democracia, autogestão, solidariedade, respeito ao meio ambiente e da cooperação em prol de um desenvolvimento inclusivo socialmente são as bases da economia solidária (FBES, 2016).

A economia solidária questiona o sistema econômico capitalista e o reconhece como nascedouro das desigualdades sociais e do esgotamento dos recursos naturais, bem como promotor das suas acentuações.

Os empreendimentos econômicos solidários (EES) são iniciativas que se baseiam nestes princípios e são exemplos de dinamização socioeconômica em prol do desenvolvimento local e territorial sustentável, junto a coesão social, preservação e valorização da sabedoria popular, cultural e ambiental (FBES, 2016).



Figura 20: V Festival de Tecnologias Sociais e Economia Solidária da UFRJ. Fonte: Coordcom/UFRJ (2019).

Existem diversas formas concretas de Economia Solidária: cooperativas, associações, bancos comunitários, fundos solidários e rotativos de crédito, redes e articulações de comercialização e de cadeias produtivas solidárias, entre outras. A

criação de um EES implica uma construção de dimensões econômicas, sociais e políticas, onde o trabalho coletivo é valorizado por apontar para o bem comum (FBES, 2016).

Diversos princípios da economia solidária vão ao encontro a conceitos e objetivos apresentados na PNRS, como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, gestão integrada de resíduos sólidos e o apoio à formação e desenvolvimento de cooperativas, visto o reconhecimento desta forma de organização do trabalho como instrumento de suma importância para a efetividade de atividades relacionadas ao gerenciamento de resíduos, junto a incentivos fiscais, financeiros e creditícios.

Estes conceitos e instrumentos integrados ao conceito de economia circular aplicada aos resíduos orgânicos constituem as bases para uma quebra de paradigma em relação a economia linear e apontam para a emancipação social, baseada no desenvolvimento do senso crítico da classe trabalhadora e na superação da sociedade capitalista (FBES, 2016).

Esta emancipação social é, não obstante, a transição do indivíduo que possui apenas sua capacidade de trabalhar e subsistir para um indivíduo articulado dentro do trabalho coletivo em prol do bem comum, via união de habilidades coletivas, troca de conhecimentos e formação contra a alienação do trabalho e a favor de sua ressignificação (FBES, 2016).

Na economia solidária, se dá um novo propósito ao trabalho e cria-se a noção de “pertencimento” à comunidade, a dimensão de que um indivíduo num território compõe a sua realidade e também pode modificá-la. Em outras palavras, o indivíduo se percebe parte do todo e também agente de transformação deste todo pois passa, na economia solidária, a ser detentor de meios de produção também. Rompe-se, assim, uma dicotomia do sistema capitalista, da classe detentora dos meios de produção e da classe fornecedora da mão de obra.

É possível fazer uma analogia com a Educação Ambiental, que incita justamente um despertar do indivíduo em relação à sua parte no todo e seu potencial de transformação deste todo.

Em se falando de resíduos orgânicos e sintetizando os conceitos apresentados pela PNRS com os de economia circular e solidária, percebe-se o potencial de transformação social neste abundante recurso que são os resíduos orgânicos.

2.4 Tecnologias Sociais

A emancipação social é possível através da apropriação solidária e cooperativa dos meios de produção, mas a economia solidária não é um passo a passo que pode ser aplicado em qualquer lugar. Para Araújo (2015), ela é uma construção político-pedagógica coletiva que experimenta novas relações sociais de produção que pode contribuir para a formação de indivíduos e coletividades autônomas. Para tanto, para que se caminhe em direção a coletivos e sociedades autônomas, é fundamental abolir a divisão entre dirigentes e dirigidos, entre especialistas e não especialistas - de estreitas esferas políticas e o resto da vida social (CASTORIADIS, 1983b).

Neste sentido, cabe uma reflexão sobre o conceito de neutralidade da ciência e da tecnologia, de que estão desconectadas de interesses políticos e ideológicos. Como aponta Marcuse (1982), a sociedade moderna industrial passou e passa por uma instrumentalização: suas tecnologias se tornam utilitaristas, visando unicamente a produtividade, a eficácia, o controle do homem e da natureza. Assim, no raciocínio capitalista, a racionalidade instrumental supera as demais racionalidades possíveis, como políticas, religiosas, ambientais, culturais, etc.

Sendo assim, ganha destaque o conceito de tecnologia social, enquanto solução orientada para a gestão coletiva ou promotora do controle coletivo; adaptada a pequeno tamanho físico e financeiro; liberadora do potencial e da criatividade do produtor direto; orientada para o mercado interno de massa, capaz de viabilizar economicamente os empreendimentos autogestionários e as pequenas empresas; não discriminatória (patrão *versus* empregado); e que usa matéria prima local de forma sustentável (DAGNINO, BRANDÃO, NOVAES, 2004).

Segundo o Projeto de Lei (PL) 3.329/15, que cria a Política Nacional de Tecnologias Sociais (PNTS), tecnologias sociais são definidas como:

“Atividades voltadas para a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida, desenvolvidas mediante processo coletivo de organização, desenvolvimento e aplicação, que tenham por finalidade planejamento, pesquisa, desenvolvimento, criação, adaptação, difusão e avaliação de: a) técnicas, procedimentos e metodologias; b) produtos, dispositivos, equipamentos e processos; c) serviços; d) inovações sociais organizacionais e de gestão. ”

Entre os objetivos da PNTS estão a integração entre os saberes acadêmicos e populares; proporcionar soluções derivadas da aplicação de conhecimentos, da ciência e tecnologia e da inovação para atender necessidades e demandas de maior qualidade de vida da população em situação de exclusão social; disponibilizar políticas adequadas de promoção e fomento das tecnologias sociais mediante a criação de infraestruturas necessárias, assim como de instrumentos de crédito e de formação e capacitação de recursos humanos; e estimular o associativismo e a criação, a incubação e o fortalecimento de empreendimentos cooperativos e solidários capazes de realizar cooperações técnico-científicas com centros de geração de conhecimento e de aplicar ou reaplicar tecnologias sociais inovadoras (PNTS, 2015).

Dentre os instrumentos para tal, são listados os fundos setoriais de ciência, tecnologia e inovação e a extensão universitária, assim como o artigo 6º estabelece que as atividades de tecnologia social deverão ser incluídas nas políticas e nos projetos de produção e democratização do conhecimento e da ciência, tecnologia e inovação; de saneamento básico e gestão de resíduos; de segurança alimentar, geração de trabalho e renda e moradia popular; de tecnologia de assistência social, agricultura familiar, agroecologia e reforma agrária; de microcrédito e economia solidária; e de desenvolvimento local participativo (PNTS, 2015).

É inequívoco que o conceito de tecnologia social tem relação direta com a emancipação social em direção à economia solidária, apropriação de meios de produção e desenvolvimento ecologicamente sustentável, através da valorização de aspectos locais para a produção.

Os resíduos sólidos, abundante recurso de potencial desperdiçado, cabe reforçar, são uma oportunidade para a transformação social em direção a uma sociedade mais justa e igualitária, se aproveitados sob a perspectiva da economia circular e solidária, agroecologia (principalmente no que se refere aos orgânicos) e das tecnologias sociais.

2.5 A Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos foi instituída pela Lei no. 12.305/10 e reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes visando à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

Alguns de seus princípios são: o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, e o setor empresarial e demais segmentos da sociedade (PNRS, 2010).

O conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos define responsabilidades individuais e encadeadas. Estas se aplicam a fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, por meio de instrumentos como a coleta seletiva e a logística reversa. Na PNRS, a responsabilidade compartilhada tem por objetivo promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas (PNRS, 2010).

Entre os objetivos da PNRS estão, em ordem de prioridade, a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada; a adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; a capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos; e a gestão integrada de resíduos sólidos (PNRS, 2010).

Define-se por gestão integrada de resíduos sólidos (PNRS, 2010):

“Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.”

Complementar ao conceito de gestão integrada, é a definição de gerenciamento de resíduos sólidos (PNRS, 2010):

“Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos.”

Para que os objetivos sejam alcançados, são apresentados alguns instrumentos como: os planos de gerenciamento resíduos sólidos (PGRS); a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa; a pesquisa científica e tecnológica; e a educação ambiental (PNRS, 2010).

No que diz respeito a compostagem, esta tecnologia é indicada como opção de destinação final ambientalmente adequada no Artigo 3º, parágrafo 7 (PNRS, 2010).

Complementarmente, no Artigo 36, parágrafo 5, a implantação de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articulação com os agentes econômicos e sociais, bem como formas de utilização do composto produzido são diretrizes no que diz respeito às responsabilidades dos geradores e do poder público, dentro do conceito de responsabilidade compartilhada.

A reciclagem de resíduos é uma ação de grande destaque na PNRS. Ela é trazida como estratégica para uma maior eficiência da gestão de resíduos e como atividade geradora de renda, trabalho e promotora de cidadania. Neste sentido, a criação e o desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associações de catadores de materiais reutilizáveis ou recicláveis é incentivada enquanto instrumento da Política, e estes grupos devem estar inseridos nas ações e programas planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos, bem como mecanismos para criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos (PNRS, 2010).

2.6 Instrumentos de gestão aplicáveis à compostagem

Como já mencionado anteriormente, são apresentados pela PNRS diversos instrumentos para o cumprimento de seus objetivos. No que diz respeito à compostagem, a própria Política Nacional pode ser considerada um grande instrumento que estimula sua aplicação sob a perspectiva da gestão ambiental, que considera aspectos não só ambientais do gerenciamento, mas também econômicos e sociais.

2.6.1 Leis

As leis são ferramentas essenciais para a transformação da gestão de resíduos no Brasil. Já existem algumas medidas interessantes, como a meta de encerramento

total dos lixões (originalmente prevista para 2014), metas de redução de disposição em aterros de materiais secos e úmidos reaproveitáveis e recicláveis, e a obrigatoriedade da elaboração de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para que os municípios tenham acesso aos recursos da União para este setor.

Uma vez que soluções para o gerenciamento de resíduos se mostram tecnicamente viáveis, economicamente sustentáveis e potentes e transformadoras socialmente, a legislação tem a função de incentivar a mudança de hábitos e fortalecer novas cadeias produtivas até que um novo padrão se estabeleça na sociedade.

Em Florianópolis, por exemplo, a Lei Nº 10.501/19 dispõe sobre a obrigatoriedade da reciclagem de resíduos sólidos orgânicos no município de Florianópolis e institui para a obrigatoriedade da destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos orgânicos por meio dos processos de reciclagem e compostagem. Fica vedada, por força desta Lei, a destinação aos aterros sanitários e à incineração dos resíduos sólidos orgânicos no município de Florianópolis. Ficou estabelecido também no Artigo 4º, parágrafo XI que até 5 de junho de 2030, cem por cento dos resíduos orgânicos devem ser obrigatoriamente ser destinados à compostagem.

2.6.2 Política tributária

O conceito de “poluidor-pagador” também é trazido como uma forma de estimular a gestão mais eficiente dos resíduos. É simples, se não se cumprem os elementos da gestão adequada dos resíduos, o seu responsável tem que pagar multas. Além disso, a ideia é que o produtor de resíduos deve pagar de acordo com a quantidade gerada, assim como se paga pelo consumo de energia elétrica e gás individualmente. Este é o modelo “*pay as you throw*”.

O conceito de “protetor-recebedor” é complementar ao “poluidor-pagador”. Parte do princípio de que boas práticas de gerenciamento de resíduos devem ser premiadas, como forma de estímulo à sua multiplicação.

No Brasil, o IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) Verde é um instrumento econômico que oferece desconto aos contribuintes que adotam práticas sustentáveis em suas casas ou condomínios, como arborização, sistema de captação de água da chuva, sistema de reuso de água e separação de resíduos sólidos, entre outros. A aplicação do benefício é optativa para as prefeituras e atualmente seu alcance tem sido inexpressivo

segundo reportagem de dezembro de 2018 da revista Exame, pois existe uma carência de banco de dados com a lista dos municípios participantes e especificações da lei. De todo modo, o benefício pode chegar a até 100% de desconto no IPTU e estimula os novos projetos de arquitetura a serem concebidos já cumprindo os requisitos necessários para a certificação ambiental.

O ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços) é um imposto estadual o qual 18,75% da arrecadação deve ser repassada para os municípios de acordo com critérios definidos pelo regulador estadual. 17 estados brasileiros elegeram critérios ambientais para esta distribuição. Este montante é o ICMS Ecológico. Entre os critérios, a proteção de mananciais, a existência de unidades de conservação, existência de terras indígenas, sistemas de coleta seletiva e de disposição de resíduos sólidos, entre outros, são relevantes para o cálculo do repasse.

É evidente que isto tudo passa por vontade política para implementação, definição das responsabilidades e órgãos competentes e, principalmente, manutenção e fiscalização das estruturas físicas e institucionais, junto a um elementar e essencial trabalho de educação ambiental que estimule a população a abraçar as ações.

2.6.3 Programas de incentivo

Para a compostagem, medidas que estimulem a separação de resíduos na fonte precisam estar consorciadas com o serviço de coleta seletiva e correta destinação dos materiais, o que ainda é incipiente no Brasil: segundo o SNIS (2017), no ano de 2017 apenas 22,5% declararam ocorrência do serviço de coleta seletiva, sendo que isto não significa necessariamente todos os bairros são contemplados. Em alguns casos, infelizmente a ação cidadã de separar resíduos não é acompanhada pelo serviço municipal de coleta seletiva e vice-versa.

Alguns programas que já existem no Brasil, mas que carecem de maior reforço são os de reciclagem, de coleta seletiva e de fortalecimento da noção de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

No caso da compostagem, ou para qualquer outro tipo de reciclagem, a coleta seletiva é fundamental. A separação dos materiais orgânicos na fonte geradora é a ação mais estratégica para o sucesso do processo e qualidade do produto final, além de

potencializar as possibilidades de reciclagem dos materiais secos, que atualmente sofrem com a contaminação por úmidos nos resíduos misturados.

Em diversas cidades mundo afora, a separação dos resíduos é rigorosamente orientada por diferentes coletores para diferentes materiais e está sujeita a multas, como é o caso da cidade de Seattle, nos Estados Unidos, onde desde 2015 a prefeitura aplica multas para quem jogar restos de comida e outros produtos orgânicos no lixo comum ao invés de separá-los para compostagem.

Para viabilizar o cumprimento da medida, a prefeitura oferece gratuitamente os recipientes para os restos de comida, guardanapos, folhas, ervas e caixas de papelão de pizza. Esta mesma medida já existia na cidade desde 2005 para outros produtos recicláveis como papel, garrafas e latas.



Figura 21: Coletores públicos de resíduos por tipo na Suécia. Fonte: Internet (2020).

Portando, soluções complementares se fazem necessárias e fazem valer o conceito de educação ambiental e responsabilidade compartilhada: alguns municípios possuem ecopontos, que no caso do Rio de Janeiro é em parceria com o setor privado, no caso a concessionária de energia elétrica do município (a Light). Os ecopontos são pontos de entrega voluntária (PEVs) de resíduos recicláveis secos. No caso do Rio de Janeiro com o programa Light Recicla, os recicláveis são trocados por abatimentos no valor da conta de luz mensal.

Há ainda mais um instrumento econômico que pode ser utilizado pela compostagem, que são os créditos de carbono. Segundo a empresa Sustainable Carbon:

“Um crédito de carbono é a representação de uma tonelada de carbono que deixou de ser emitida para a atmosfera, contribuindo para a diminuição do efeito estufa. (...) Assim, a partir da diferença dos dois cenários, é calculado quanto de carbono deixou de ser emitido com essa substituição, gerando assim os créditos. (...) O crédito de carbono é a moeda utilizada no mercado de carbono. Nesse mercado, empresas que possuem um nível de emissão muito alto e poucas opções para a redução podem comprar créditos de carbono para compensar suas emissões.”

A gestão de resíduos orgânicos através da compostagem em pátios descentralizados tem o potencial de reduzir significativamente as emissões que hoje são produzidas no gerenciamento convencional. Inserir-se no mercado de créditos de carbono pode conferir maior viabilidade econômica à ação.

Além destes instrumentos, é fundamental que a gestão de resíduos inclua mecanismos de fiscalização dos compromissos assumidos pelos atores envolvidos, de transparência para acompanhamento da sociedade, de pesquisa e de ensino para o desenvolvimento do conhecimento.

2.7 Resíduos Sólidos

Definir e classificar os resíduos sólidos não é simples. A diversidade de tipos de resíduos e as suas respectivas características dificultam categorizações convencionadas a nível global, e existem diversas classificações possíveis. Aspectos técnicos, econômicos, sazonais, culturais e sociais regionais também influenciam na escolha da classificação a ser adotada. É fundamental favorecer a organização da informação sobre resíduos, ao menos a nível nacional, para que seja possível um gerenciamento eficiente.

Os resíduos sólidos são definidos na PNRS como (PNRS, 2010):

“Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas

particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. “

Os resíduos sólidos podem ser classificados pela sua origem, natureza física, composição química, grau de biodegradabilidade ou pelos riscos associados.

A classificação pela origem diz respeito ao local de geração do resíduo e tem 5 categorias: (1) lixo doméstico, que é o proveniente das residências; (2) lixo comercial, que advém de lojas e estabelecimentos comerciais; (3) lixo público, proveniente da limpeza das ruas; (4) lixo domiciliar especial, que engloba resíduos especiais como lâmpadas fluorescentes, pneus, pilhas e baterias, entre outros; e (5) lixo de fontes especiais, que engloba os lixos radioativos, industriais, hospitalares, agrícolas, etc (IBAM, 2001).



Figura 22: Coleta de lixo doméstico de uma comunidade no bairro da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Própria (2017).

A classificação pela natureza física indica se os resíduos são secos ou molhados; e pela composição química, se é matéria orgânica ou inorgânica (ANGELO, 2014).

A classificação pelos riscos envolve a diferenciação dos resíduos perigosos, inertes e não inertes e é o tipo de classificação utilizado pela NBR 10.004/2004 (ANGELO, 2014).

Quanto ao grau de biodegradabilidade, para substâncias orgânicas, podem ser classificados como: prontamente biodegradáveis, como açúcares, proteínas, gorduras e carboidratos; lentamente biodegradáveis, como celulose e hemicelulose; resistentes a biodegradação como lignina e lignocelulose (INÁCIO e MILLER, 2009).

A classificação pelos riscos é a classificação utilizado pela NBR 10.004/2004, que define: resíduos classe I, perigosos; resíduos classe II, não perigosos; resíduos classe II-A, não perigosos e não são inertes; e resíduos classe II-B, não perigosos e inertes.

A Resolução de nº 5 de 1993 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) propõe mais uma opção de agrupamento: grupo A, composto principalmente pelos resíduos de serviços de saúde (RSS), este grupo contempla os resíduos com potencial risco ao meio ambiente e à saúde pública em função de seus constituintes biológicos; grupo B, neste grupo estão os resíduos que apresentam potencial risco ao meio ambiente e ao ser humano devido à sua composição química. Entre eles encontram-se os resíduos farmacêuticos, drogas quimioterápicas e demais resíduos classificados como perigosos pela NBR 10.004/2004; grupo C, refere-se aos rejeitos radioativos ou materiais contaminados oriundos serviços de medicina nuclear; e grupo D, são os resíduos comuns, referentes a todos aqueles não enquadrados nos grupos anteriores.

2.8 Resíduos Sólidos Orgânicos Putrescíveis ou Biorresíduos ou Resíduos Orgânicos

Os resíduos sólidos orgânicos são resíduos de origem animal ou vegetal, além dos resíduos provenientes de sistemas de tratamento de esgoto doméstico e de resíduos industriais, que entram em decomposição com ou sem a presença de oxigênio (digestão aeróbia ou anaeróbia). Dentro do conceito de resíduo sólido orgânico, há também a distinção entre putrescíveis e não putrescíveis: matéria orgânica putrescível refere-se aos restos alimentares e animais mortos; a não putrescível representa materiais como papel, papelão, madeira, ossos, couro e trapos (ANGELO, 2014).

A Diretiva 2018/851 da União Europeia (UE) traz o termo “biorresíduos”, que agrupa em uma só definição os principais resíduos que são o foco deste trabalho:

“Os resíduos biodegradáveis de jardins e parques, os resíduos alimentares e de cozinha das habitações, dos escritórios, dos restaurantes, dos grossistas, das cantinas, das unidades de catering e retalho, e os resíduos similares das unidades de transformação de alimentos. ”

Já a CONAMA 481/2017 define resíduos orgânicos como aqueles representados pela fração orgânica dos resíduos sólidos, passível de compostagem, sejam eles de origem urbana, industrial, agrossilvipastoril ou outra.

2.9 Diagnóstico dos resíduos sólidos no município do Rio de Janeiro

Os dados apresentados nesta seção foram retirados do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro (PMGIRS-RJ), publicado pela prefeitura em novembro de 2016, para o período 2017-2020 e integra o Plano Municipal de Saneamento para Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário - PMSB – AE no território do município do Rio de Janeiro.

O Plano é criado considerando-se a determinação da Lei Municipal nº 4.969 de 03 de dezembro de 2008, que “dispõe sobre objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos no âmbito do município do Rio de Janeiro”, estabelecendo em seu art. 6º que cabe ao município elaborar o seu Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; a Lei Municipal de Mudanças Climáticas nº 5.248, de 27 de janeiro de 2011, que “estabelece as metas de redução de gases de efeito estufa de redução de 16% até 2016 e de redução de 20% até 2020” e também na PNRS, que estabelece nos artigos 18 e 55 que a elaboração/publicação do PMGIRS é condição para os municípios terem acesso a recursos da União destinados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos (PMGIRS-RJ, 2016).

Segundo dados da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB) referentes ao ano de 2014, o mais recente levantamento presente no PMGIRS-RJ, são coletados e encaminhados às unidades de recebimento do sistema público municipal em média 9.227 toneladas de resíduos sólidos por dia.

Destes, 53% são lixo domiciliar, 31% lixo público, 9% grandes geradores (incluindo resíduos da construção civil) e 7% serviços de emergência, resíduos dos serviços de saúde e remoção gratuita (PMGIRS-RJ, 2016).

Sobre a composição do lixo total recebido no sistema COMLURB, 32% é matéria orgânica, enquanto 28% é reciclável, 30% inerte, 6% verde e 4% outros (folhas, madeira, borracha, pano, trapo, couro, osso, vela, parafina, eletroeletrônico) (PMGIRS-RJ, 2016).

COMPOSIÇÃO LIXO DOMICILIAR

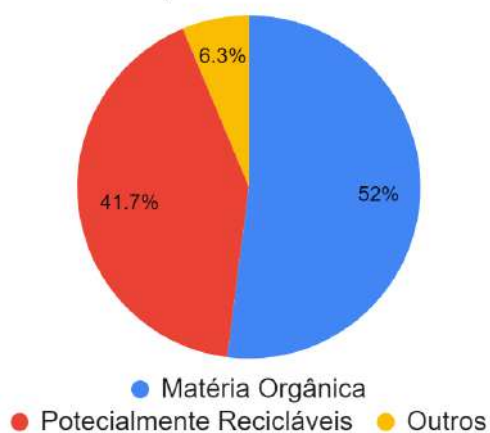


Gráfico 6: Composição do lixo domiciliar. Fonte: PMGIRS-RJ (2016)

COMPOSIÇÃO DA FRAÇÃO RECICLÁVEL

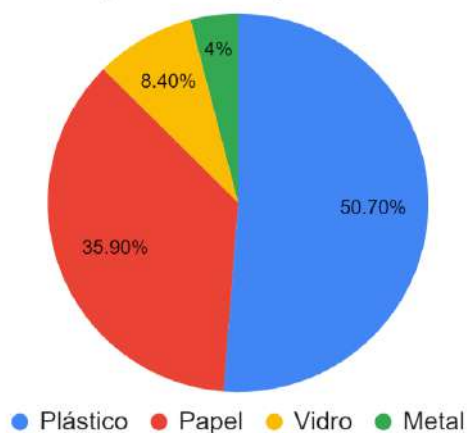


Gráfico 7: Composição da fração reciclável do lixo domiciliar. Fonte: PMGIRS-RJ (2016)

Após serem gerados, os resíduos são coletados por caminhões e encaminhados para Estações de Transferência de Resíduos (ETRs), que são unidades instaladas próximas aos centros de geração de resíduos. Nelas, há a transferência dos resíduos

para caminhões de maior porte para que sejam transportados para o seu local de disposição final.

Atualmente, está vigente um Contrato de Concessão com a empresa CICLUS até o ano de 2026. Este contrato tem como objeto a implantação, operação e manutenção das ETRs e do Centro de Tratamento de Resíduos - CTR-Rio, em Seropédica, o principal aterro sanitário do município (PMGIRS-RJ, 2016).

É importante destacar que aterros sanitários são obras de engenharia. Os projetos devem ser devidamente licenciados e as áreas que ocupam já preveem a atividade por até décadas. Não projetos simples tampouco baratos. Tampouco é simples ou barata a operação, que envolve diversas atividades e requer constante monitoramento. Quanto mais resíduos um aterro receber, menor será sua vida útil e logo outro aterro precisará ser construído. Ademais, a tendência é que os aterros fiquem cada vez mais distantes dos centros urbanos e sua operação, mais cara.

Operam hoje 5 ETRs: Caju, Jacarepaguá, Marechal Hermes, Santa Cruz e Bangu. Saindo das ETRs, 93,2% dos resíduos seguem para o CTR-Rio, enquanto 6,3% seguem para o CTR-Gericinó (essencialmente resíduos da construção civil) e apenas 0,5% vão para a coleta seletiva e encaminhados para reciclagem (PMGIRS-RJ, 2016).

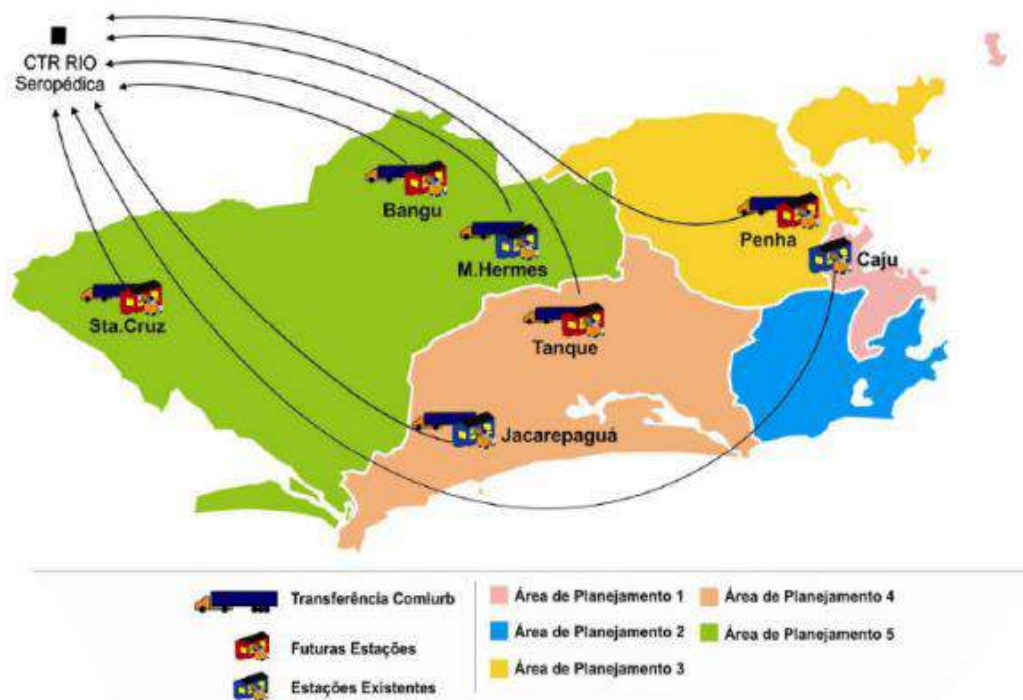


Figura 23: Fluxo de transferência de resíduos do município do Rio de Janeiro. Fonte: COMLURB apud Nascimento (2012).

Cabe ressaltar que os resíduos são dispostos misturados nos aterros sanitários. Além disto, o CTR-Rio, no município de Seropédica, está a uma distância de 70 km da ETR Caju, a principal ETR do município do Rio de Janeiro, com operação de 3.643 t/dia de resíduos (PMGIRS-RJ, 2016).

Em alguns casos existem os centros de triagem vinculados ao sistema de coleta municipal, como na ETR Caju, na Central de Triagem de Irajá e na Unidade de Triagem Provisória de Bangu, operados por cooperativas cadastradas em condições adequadas de trabalho, com os resíduos sendo manuseados em esteiras e os trabalhadores com equipamento de proteção individual, direitos trabalhistas, etc.

Na ETR Caju se produz o FERTILURB, composto orgânico que vem sendo largamente empregado nas ações de reflorestamento na Cidade, dentro do Programa de Reflorestamento e Preservação de Encostas do Município, enquanto o restante é comercializado (PGIRS-RJ, 2016).

Infelizmente, nota-se o sucateamento destes centros, o que vale também para o processo de compostagem da fração orgânica dos resíduos.

Ainda assim, esta logística é mais adequada ambientalmente do que o gerenciamento anterior à construção do CTR-Rio em Seropédica, no qual os resíduos eram encaminhados para o Aterro Municipal de Jardim Gramacho (AMJG), que operou de 1978 até 1996 sem o atendimento integral às normas sanitárias e ambientais.

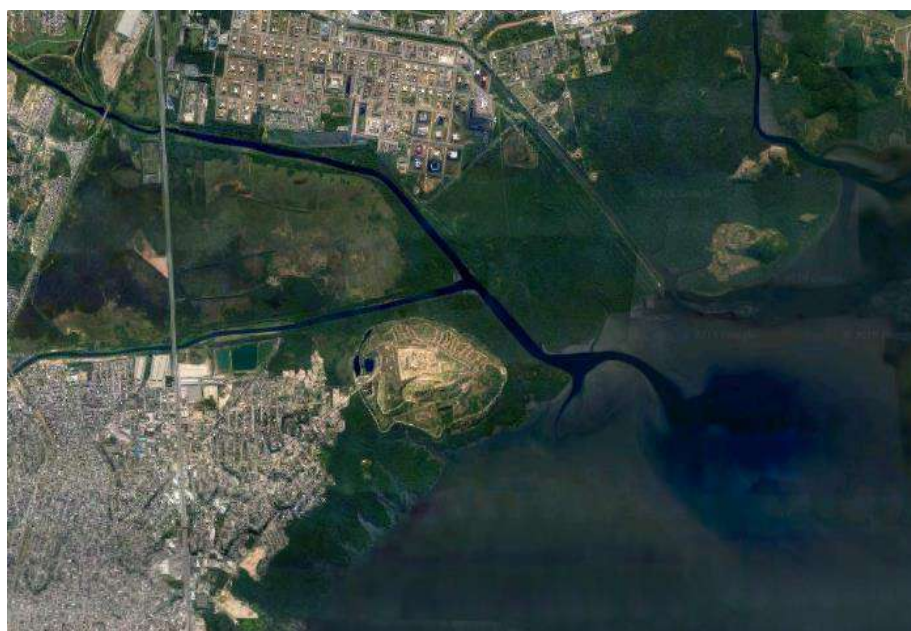


Figura 24: Posição do Aterro de Jardim Gramacho em relação à Baía de Guanabara.
Fonte: Google Maps (2019).

Só a partir de 1996 o AMJG passou a operar com sistemas de controle complementares. Apesar de estar desativado desde 2012, o aterro ainda tem custos operacionais pois há uma estação de tratamento de chorume, monitoramento ambiental, monitoramento geotécnico e a Usina de Beneficiamento de Biogás ativos, sendo que a Usina vende o biogás para a Refinaria de Duque de Caxias - REDUC. Este projeto está inserido no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, estabelecido pelo Protocolo de Quioto, com o objetivo de reduzir a emissão de gases do efeito estufa para a atmosfera (PMGIRS-RJ, 2016).

Merece destaque um trecho do PMGIRS-RJ sobre o encerramento do Aterro Municipal de Jardim Gramacho:

“(...) merece menção o importante legado social no segmento de gestão de resíduos deixado pela Prefeitura do Rio de Janeiro após o encerramento do Aterro de Jardim Gramacho. Em toda a história do aterro, a administração do Rio de Janeiro jamais impediu o trabalho dos catadores, que ali, durante anos, tiraram recursos para sua sobrevivência e de suas famílias. Para eles, o encerramento da operação do aterro representaria o fim de sua única fonte de renda. Mais uma vez o município inovou, realizando o pagamento de R\$ 14.000,00, à vista, a cada um dos 1709 catadores cadastrados, em atividade ou não.”

Este trecho simboliza a questão social acerca da gestão dos resíduos no AMJG. A formalização dos catadores através do cadastramento de cooperativas é um reconhecimento da importância do trabalho de triagem de resíduos (no caso, recicláveis secos) e seu potencial de transformação social. Contudo, este tipo de trabalho em geral surge espontaneamente, e não devido a incentivos ou investimentos para o setor, e são um retrato da gestão ineficiente de resíduos do ponto de vista logístico, ambiental, social e econômico.

Em muitos casos o trabalho de catação de recicláveis surge pela falta de oportunidades de trabalho formal, e se trata de manuseio de materiais em montanhas de resíduos, em ambiente de atração e proliferação de vetores, de resíduos misturados e riscos físicos e biológicos associados, seja por materiais cortantes, tóxicos ou contaminados. Este cenário foi retratado pelo documentário Lixo Extraordinário, de Vik Muniz (2010).

Encerrar as atividades do AMJG foi uma importante ação do ponto de vista ambiental, dada sua proximidade à Baía de Guanabara e extenso tempo de operação do aterro, principalmente enquanto não atendia às exigências ambientais, mas pagar indenizações aos catadores está distante de ser um “importante legado social”, considerando-se que a contribuição da Prefeitura do Rio de Janeiro se resumiu a apenas “jamais impedir” seu trabalho e oferecer limitados mecanismos de incentivo à classe.

Esta ação não tem afinidade com os conceitos de economia circular e solidária, tecnologias sociais e não atende às diretrizes da PNRS no que diz respeito ao fortalecimento e inclusão de cooperativas, o que é flagrante dada a baixíssima taxa de reciclagem (0,5%) (PMGIRS-RJ, 2016) dos resíduos sólidos do município do Rio de Janeiro.

2.10 Tratamento convencional de resíduos sólidos

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2012), no ano de 2008, 58,3% dos resíduos coletados foram encaminhados para aterros sanitários, enquanto 39,2% para aterros controlados ou lixões, 1,4% para unidades de triagem para reciclagem e 0,8% para unidades de compostagem, entre outras destinações finais como incineração e vazadouros em áreas alagáveis. Apesar de serem dados de 2008, o Plano de 2012 é ainda o documento vigente e por isso estes estão sendo os dados apresentados neste trabalho.

O Plano distingue aterros sanitários, controlados e lixões, sendo que apenas o primeiro é reconhecido como tratamento adequado:

- Aterro sanitário: Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza os princípios de engenharia (impermeabilização do solo, cercamento, ausência de catadores, sistema de drenagem de gases, águas pluviais e lixiviado) para confinar os resíduos e rejeitos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-o com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (adaptado da NBR 8419/92).



Figura 25: Impermeabilização do solo para aterro sanitário. Fonte: Internet (2019).



Figura 26: Sistema de captação de líquidos e gases do aterro sanitário. Fonte: Internet (2019).



Figura 27: Disposição de resíduos em aterro sanitário. Fonte: Internet (2019).



Figura 28: Operação de aterro sanitário - disposição e cobertura de resíduos. Fonte: Internet (2019).

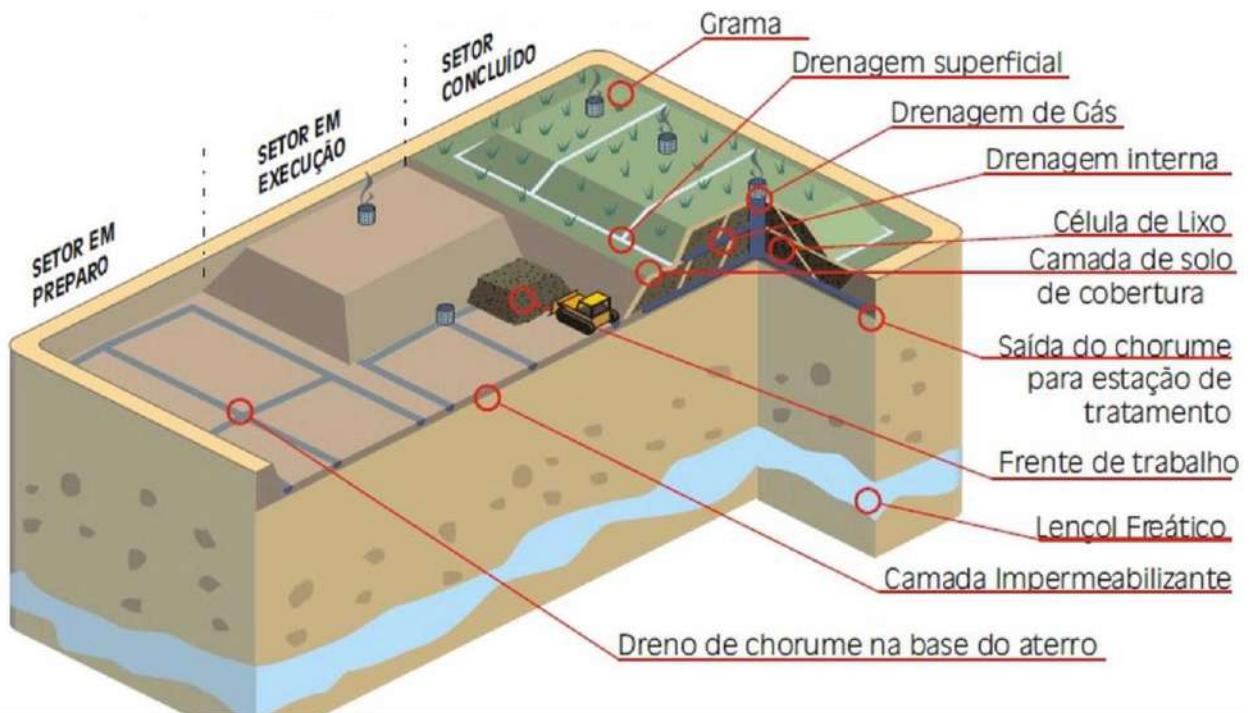


Figura 29: Corte da seção de um aterro sanitário - setores da operação. Fonte: Internet (2019).

- Aterro controlado: Forma inadequada de disposição final de resíduos e rejeitos, no qual medidas para mitigação de impactos não foram aplicadas desde o início da operação.
- Lixão: Forma inadequada de disposição final de resíduos e rejeitos, que consiste na descarga do material no solo sem qualquer técnica ou medida de controle.

Ainda segundo o Plano (2012), 51,4% dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil são compostos por matéria orgânica, enquanto 31,9% são materiais recicláveis como metais, aço, alumínio, papel, papelão, plásticos e vidro, enquanto apenas 16,7% são “outros”. Neste ponto, cabe diferenciar resíduos de rejeitos. Segundo a PNRS (2010), rejeitos são:

“Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.”

Sendo assim, teoricamente apenas rejeitos deveriam ser encaminhados para os aterros sanitários. Ou seja, apenas 16,7% dos resíduos coletados, enquanto os demais resíduos podem ser reinseridos na economia através da reciclagem tanto dos materiais úmidos quanto dos secos.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2012) estabelece diversas metas. Entre elas, a eliminação total dos lixões até 2014, a reabilitação de lixões (com medidas como captação de gases para geração de energia, coleta do chorume, cobertura dos resíduos, entre outros), a inclusão e o fortalecimento de organizações de catadores e a redução da disposição de resíduos úmidos e recicláveis secos em aterros sanitários.

Merecem destaque as soluções para o tratamento dos resíduos orgânicos (úmidos), ou biorresíduos, conforme definido anteriormente. Estes resíduos são absolutamente estratégicos para a eficiência geral da gestão, pois, além de representarem mais de 50% da composição total dos resíduos sólidos, é a degradação dos materiais orgânicos putrescíveis que gera muitos dos impactos ambientais relacionados aos resíduos e dos riscos associados aos aterros sanitários, como geração de chorume, biogás, atração de vetores e perda de estabilidade estrutural, o que diminui a vida útil dos aterros sanitários e aumenta seus custos de operação, já que são necessárias diversas operações de monitoramento e mitigação destes impactos.

Contudo, estes resíduos parecem negligenciados e infelizmente não têm sido o foco de atuação de cooperativas, que tradicionalmente trabalham com recicláveis secos. Percebe-se que uma grande quantidade de resíduos com potencial social, econômico e ambiental não é aproveitada e carece de reconstrução logística e conceitual.

Tendo em vista algumas tecnologias já presentes no Brasil como biodigestores anaeróbios e compostagem, que são soluções para o tratamento biológico da fração orgânica dos resíduos sólidos, existe um grande potencial de transformação destes resíduos em recursos, produzindo biogás e composto orgânico, respectivamente, além de todo um trabalho de educação ambiental.

3 AGROECOLOGIA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

3.1 Agroecologia

Ao se refletir sobre a agricultura industrial e seus múltiplos impactos, nasce a agroecologia: uma ciência que estuda não apenas os impactos ambientais da agricultura de larga escala, mas também seus aspectos sociais, econômicos e técnicos. Nota-se que o fortalecimento do agronegócio, muitas vezes via políticas governamentais, resulta na subordinação da agricultura familiar às cadeias agroindustriais, tanto por um extremo da cadeia produtiva pela dependência de insumos externos e equipamentos vinculada à concessão de crédito público, quanto pela outra ponta, das empresas que dominam os setores de processamento e distribuição. O resultado disto é a fragilização econômica das famílias agricultoras, que culmina com endividamentos, redução da renda familiar, evasão de jovens do meio rural e abandono da atividade agrícola como um todo (PETERSEN, 2012).

A concentração agrária evidente no Brasil, junto ao êxodo rural e à mecanização do campo em monocultivos extensivos, flagram a dominação dos meios de produção agrícola por uma pequena parcela de pessoas. Essa dominação ainda avança sobre as fronteiras agrícolas e sobre os ecossistemas naturais, em especial o Cerrado e a Amazônia, na simplificação da diversidade genética do campo e conseqüentemente na perda da memória biocultural, o que vai totalmente contra os princípios de economia solidária e de tecnologias sociais.

A agroecologia, enquanto ciência, aplica princípios de ecologia sobre a agricultura, em busca de agroecossistemas sustentáveis. Dessa forma, a diversidade biológica e agrícola é valorizada com a intenção de promover interações biológicas sinérgicas e harmônicas, gerando fertilidade no solo e manutenção da produtividade (ALTIERI, 2012). Ainda segundo Altieri (2012):

“ Os princípios básicos da Agroecologia incluem: a reciclagem de nutrientes e energia; a substituição de insumos externos; a melhoria da matéria orgânica e da atividade biológica do solo; a diversificação das espécies de plantas e dos recursos genéticos dos agroecossistemas no tempo e no espaço; a integração de culturas com a

pecuária, e a otimização das interações e da produtividade do sistema agrícola como um todo, ao invés de rendimentos isolados obtidos com uma única espécie. (...) Os sistemas de produção fundados em princípios agroecológicos são biodiversos, resilientes, eficientes do ponto de vista energético, socialmente justos e constituem os pilares de uma estratégia energética e produtiva fortemente vinculada à noção de soberania alimentar.”

Dentre os muitos impactos gerados pela agricultura industrial e de larga escala, os principais, do ponto de vista agroecológico, são os oriundos da larga utilização de cultivos transgênicos e seus acessórios, como herbicidas e fertilizantes químicos. As consequências do uso dessas tecnologias são a diminuição da diversidade genética, contaminação de espécies vegetais locais, criação de novos organismos patogênicos, acumulação de toxinas no solo, quebra do (auto)controle biológico, contaminação de sistemas aquáticos, entre outros (ALTIERI, 2012). A lista é longa.

A transição agroecológica dos sistemas agrícolas se fundamenta essencialmente na não utilização de agrotóxicos e fertilizantes químicos, que desencadeiam diversos impactos ambientais, econômicos e à saúde coletiva. A ciclagem de nutrientes junto à sucessão ecológica, aos processos naturais de decomposição da matéria orgânica e diversidade genética de flora e fauna resultam em enriquecimento do solo com vida, nutrientes e energia, que é um caminho oposto ao modelo de produção da agricultura industrial, e dialoga diretamente com os princípios de economia circular.

Junto a estas questões ecológicas, a reforma agrária e o aumento das oportunidades de trabalho vinculados à produção agrícola são formas de reduzir a caótica densidade populacional que se observa nas maiores cidades do Brasil, através de trabalho e renda dignos e de incalculável valor ecológico, social e ocupacional agregado.

Uma agricultura e uma sociedade mais sustentáveis têm um encaminhamento em comum, que é uma melhor gestão dos materiais orgânicos.

Se houverem meios de multiplicação de tecnologias sociais que permitam a gestão adequada dos resíduos orgânicos e da produção agrícola, fechando o ciclo da matéria orgânica através de tratamentos descentralizados, os grandes centros urbanos, com sua inerente concentração de atividades econômicas, não precisarão ser mais uma situação tão sobrecarregada, do ponto de vista da capacidade das cidades, visto que

seria possível o desenvolvimento descentralizado de base agroecológica em outras localidades. E a produção agrícola não precisaria ser tão dependente de insumos externos.

A eclosão de pequenas e médias cidades autônomas tecnicamente e organizadas de forma economicamente solidária, com valorização de suas potencialidades locais e de qualidade de vida elevada para todos é uma possibilidade necessária, com base na recuperação ecossistêmica, preservação de recursos naturais e produção sustentável, com participação social e igualdade de oportunidades para produção.

A reflexão sobre a vida cotidiana embasada na história da agricultura e seus impactos e o potencial vislumbrado a partir da transformação dos modelos hegemônicos da produção agrícola via tecnologias sociais, reforma agrária e economia circular e solidária são os alicerces da construção do saber e da prática agroecológica.

É preciso fortalecer processos locais de inovação técnica e sócio-organizativa, que integre a produção de conhecimentos acadêmicos e tradicionais através da sua aplicação e multiplicação voltadas à valorização dos potenciais ambientais, econômicos e socioculturais presentes em cada território ou região (ALTIERI, 2012).

3.2 Extensão Universitária

A Extensão Universitária é definida pelo Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras (FORPROEX, 2010):

“ A Extensão Universitária, sob o princípio constitucional da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, é um processo interdisciplinar educativo, cultural, científico e político que promove a interação transformadora entre universidade e outros setores da sociedade. ”

Para uma adequada compreensão do termo “extensão”, Paulo Freire (1985) discute as diferentes interpretações possíveis e que podem vir a deturpar sua compreensão e aplicação, uma vez que, pela análise gramatical, “quem estende, estende alguma coisa (objeto direto da ação verbal) a ou até alguém – (objeto indireto da ação verbal) – aquele que recebe o conteúdo do objeto da ação verbal. ”:

:

“ Parece-nos (...) que a ação extensionista envolve, qualquer que seja o setor em que se realize, a necessidade que sentem aqueles que a fazem, de ir até a “outra parte do mundo”, considerada inferior, para, à sua maneira, “normalizá-la”. Para fazê-la mais ou menos semelhante a seu mundo.

Daí que, em seu “campo associativo”, o termo extensão se encontre em relação significativa com transmissão, entrega, doação, messianismo, mecanicismo, invasão cultural, manipulação, etc.

E todos estes termos envolvem ações que, transformando o homem em quase “coisa”, o negam como um ser de transformação do mundo. ”

De intenção oposta, o conceito de extensão (universitária) apresentado pelo FORPROEX (2010) pressupõe a interação dialógica, o que corrobora a possibilidade de diferentes interpretações do termo. Desta perspectiva, compreende-se que “extensão” não é “estender à sociedade o conhecimento acumulado pela Universidade”, mas de produzir, em interação com a sociedade, um conhecimento novo. Um conhecimento que contribua para a superação da desigualdade e da exclusão social e para a construção de uma sociedade mais justa, ética e democrática. ”

Desta comparação conclui-se que é preciso fortalecer o conceito de extensão (universitária) enquanto uma prática educativa libertadora. Freire (1985) utiliza como exemplo a atuação do agrônomo “que trabalha em extensão” que simboliza esta oposição de conceitos do termo, e critica o documento “Planejamento do trabalho de extensão agrícola” do Ministério da Agricultura, de 1954, que afirma que “persuadir as populações rurais a aceitar nossa propaganda e aplicar estas possibilidades - refere-se às possibilidades técnicas e econômicas – é uma tarefa das mais difíceis e esta tarefa é justamente a do extensionista que deve manter contato permanente com as populações rurais.” Neste caso, um sujeito persuade um objeto, estes seriam o extensionista e os camponeses, respectivamente, e isto simboliza a dinâmica da “revolução verde”.

Nota-se que o conceito de “extensão” é um conceito em construção. Dentro da temática de agroecologia e produção rural, isto é evidente. Sob a perspectiva da extensão de construção integrada do conhecimento e ainda seguindo no exemplo anterior, o agrônomo pode ser um educador-educando, para com os camponeses, então educandos-educadores (FREIRE, 1985).

Isto se alinha com o conceito de economia solidária de rompimento da fronteira “especialista e não especialista” e com o conceito de extensão universitária defendido pela UFRJ, pois esta prevê uma ação de mão dupla - da Universidade para a sociedade e da sociedade para a Universidade (FORPROEX, 2010), valorizando-se a integração entre saberes populares e acadêmicos, que se alinham e se retroalimentam na transformação da realidade social de forma coerente com as potencialidades locais.

Assim, em se falando de Extensão na Universidade, entende-se que as ações de extensão contribuem para a formação não só profissional, mas também cidadã das pessoas, não apenas a comunidade acadêmica, emancipando-as, e compreende-se que a extensão adquire maior efetividade se vinculada a atividades de formação (ensino) e de pesquisa e vice-versa. É evidente a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão para que seja possível a contribuição da Universidade para uma sociedade mais justa, solidária e democrática.

Uma universidade sem atividades extensionistas, logo, sem interações dialógicas, é incapaz de oferecer à sociedade e aos governos o conhecimento, as inovações tecnológicas e os profissionais que o desenvolvimento (social) requer. Afinal, sem a Extensão, a Universidade corre o risco de ficar isolada, ensimesmada e descolada dos problemas sociais (FORPROEX, 2010).

3.3 MUDA UFRJ

Inicialmente composto por um grupo de estudantes do curso de Engenharia Ambiental da UFRJ, o grupo MUDA - Mutirão de Agroecologia nasceu efetivamente no Ambientável (semana acadêmica da Engenharia Ambiental) de 2009 com um mutirão de plantio de mudas. O grupo tem o objetivo de estudar, testar e disseminar tecnologias sociais sob a ótica da agroecologia, possibilitando a solução de problemáticas ambientais locais, a melhoria da saúde individual e coletiva, além de promover a aproximação entre campo e cidade - uma vez que compreende que a temática de produção de alimentos e seus impactos socioambientais são relevantes para formação em Engenharia Ambiental e não são suficientemente abordadas durante o curso.

Como destaca Lima (2018):

“ ‘MUDA’ é uma sigla que significa Mutirão de Agroecologia, mas também é a forma imperativa do verbo mudar, que expressa a urgência de mudanças sistêmicas. MUDA traz o significado da plântula, planta jovem, que representa a regeneração e esperança no futuro. MUDA também é a revolução da agroecologia, porque é baseada no exemplo mais que no discurso. Mudita é como são chamados os integrantes do Grupo MUDA. Mudita é uma das quatro principais virtudes do Budismo, significa alegria altruísta. ”

O grupo é aberto para a participação de qualquer pessoa e se organiza através da autogestão e liderança circular: as decisões, o planejamento e a execução das ações do projeto estão sob o controle de cada integrante e as tarefas são distribuídas a partir da demanda, aptidão e interesse individuais. Ao longo dos anos, o MUDA agregou estudantes de outras graduações, além de alunos da pós-graduação, professores e não universitários.

O MUDA tem uma área experimental denominada Laboratório Vivo de Agroecologia e Permacultura (LaVAPer), localizada no estacionamento do bloco A do Centro de Tecnologia da UFRJ, que tem o objetivo de se consolidar enquanto Centro de Tecnologias Sociais em um espaço laboratorial vivo e aberto a visitação, que reúne experimentos em sistemas agroflorestais, bioconstrução e compostagem. Para o desenvolvimento e a manutenção do espaço, são realizadas atividades planejadas coletivamente - os mutirões. No LaVAPer, prática está associada à teoria e se preza pela execução, observação e discussão dos experimentos a fim de contínuo aprimoramento.



Figura 30: Laboratório Vivo de Agroecologia e Permacultura (LaVAPer). Fonte: MUDA (2013).

A indissociabilidade entre extensão, pesquisa e ensino alimenta o desenvolvimento do coletivo, uma vez que é possível encontrar, através da busca para se contemplar estes três pilares da universidade, orientação implícita para as ações.

Em especial, as atividades de extensão são prioridade para o MUDA, pois trazem o elemento da prática com público extra-acadêmico que alimenta a pesquisa e a formação e vice-versa (práxis). Neste processo, a materialidade da ação e a interação dialógica são elementos que fazem da atuação do grupo uma rica ferramenta para formação profissional e cidadã dos seus integrantes.

O MUDA é uma iniciativa em agroecologia que se soma a outras na UFRJ. Em geral motivados também pelo fato de que os assuntos referentes à agroecologia são pouco abordados nas disciplinas obrigatórias dos cursos de graduação e por reconhecerem a relevância dos temas para a sociedade e para a formação cidadã e profissional da sociedade, outras iniciativas em agroecologia surgiram em diversos cursos como Biologia (Capim Limão e Muda Maré), Geografia (Geomata), Gestão Pública (Govz ao Pé da Letras), assim como na Residência Estudantil (Plantando na Moradia) e no Sistema Integrado de Alimentação (Horta Orgânica de PANCS e Especiarias do Sistema de Alimentação da UFRJ), entre outros. Juntos, esses grupos compõem a Rede de Agroecologia da UFRJ (ReAU), que foi informalmente estabelecida em 2016 como resultado da III Semana de Agroecologia da UFRJ.

A construção da ReAU é resultado da integração de projetos que se desenvolviam paralelamente através dos princípios agroecológicos com linhas de ação semelhantes em diferentes unidades, numa nítida manifestação da transdisciplinaridade que é inerente à agroecologia. A troca de conhecimentos entre os projetos resultou na criação de novos projetos interdisciplinares, como é o exemplo do projeto CASA - Comunidade Acadêmica que dá Suporte à Agricultura, resultado da integração das linhas de ação de aproximação consumidor-produtor existentes tanto no projeto MUDA quanto no projeto Capim Limão.

A ReAU constitui uma abrangente “malha”, ou áreas de alcance, de iniciativas espalhadas geograficamente pela UFRJ, em especial no campus Cidade Universitária, que tem a capacidade de acolher as pessoas interessadas em fazer parte da construção participativa do conhecimento agroecológico, independentemente do seu curso ou origem, tendo então diversas opções de projetos em diferentes unidades que dialogam entre si e constroem ações interdisciplinares para escolher de acordo com seu interesse.



Figura 31: III Semana de Agroecologia e I Semana de Agricultura Urbana da UFRJ.
Fonte: MUDA (2015).

A necessidade de materialidade da ação, que é inerente à atuação em agroecologia, resultou em diversas intervenções na Cidade Universitária por parte dos grupos de agroecologia. Compreendem-se os campus da UFRJ como espaços experimentais de cidades modelo ou cidades piloto, espaços de construção prática do saber agroecológico e de consolidação dos conhecimentos teóricos através da experimentação de tecnologias, e dessa forma o movimento agroecológico articula-se também com a área administrativa da UFRJ, seja na articulação sobre a utilização dos espaços de acordo com os usos previstos no Plano Diretor da UFRJ, seja na logística interna de resíduos e materiais - para a implementação de sistemas agroflorestais, hortas agroecológicas, bioconstruções e pátios de compostagem.

A formalização do MUDA na UFRJ foi através do envio de projeto para o Programa Institucional de Bolsas de Extensão (PIBEX), da Pró-Reitoria de Extensão (PR-5), em 2013, enquanto projeto de extensão. Na época, o MUDA era um projeto composto linhas de ação e foi contemplado com 4 bolsas. Durante os anos de 2014, 2015 e 2016 manteve a mesma estrutura de projeto composto por linhas de ação e foi contemplado com 4, 5 e 5 bolsas, respectivamente.



Figura 32: Manejo ecológico do solo no IV Curso de extensão de agroecologia do SIA UFRJ. Fonte: SIA UFRJ (2019).

Ao longo destes anos, o MUDA participou de diversos eventos acadêmicos e extra-acadêmicos e desenvolveu diversas ações além daquelas previstas para os bolsistas. Foram oficinas, minicursos, cursos de formação e disciplinas de extensão, pesquisas em saneamento ecológico (compostagem e bacia de evapotranspiração, com 1 bolsa de iniciação científica para cada) e atuação fora da UFRJ em especial em Guapimirim, junto aos agricultores e agricultoras da Associação de Produtores Rurais e Artesãos da Microbacia do Fojo - AFOJO e junto ao Movimento Nacional de Luta pela Moradia na Ocupação Solano Trindade em Duque de Caxias.

Merece destaque a diversidade das ações, que apresentam cada vez maior enfoque na integração entre ensino, pesquisa e extensão sem dissociar uma das outras, enquanto partes de um todo dentro dos princípios agroecológicos - o MUDA.

Em 2015, o MUDA foi convidado a participar da comissão do Programa CT Verde, da Decania do Centro de Tecnologia da UFRJ, com o objetivo de trazer o viés agroecológico para projetos para as áreas verdes do Centro e desde então está presente neste programa, tendo como principal realização a implementação do Jardim Agroflorestal do entre blocos C/D do Centro de Tecnologia.



Figura 33: Curso de extensão de implementação do Jardim Agroflorestal do entreblocos C/D do Centro de Tecnologia. Fonte: MUDA (2018).

Com a criação do projeto CASA UFRJ - Comunidade Acadêmica que dá Suporte à Agricultura em 2017 junto ao projeto Capim Limão, ocorre pela primeira vez a “emancipação” de uma linha de ação destes projetos, o que significa a multiplicação dos projetos em agroecologia registrados, das possibilidades de bolsas de extensão e do potencial de atuação. No ano de 2017, os projetos MUDA e CASA foram contemplados com 4 e 5 bolsas de extensão respectivamente.

Motivados por esta experiência, pelo aumento da robustez de outras linhas de ação e pela oportunidade de maior enraizamento institucional, em 2018 o MUDA passa a ser um programa do Núcleo Interdisciplinar para o Desenvolvimento Social (NIDES), um órgão suplementar do Centro de Tecnologia. Várias de suas linhas de ação se transformaram em projetos, tendo cada uma delas o devido registro como projeto de extensão no recém criado edital de Registro Único de Atividades de Extensão. Neste ano, foram registrados quatro novos projetos de extensão emancipados para se somar

aos projetos MUDA e CASA: MUDA Escolas, MUDA VK (Vila Kennedy) - Movimento Urbano de Alimentação, Ecopontos MUDA e VAMoS - Vivências Agroecológicas com Movimentos Sociais.



Figura 34: XV Vivência Agroecológica na AFOJO, Guapimirim. Fonte: CASA UFRJ (2017).

Além destes 6 projetos de extensão promovidos pelo MUDA, outros 3 projetos convidaram o MUDA para compor suas equipes: Integração Maré UFRJ e Agricultura Urbana, Horta Orgânica de PANCs e Especiarias do Sistema de Alimentação da UFRJ e Mercado Vivo na Promoção de Segurança Alimentar e Nutricional.

Atualmente, segundo semestre de 2019, o MUDA está envolvido em ações de ensino, pesquisa, extensão e administração na UFRJ com o objetivo de integrar o enfoque agroecológico aos objetivos dos diferentes mecanismos da instituição e integrá-los de forma a alcançar a maior potência de impacto e resultados das ações.

Carregam o nome do MUDA 1 disciplina de extensão, 1 pesquisa em saneamento ecológico com a bacia de evapotranspiração, 9 projetos de extensão, a participação no programa CT Verde da Decania-CT, a participação na câmara temática de resíduos do Fórum Ambiental da UFRJ e 3 cursos de extensão: sistemas agroflorestais, bioconstrução e compostagem - os cursos ainda em processo de registro e formalização no SIGA.

A experiência do MUDA é rica no que diz respeito ao diálogo com os diferentes eixos estruturais da UFRJ, como ensino, pesquisa, extensão e administração. Com o passar dos anos e amadurecimento da metodologia de atuação do grupo, junto à noção de indissociabilidade entre os eixos e o diálogo com os diferentes atores e gestores de cada eixo, o MUDA hoje marca presença ativa em diversos deles e vem buscando sempre fortalecer a atuação em rede dos grupos de agroecologia junto ao fortalecimento da UFRJ como um todo.

Por ser um grupo nascido na Engenharia Ambiental, diferentemente de outros grupos de agroecologia na UFRJ, o MUDA destaca-se no engajamento com áreas de conhecimento relacionadas a este curso, em especial o saneamento ecológico e a gestão de resíduos através da compostagem, por ser uma técnica de baixo custo e de matérias primas abundantes no Centro de Tecnologia e no campus Cidade Universitária em geral: resíduos alimentares e folhas secas.



Figura 35: Curso de introdução ao saneamento ecológico com implementação de uma bacia de evapotranspiração (BET) para tratamento de esgotos domésticos no Centro Experimental de Saneamento Ambiental (CESA) da UFRJ. Fonte: MUDA (2017).

Desde seus primórdios, o MUDA articula ações na UFRJ e de extensão para a gestão integrada de resíduos orgânicos através da compostagem, com destaque para a

parceria com o Restaurante Universitário do Centro de Tecnologia (RU-CT). Foram pesquisas, cursos, minicursos e oficinas de compostagem que contaram com o apoio do Restaurante na separação e disponibilização dos seus resíduos alimentares segregados para as atividades. Complementarmente, a articulação com os funcionários dos serviços de limpeza urbana e Prefeitura Universitária é fundamental para a manutenção dos estoques de folhas secas para as atividades.

Com o desenvolvimento das ações, a experiência vivida pelo MUDA e outros projetos com o Sistema Integrado de Alimentação incentivou a criação, em 2018, do projeto Horta Orgânica de PANC (Plantas Alimentícias Não Convencionais) e Especiarias do Sistema Integrado de Alimentação (SIA) da UFRJ, um projeto de extensão que potencializou a relação da Rede de Agroecologia com o SIA e as possibilidades de gestão integrada de resíduos orgânicos dos Restaurantes Universitários através da compostagem.

A gestão integrada de resíduos orgânicos através da compostagem possibilita a integração entre ensino, pesquisa, extensão, Prefeitura Universitária, PR-6 e Decanias se for estabelecida não apenas como atividade administrativa mas também de desenvolvimento institucional e de produção acadêmica. Ou seja, o potencial da compostagem não se está apenas no tratamento de resíduos como atividade-fim, mas também no processo, enquanto metodologia para aprendizagem baseada em problemas e projetos.

3.3.1 MINHA EXPERIÊNCIA COM O MUDA UFRJ

Conheci o MUDA ao final do meu terceiro ano de faculdade a convite de um amigo querido. Desde que eu havia entrado na Engenharia Civil, no início de 2011, a faculdade estava sendo um suplício. Estava sendo muito difícil me animar para concentrar a energia necessária para esta empreitada que é a graduação em Engenharia na UFRJ. O meu questionamento nunca foi se eu era capaz de aprender aqueles conteúdos difíceis, mas sim para quê eu estava aprendendo aquilo tudo. No primeiro período, 4 reprovações das 6 disciplinas cursadas. Aquele ambiente não fazia sentido para mim.

Me faltava motivação e não conseguia deixar de ter a impressão - não era uma certeza, afinal, teoricamente, a graduação me mostraria o caminho - de que aquilo tudo não estava alinhado com meus valores. Poucas discussões em sala sobre reverter

desigualdades sociais através de uma atuação profissional séria e muito apreço pela valorização econômica do engenheiro no mercado - sem questionamentos sobre qual trabalho ou para o benefício de quem. Nisso, me isolei e cultivei poucas amizades. Considerava o ambiente da universidade hostil, sem propósito e de muita pressão por resultados. Estava me afogando ali.

As coisas começaram a mudar no final de 2013 quando foi feita uma divulgação por e-mail das atividades do SOLTEC - Núcleo de Solidariedade Técnica e pude conhecer a atuação deste grupo que trata a Engenharia como ferramenta para transformação social através, principalmente, da Extensão Universitária. Aquilo foi um grande alívio e uma luz para ver a possibilidade de uma formação e atuação profissional que faziam sentido para mim, uma importante nova referência dentro da engenharia, composta por diversos profissionais competentes e bem estruturada.

Considero que realmente entrei no MUDA no início de 2014, quando passei a frequentar as reuniões semanais e a me inserir nas atividades. Não houve processo seletivo e ninguém se interessou pelo meu histórico escolar ou o temível (e, no meu caso, irreparável) coeficiente de rendimento (CR), apenas pela minha vontade de fazer parte. Costumamos brincar que o processo seletivo do MUDA é inserir-se na autogestão. Para isto, é preciso ser proativo e não ficar à espera de ordens - o que afasta muitas pessoas. Mas fez todo sentido para mim.

Um grupo autogestionado era tudo que eu precisava pois tinha sempre a sensação de que todas as ações eram de motivação legítima, verdadeira. E o principal aspecto que transformou de forma definitiva minha relação com a universidade foi o acolhimento. Essa é a sensação que mais prezo por multiplicar dentro da Universidade na minha atuação.

O acolhimento e a compatibilidade de valores que encontrei na agroecologia trouxeram pela primeira vez a sensação de pertencimento à UFRJ e foram ponto de inflexão na minha trajetória: me apropriei da minha formação e não me senti mais uma ferramenta do grande mercado - mas passei a ver a Universidade como uma ferramenta para meus propósitos. A agroecologia me mostrou diversos propósitos, curiosamente assuntos que não estavam sendo mencionados diretamente na graduação.

Como destaca Freire (1996), ensinar não é transferir o conhecimento, mas uma prática que exige apreensão da realidade, curiosidade, liberdade, bom senso e respeito à autonomia do ser do educando. Um educando que percebe-se um ser capaz de

modificar a realidade, ao mesmo tempo que é moldado por ela, assume responsabilidade ética, política, histórica e social pela sua intervenção no mundo.

Atuar no MUDA é uma experiência rica, sou grato por fazer parte da história do grupo, peguei um trabalho em andamento e agreguei valor junto aos que estavam ali para os que vieram e virão. Desejo a todos e todas que entram na Universidade que encontrem sentido e significado para sua formação através da diversidade de experiências e oportunidades que ela oferece, especialmente através da Extensão, para uma formação verdadeiramente humanizada, sem abrir mão da Pesquisa nem do Ensino, que realmente nos tornam profissionais de conhecimento técnico destacado e multiplicadores do conhecimento. Compreender a potência dessa integração é belo.

Tudo isso está alinhado com Plano Nacional de Extensão Universitária (2012), que incentiva o protagonismo estudantil no processo de mudança da educação superior junto à relação autônoma e crítico-propositiva da Extensão Universitária com as políticas públicas, exercitando o papel transformador da Universidade Pública com a sociedade para a transformação social e eliminando a mera reprodução de *status quo*.

Foi graças ao MUDA que pude ter experiências com ensino, pesquisa, extensão, administração pública e empreendedorismo pela primeira vez.

São as ações que multiplicam as oportunidades de atuação profissional que e agregam público externo que mais me motivam. Destacam-se os cursos de Extensão e os projetos que foram criados, alguns conquistaram bolsas, e somam-se às opções de atuação dos demais estudantes, professores, técnicos-administrativos e funcionários.

A experiência com o MUDA está fundamentada na força da iniciativa própria e é recompensador constatar o interesse do público e a troca proporcionada, que sempre serve de grande aprendizado para que possamos sempre aprimorar os conhecimentos e metodologias. Assim, o MUDA ganha reconhecimento e convites diversos para participar de mais ações e parcerias, fortalecendo a atuação em rede. Foi assim com o CT Verde, com o projeto de hortas do Sistema de Alimentação e com os inúmeros convites para atuação em escolas, eventos e disciplinas como a de Agroecologia, eletiva do Instituto de Biologia e a de Resíduos Sólidos Urbanos, obrigatória do curso de Engenharia Ambiental.

A compostagem se tornou minha área de maior interesse dentro da Engenharia Ambiental não só pelo tratamento de resíduos em si, mas pelo potencial do seu processo enquanto ferramenta de educação. Só foi possível constatar todo o potencial da

compostagem graças às experiências diversas que me trouxeram visão sistêmica dentro da UFRJ, em especial do campus Cidade Universitária.



Figura 36: Leira de compostagem no I Curso de Extensão de Agroecologia do Sistema de Alimentação da UFRJ. Fonte: SIA UFRJ (2018).

Hoje, quando dou oficinas, aulas e cursos sobre compostagem, não é possível me resumir apenas aos aspectos técnicos do processo, mas é necessário ir além deles e destacar o potencial de emancipação social, de educação ambiental, de autonomia e de exercício de cidadania através da responsabilidade compartilhada pelos resíduos e engajamento comunitário.

É também graças à experiência com o MUDA e pela breve experiência com o Ciclo Orgânico que desenvolvi a certeza de que o empreendedorismo social com compostagem tem alta receptividade no mercado e tem grande potencial de transformação social através da aplicação e capacitação local.

O curso de Engenharia por si só jamais me traria toda essa visão ou traria todas essas oportunidades em relação a compostagem, por isso defendo a diversidade de experiências na Universidade e, neste Trabalho, defendo a compostagem agroecológica enquanto assunto que precisa urgentemente de maior destaque pelo menos no curso de

Engenharia Ambiental e que precisa ser abraçado pela política institucional da UFRJ como solução técnica que vai muito além da tecnologia por si só. Por trás de toda tecnologia existe uma ideologia.

3.4 A institucionalização das iniciativas agroecológicas na UFRJ

Educação possui ideologia e tecnologia tem propósito. A educação desvinculada dessas percepções é, intrinsecamente, contribuinte para uma ideologia e propósito também. A agroecologia na UFRJ é um símbolo do protagonismo estudantil para a construção coletiva da instituição em parceria com o corpo docente e administrativo.

Para a institucionalização das práticas de construção do conhecimento agroecológico, é essencial o adequado registro e produção acadêmica sobre as ações, e isto exige a superação da excessiva segmentação funcional entre ensino, pesquisa e extensão (Altieri, 2012).

Para tanto, alguns mecanismos da Universidade podem ser utilizados, acionando os diferentes pilares da Universidade Pública (ensino, pesquisa e extensão), de forma que as ações, projetos e programas registradas passam a contribuir formalmente para a produção acadêmica, o que lhes confere credibilidade, profissionalismo e autenticidade.

Acionar qualquer um destes mecanismos em direção à institucionalização das iniciativas em agroecologia implica na integração e articulação entre discentes, docentes e técnicos administrativos e finca raízes na instituição através de embasamento científico, eficiência administrativa e engajamento da comunidade acadêmica como um todo.

Como exemplo, a experiência do MUDA é de integração com estes mecanismos através de ações fundamentadas na agroecologia, desde iniciativas independentes de alunos até a consolidação de um programa institucional. Os mecanismos podem e devem ser utilizados para dar força ao movimento agroecológico, que se torna então oficialmente um elemento constituinte da Universidade, o que fortalece a democracia interna da instituição.

4 GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA UFRJ

A gestão de resíduos é evidentemente um desafio para administração da UFRJ. A população que circula diariamente no campus Cidade Universitária, por exemplo, aproxima-se de 100 mil pessoas. Com estes números a Cidade Universitária poderia ser considerada a 23ª maior cidade do estado (ALMEIDA, 2016).

A administração da UFRJ envolve não apenas a articulação entre ensino, pesquisa e extensão, mas também a coordenação de operações a nível de gestão de cidade, como limpeza e mobiliário urbano, sistema viário, divisão de transportes, licitações, manutenção de áreas verdes e gestão recursos humanos, entre tantas outras funções.

A boa elaboração, execução e integração das políticas que abraçam todas essas funções é fundamental para a criação de um ambiente propício para o convívio saudável da comunidade acadêmica e extra acadêmica que interage com as instalações e territórios da UFRJ.



Figura 37: Roçada de grama misturada com resíduos diversos de limpeza urbana na Cidade Universitária. Fonte: Própria (2019).

4.1 Serviços, projetos e programas de gestão de resíduos

4.1.1 Coleta de resíduos extraordinários e perigosos

De acordo com a Lei 7.634/17, do Estado do Rio de Janeiro, por gerar mais de 180 L de resíduos sólidos por dia, a UFRJ se enquadra como uma grande geradora de resíduos, ou geradora de resíduos extraordinários. Portanto, é responsável pela destinação ambientalmente adequada dos seus resíduos, exceto resíduos sépticos, sépticos especiais e especiais perigosos, assim definidos em legislação específica, bem como aos produtores de resíduos ou entulhos da construção civil.

A coleta em cada centro ou unidade e a disposição é feita por empresa terceirizada com caminhões compactadores. A partir do momento da coleta, a empresa contratada passa a assumir a responsabilidade pelos resíduos e sua destinação ambientalmente adequada.



Figura 38: Coleta do conteúdo de caçamba de resíduos extraordinários com caminhão compactador na Cidade Universitária. Fonte: Própria (2017).

Para os casos de resíduos perigosos, dos serviços de saúde, de construção civil, eletroeletrônicos, entre outros, outros serviços ou projetos de coleta e destinação ocorrem nos diferentes centros e unidades.

Centros como o Centro de Ciências das Saúde e o Hospital Universitário já possuem mais robusta organização em relação a gestão de resíduos pois foram obrigados há mais tempo a cumprir legislação específica para os resíduos que geram, como os perigosos e dos serviços de saúde.

Contudo, não se nota integração ou política institucional regendo esse gerenciamento, sendo então os serviços contratados de forma pontual e independente pelos diferentes laboratórios ou institutos.

4.1.2 Limpeza urbana

Além dos resíduos gerados nos centros e unidades, existe todo um serviço voltado para a limpeza urbana da CIDUNI, que vai desde a limpeza de calçadas e ruas, até a roçada da grama e poda das árvores das áreas verdes do campus. Este serviço é realizado por outra empresa terceirizada, diferente da responsável pelos resíduos extraordinários.

Originalmente, o material orgânico residual gerado na manutenção das áreas verdes seria encaminhado para o Horto Universitário, onde a grama seria compostada em leiras apenas de grama e os troncos e galhos maiores seriam triturados e aproveitados nos jardins e processos internos do Horto, como a própria compostagem.



Figura 39: Resíduos de limpeza urbana esperando coleta no Centro de Tecnologia.
Fonte: Própria (2019).

Contudo, infelizmente o pátio de compostagem do Horto não suporta a quantidade gerada diariamente e atualmente o material gerado também é encaminhado para fora da CIDUNI, para aterros sanitários.

4.1.3 Programas de reciclagem

Atendendo originalmente o decreto federal 5.940 de 2006, determina a separação dos resíduos recicláveis pelos órgãos da administração pública federal na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, foi criada em 2007 a Comissão Recicla UFRJ com a responsabilidade de diagnosticar, implantar, operar, e monitorar o sistema de coleta seletiva para toda UFRJ, começando pelo projeto Recicla CT como piloto, que teve suas atividades iniciadas em 2007 mesmo, em parceria com a Petrobras. A estrutura básica da comissão está assentada na Incubadora Técnica de Cooperativas Populares (ITCP/COPPE/UFRJ). Mais tarde, em 2012, nasceu o projeto Recicla CCS.



Figura 40: Coletores do Recicla CT. Fonte: MUDA (2017).

Atualmente, os projetos estão em consonância também com as diretrizes da PNRS e em especial com a Lei Estadual 7.634/17, que determina que os grandes geradores de resíduos sólidos devem destinar, prioritariamente, o material reciclável

para associações e cooperativas de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

Os programas distribuem nos centros coletores para coleta seletiva os diferentes resíduos, bem como atendimento direto dentro de laboratórios, para posterior triagem dos resíduos (papel, papelão, plásticos, vidro, eletroeletrônicos, etc), que são doados para as cooperativas, que devem ir coletar os materiais. A cada 6 meses é selecionada uma nova cooperativa para receber o benefício, o que promove a rotatividade dos beneficiários e democratização da oportunidade.

Em virtude da magnitude e da complexidade da gestão de resíduos na UFRJ, nota-se que o gerenciamento atual é marcado pela falta de mais programas para o aproveitamento de resíduos em mais centros, como expansão necessária do Recicla UFRJ. Os resíduos dos centros e unidades são, em sua grande maioria, encaminhados para os aterros sanitários, salvo o relativamente pequeno quantitativo que é captado pelos programas de reciclagem.

Isto configura-se como uma barreira para a elaboração de projetos para o aproveitamento de resíduos, não só pela falta de dados precisos sobre a geração de cada tipo de resíduo, como também pelo fato de que estão misturados e sua posterior separação é um processo insalubre, ineficiente e absolutamente evitável se o trabalho de gerenciamento começasse com a separação na fonte geradora - o que se mostra um grande desafio de educação ambiental, comunicação e de responsabilidade compartilhada.

4.1.3.1 Recicla Parque

Criado em parceria com o Programa Recicla CCS e o Laboratório de Ecologia Aplicada do Instituto de Biologia, o Recicla Parque é um projeto voltado para a adoção de práticas internas de sustentabilidade e de destinação ambientalmente correta de resíduos, através da implementação progressiva da coleta seletiva no Parque Tecnológico da UFRJ, localizado na Ilha do Fundão.

O projeto foi implantado em julho de 2017 e dá subsídios para elaboração de pesquisas no Centro de Triagem e Beneficiamento de Recicláveis do Parque, tais como remanufatura, reparo/reuso, entre outros.

Na operação, os resíduos recicláveis são encaminhados semanalmente para o Recicla CCS, que faz todo o processo de triagem. Faz parte das perspectivas do Parque a construção de um Centro de Triagem e Beneficiamento próprio para fortalecer a interface das empresas com grupos de pesquisa de resíduos.

Um elemento interessante da gestão de resíduos do Parque é que ele realiza a compostagem dos resíduos de manutenção de paisagismo, manutenção de áreas verdes e podas desde 2012, antes da criação do projeto Recicla Parque. Dessa forma, evitam o gasto de contratar uma empresa para a coleta deste material e produzem composto orgânico. Contudo, ainda não possuem um sistema que quantifique a operação de compostagem, ou seja, a quantidade de resíduos direcionada para a compostagem e a quantidade de composto gerado.

Apesar disso, o Parque possui interessante registro da quantidade de resíduos comuns (extraordinários) gerados e também dos recicláveis secos, junto a uma estimativa do consumo de energia e de produção de CO₂ evitados pela indústria para produzir novos materiais caso não houvesse a reciclagem.

4.1.4 Usina Verde UFRJ

A Usina Verde, projeto da iniciativa privada, cuja parte da tecnologia foi desenvolvida pela Coppe/UFRJ, trabalha com a incineração de lixo urbano. Destroi termicamente os gases poluentes produzidos no processo, liberando na atmosfera, sem causar danos ambientais, apenas vapor de água e CO₂.

A usina fica na Ilha do Fundão e tem capacidade para receber diariamente 30 toneladas de resíduos sólidos selecionados. Os gases ácidos resultantes da incineração do lixo são lavados com água alcalinizada. Ocorre então uma reação química que transforma essas substâncias em sais minerais e água.

Por não produzir metano no seu tratamento, por não utilizar combustíveis fósseis para gerar energia, assim como por reduzir emissões de CO₂ pelo transporte de resíduos, a Usina adquiriu certificação para participar do Mercado de Carbono para pouco mais de 1800 toneladas de CO₂ equivalentes. Para receber tais créditos, a Usina foi submetida a um monitoramento pelo Bureau Veritas Certification, entidade independente creditada junto à UNFCCC (órgão da ONU que controla a emissão dos Certificados de Reduções de Emissões).

Atualmente a usina está desativada.

4.1.5 Rede de Informações e Pesquisa em Resíduos (RIPeR - NIDES/UFRJ)

A RIPeR foi fundada em 2009 por membros do Núcleo de Solidariedade Técnica (SOLTEC/UFRJ) e segue a sua diretriz, definindo-se como um programa interdisciplinar de extensão, pesquisa e ensino, que desenvolve projetos em rede com abordagem territorial e participativa, nos campos da Tecnologia Social e da Economia Solidária, visando à construção de políticas públicas para a equidade social e o equilíbrio ambiental através do fortalecimento das redes e cadeias solidárias de resíduos.

Em especial, a RIPeR busca fortalecer a criação e/ou fortalecimento de Redes Solidárias de Resíduos, fortalecer as organizações de catadores visando ampliar a coleta seletiva e fomentar os princípios da Economia Solidária junto às organizações de catadores.

4.1.6 Circula CT

Este projeto de extensão da Escola de Química visa a trazer conceitos da Economia Circular para as unidades de alimentação do CT, reduzindo a geração de resíduos e maximizando eficiência energética e de materiais através de campanhas de conscientização e ações de comunicação, com cartazes, levantamentos e abordagens para conversas no Centro de Tecnologia.

4.2 Custos financeiros

No site da Pró-Reitoria de Gestão e Governança da UFRJ (PR6/UFRJ) estão disponíveis os contratos de diversos serviços contratados pela UFRJ. Entre eles, os contratos vigentes de coleta de resíduos extraordinários e inertes, com a empresa Operação Resgate, e o de manutenção de áreas verdes e externas da CIDUNI, com a empresa Rodocon, acessados em 20/03/2020.

Estes contratos são o alvo da otimização financeira relacionada à proposta do pátio-escola da UFRJ pois o serviço prestado pela Rodocon é o que manipula as roçadas de grama e as podas da CIDUNI (fonte de carbono para a compostagem), enquanto o serviço prestado pela Operação Resgate é o que destina os resíduos extraordinários (cuja fração orgânica é o alvo da compostagem) misturados da UFRJ para o aterro sanitário.

A ideia é que o custo relacionado à externalização destes resíduos não exista mais, uma vez que seriam tratados via compostagem pela própria UFRJ, o que envolve outros custos. Esta análise financeira está no capítulo 4.

- Operação Resgate - Contrato 13-2017: o valor anual do contrato é de R\$ 3.461.771,28 (três milhões, quatrocentos e sessenta e um mil, setecentos e setenta um reais e vinte e oito centavos).
- Rodocon - Contrato 14-2017: após recente supressão do contrato, o valor anual pelos serviços fixou-se em R\$ 4.313.399,51 (quatro milhões, trezentos e treze mil, trezentos e noventa e nove reais e cinquenta e um centavos).

Ou seja, no total, anualmente, estes serviços, basilares para a gestão de resíduos da UFRJ, custam R\$ 7.775.170,89 (sete milhões, setecentos e setenta e cinco mil, cento e setenta e cinco reais e oitenta e nove centavos).

4.3 Gestão integrada de resíduos para a compostagem agroecológica

A integração entre ensino, pesquisa e extensão é fundamental para que a produção de conhecimento da Universidade Pública e a formação dos profissionais sejam coerentes com as demandas sociais. Para além disto, a esfera da administração pública (universitária) é um complexo ambiente que é transversal e inerente a tudo que diz respeito a UFRJ.

A administração da Universidade Pública também é um rico espaço de formação e é estratégico que se integre com as atividades de ensino, pesquisa e extensão, para que possa estar constantemente buscando maior eficiência nos seus trabalhos de forma

conectada com a produção acadêmica, e também fazendo uso desta força nesta busca por inovação e otimização dos processos.

Este desafio requer a integração entre diferentes braços da UFRJ e suas diferentes finalidades e a compostagem agroecológica se apresenta como um elo de conexão entre as partes.

4.3.1 Prefeitura Universitária

A segurança das áreas físicas comuns dos campi universitários, o controle do sistema viário, a manutenção e conservação das vias e equipamentos públicos, entre outras atribuições, são responsabilidades da Prefeitura da UFRJ. Ela é um órgão executivo da Estrutura Superior da UFRJ que tem a função de criar um ambiente harmonioso que possibilite à Universidade desenvolver as atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão.

Dentro da Prefeitura Universitária (PU), há a Coordenação de Meio Ambiente, que é responsável pelo Horto Universitário, pela seção de execução de paisagismo (que possui as divisões de limpeza urbana e de gestão ambiental), pela seção de Educação Ambiental, pela seção de Legislação Ambiental e o Parque do Catalão.

O Horto Universitário é responsável pela produção dos insumos necessários para a manutenção das áreas verdes da UFRJ, pelo cuidado do espaço físico e pela sua integridade geográfica, estrutural e ambiental. O Horto visa oferecer à comunidade universitária um espaço apropriado para estudos, pesquisas, desenvolvimento de projetos e para a promoção da Educação Ambiental.



Figura 41: Viveiro de mudas do Horto Universitário. Fonte: Própria (2019).

A seção de execução de paisagismo é responsável pela elaboração dos projetos, o plantio, a produção e a manutenção dos jardins dos campi universitários, por atender às demandas do plano Diretor 2020 da UFRJ e pela preparação de vasos ornamentais para empréstimos em eventos promovidos pela UFRJ e para compor ambientes nas unidades.

Dentro dela, a divisão de limpeza urbana zela pelos serviços de fiscalização, manutenção e limpeza de logradouros e de orlas, das áreas verdes e das vias públicas do campus da Cidade Universitária. A divisão ainda é responsável por cuidar da gestão dos resíduos sólidos (remoção de inertes, coleta de resíduos e coleta de recicláveis), do recolhimento de animais e do controle de vetores e pragas. Também realiza a manutenção arbórea (poda de árvores, destoca, remoção e tratamento fitossanitário) e capina (roçada de grama, varrição e recolhimento).

Ainda dentro da seção de execução de paisagismo, a divisão de gestão ambiental é responsável pela implantação dos conceitos organizacionais da Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P) e do Plano de Logística Sustentável em todas as ações da Prefeitura da UFRJ, multiplicando-as de forma integrada para a universidade reduzir a utilização de insumos, custos operacionais e o impacto no meio ambiente. O planejamento das ações atende os dispositivos legais de proteção ao meio ambiente, além de promover a educação ambiental, agregando projetos ambientais e/ou socioambientais.

O programa A3P é um programa de adesão voluntária que visa implementar a gestão socioambiental sustentável nas atividades administrativas e operacionais do Governo e foi criado em 1999 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Seu principal objetivo é promover e incentivar as instituições públicas no país a adotarem e implementarem ações na área de responsabilidade socioambiental em suas atividades internas e externas.

Em 2012 a UFRJ aderiu ao programa ao criar a Agenda Ambiental da Prefeitura Universitária da UFRJ e reforça em seu projeto que a incorporação da preocupação com o meio ambiente tem que ser demonstrada em modelos, posturas e ações que possam refletir em condutas corretas do cidadão para com o meio ambiente (PU/UFRJ).

Desta forma, as atividades desenvolvidas pelo programa visam à maior participação de discentes, técnicos, administrativos e docentes nas áreas administrativas, de ensino, pesquisa e extensão para a construção do pensamento

crítico-reflexivo rumo à maior responsabilidade socioambiental da administração pública (A3P-PU/UFRJ).

4.3.2 Decanias

Na UFRJ cada Centro Universitário tem um Conselho de Coordenação, órgão máximo de deliberação, e uma Decania, órgão máximo de direção. As decanias são os órgãos executivos que têm a função de integrar as unidades (por exemplo, diferentes escolas) dos centros e facilitar a interlocução com a Reitoria e têm autonomia para desenvolverem suas próprias políticas, projetos e programas.

As áreas de gestão de resíduos, racionalização do uso da água e energia elétrica e conservação e ampliação de áreas verdes são exemplos de áreas que podem receber projetos e programas a fim de integrar ações que beneficiam o meio ambiente e a qualidade de vida, despertando a sensibilização e conscientização das pessoas através de uma adesão participativa e propositiva, integrando professores, funcionários, técnicos e estudantes.

As decanias são importantes espaços de administração pública, descentralizados e articulados com a Reitoria, com grande potencial de engajamento local e atuação interdisciplinar em rede.

4.3.3 PR-6: Pró-Reitoria de Gestão de Governança

A Pró-Reitoria de Gestão e Governança é responsável pela operação dos processos administrativos relativos a licitações, contratos, materiais e serviços, gestão patrimonial e normatização dos respectivos procedimentos administrativos, apoiando as unidades e exercendo uma gestão pautada na publicidade e na transparência de seus atos administrativos, que assegure a integridade e o controle dos riscos inerentes às atividades da universidade.

É também de sua competência estabelecer, consolidar e dirigir um sistema para monitorar, avaliar e prover meios para a melhoria contínua dos processos administrativos relativos a licitações, contratos e gestão do patrimônio mobiliário e imobiliário da UFRJ,

envolvendo suas unidades, os servidores e demais atores sociais e políticos intervenientes nos processos da UFRJ.

Sob a responsabilidade da PR-6 está o Sistema Integrado de Alimentação (SIA) da UFRJ, um projeto de desenvolvimento institucional, cujo objetivo é “oferecer alimentação de qualidade, equilibrada, e acessível de forma a favorecer a permanência dos estudantes no espaço universitário, permitindo-lhes dedicação integral aos estudos, sendo importante meio de combate à evasão escolar. ”

O SIA é o pilar da política de alimentação do Plano Diretor - UFRJ 2020. Propõe atividades articuladas com as demais unidades acadêmicas, a fim de consolidar a interdisciplinaridade e a transversalidade da Alimentação e da Nutrição, e entende a Alimentação como um ato político que deve ser intimamente associada com os conceitos de Segurança Alimentar e Nutricional, proteção ambiental e uso racional dos recursos naturais.

Compõem o SIA atualmente 6 Restaurantes: Central, Centro de Tecnologia (CT), Letras, Praia Vermelha (PV), Instituto de Filosofia e Ciências Sociais (IFCS) e Caxias.



Figura 42: Restaurante Universitário Central da UFRJ. Fonte: Coordcom/UFRJ (2020).

4.3.4 ITCP: Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares

A ITCP é um programa de extensão da COPPE UFRJ e tem o objetivo de fortalecer indivíduos e grupos em situação de vulnerabilidade social e econômica através

do suporte à formação e desenvolvimento de empreendimentos solidários, com base na autogestão, alternativas de trabalho, renda e cidadania.

Compreende o cooperativismo popular como uma força de transformação social e busca subsidiar políticas públicas de trabalho e renda. Tem como público alvo trabalhadores desempregados ou subempregados, do mercado informal e especificamente grupos de catadores de materiais recicláveis.

A ITCP é financiada pela COPPE-UFRJ e por recursos captados através de convênios e contratos com órgãos governamentais, agências de fomento, organizações não governamentais, doações e clientes diversos, inclusive provados.

Dentre as linhas de ação, estão a formação de novas cooperativas populares e fortalecimento das já existentes, estabelecimento de parcerias com entidades e governos e a contribuição na elaboração e implementação de políticas públicas que fortaleçam, para as camadas populares, desenvolvimento social e econômico.

4.3.5 Observações sobre a gestão de resíduos na Cidade Universitária

A UFRJ, enquanto instituição interessada em integrar ensino, pesquisa e extensão, não faz uso do potencial existente na gestão de resíduos como ferramenta para atingir este objetivo. Prova disto é falta de de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) da Universidade, de integração entre as diferentes iniciativas e a falta de políticas institucionais mais alinhadas com as demandas e inovações do setor de gestão de resíduos e potencialidades da UFRJ, que envolvem Economia Circular, Tecnologias Sociais, sistemas de informação, pesquisa científica e cooperação técnica com cooperativas e organizações externas.

Comunicação e integração mais intensa entre os diferentes serviços e projetos é fundamental para a maior eficiência financeira da gestão e valor agregado do processo.

Atualmente, uma relevante barreira que impede que projetos sejam elaborados é a organização e disponibilização das informações sobre os resíduos e rejeitos gerados e dos projetos na UFRJ na área. É provável que existam diversos outros projetos, além dos citados anteriormente, que não saibam da existência uns dos outros.

As únicas fontes de informações geradas sobre resíduos são duas: os manifestos de resíduos extraordinários e os números dos programas independentes de reciclagem. Infelizmente, esse segundo representa parcela ínfima do primeiro. Tais dados ficam sob

posse e responsabilidade da Prefeitura Universitária e dos programas independentes, respectivamente.

Logo, faz-se necessária uma plataforma unificada de informações, como uma base de dados, a qual possibilite análise, estudo e consequente geração de inteligência sobre todos os dados gerados sobre resíduos na UFRJ.

Os números existentes representam essencialmente os resíduos misturados, sendo muito difícil, senão impossível, hoje, definir quanto de cada tipo de resíduo é gerado em cada centro ou unidade. Sem essa informação, é imprecisa qualquer projeção de ação ou projeto, de demanda por mão de obra e estudos de viabilidade econômica.

O projeto de compostagem institucional esbarra exatamente nestas questões. No cenário atual, qualquer dimensionamento de pátio de compostagem com o objetivo de tratar todos os resíduos orgânicos da UFRJ seria impreciso, pois não é possível estimar o quantitativo de resíduos orgânicos gerados sem mudanças estruturais e não imediatas na gestão.

4.4 Fórum Ambiental da UFRJ

O Fórum Ambiental da UFRJ foi criado em 2018 com o objetivo de propor políticas e diretrizes ambientais de sustentabilidade da UFRJ como um todo. É uma instância consultiva da Reitoria sobre gestão ambiental e tem por finalidade representar os mais diferentes membros da UFRJ. É o principal articulador para que a compostagem agroecológica na UFRJ se estabeleça como programa.

O Fórum é um espaço aberto para a participação da comunidade e promove discussões por câmaras temáticas que culminam em proposições para posterior integração por um comitê gestor, seguido de avaliação em plenária e pela presidência do Fórum o(a) Reitor(a). Segundo sua proposta de normatização, o Fórum Ambiental UFRJ tem por objetivos:

“1 - Debater e refletir acerca das experiências, dificuldades, necessidades e desafios comuns na implantação de Programas, Projetos e Cursos relacionados às questões Ambientais;

- II - Articular Coordenadores (as), Projetos e Cursos, objetivando a socialização das ações relativas à Política Ambiental;
- III - fomentar iniciativas voltadas para o fortalecimento da articulação entre o ensino, a extensão e a pesquisa dentro da temática;
- IV - Propor políticas e diretrizes básicas que permitam o fortalecimento das ações ambientais;
- V - Buscar ampliar as possibilidades de captação de recursos para o desenvolvimento de Projetos Ambientais;
- VI - estabelecer interlocução com outras instituições. ”

O Fórum é, hoje, o principal mecanismo para integrar diferentes unidades da UFRJ e instâncias administrativas em prol de uma política ambiental unificada elaborada de forma participativa e democrática. Para participar, a pessoa interessada deve se inscrever em alguma câmara temática, que podem se subdividir em grupos de trabalho (GTs), e participar das reuniões. A inscrição é virtual e o *link* está disponível no *site* da UFRJ.

As câmaras são:

- I - Câmara de Recursos Ambientais;
- II - Câmara de Resíduos;
- III - Câmara de Comunicação e Educação Ambiental;
- IV - Câmara de Qualidade de Vida no Ambiente Universitário; e
- V – Câmara de Legislação e Normas.

Sendo o Fórum Ambiental da UFRJ um espaço regular de discussão, elaboração e suporte ao desenvolvimento e implementação da política institucional de gestão ambiental aberto para colaboradores, é também um espaço que pode fortalecer e também receber a contribuição da abordagem de viés agroecológico, através da participação em reuniões e na elaboração de propostas.

Este Trabalho é uma contribuição direta para o Fórum Ambiental, dentro da Câmara Resíduos, dentro dos GTs de plano de gestão integrada de resíduos sólidos da UFRJ (GT PGRS UFRJ) e de resíduos orgânicos.

O desenvolvimento das câmaras e GTs contam com o engajamento voluntário das pessoas interessadas e com seu protagonismo e investimento de tempo livre. Futuramente, espera-se que o trabalho pelo Fórum possa ser reconhecido e inserido nas atividades (curriculares) de docentes, discentes, técnicos-administrativos e funcionários.

5 COMPOSTA UFRJ

Este capítulo apresenta uma proposta de programa de compostagem para a UFRJ, o Composta UFRJ, tendo como elemento principal o projeto de um pátio de compostagem para o tratamento dos resíduos orgânicos da UFRJ. São trazidos dados da Prefeitura Universitária sobre a geração de resíduos da UFRJ e apresentados os elementos administrativos e operacionais que se integram na operação.

É apresentada a estratégia de implementação da operação no campus bem como a rotina operacional do pátio de compostagem e os aspectos legais envolvidos no licenciamento.

Interagem, dentro do projeto, elementos para o fortalecimento da ideia de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão junto à administração: abrem-se as possibilidades para a criação e integração de disciplinas relacionadas ao tema, bem como para pesquisas científicas em compostagem e gestão de resíduos, cursos, projetos e ações de extensão e maior eficiência ambiental (ecológica) e financeira para a gestão ambiental da UFRJ.

Em suma, aqui é apresentado um projeto de pátio de compostagem que é um primeiro passo para um programa de compostagem da UFRJ cujo mote principal é a educação ambiental através da gestão de resíduos e pode servir de modelo de gestão para outros campus, universidades e instituições de ensino em geral enquanto item pedagógico.

5.1 A compostagem agroecológica institucional

Alguns dos objetivos do Plano Diretor UFRJ 2020 (PD UFRJ-2020), que é o documento que prevê o conjunto de ações e iniciativas que irão prover as condições de infra-estrutura e logísticas para a realização das atividades acadêmicas na Cidade Universitária (CIDUNI), são contemplados ou potencializados por este projeto:

- Redução dos índices de evasão com assistência e promoção da cidadania acadêmica, possibilitando enriquecimento cultural e científico;
- Dupla integração: universidade integrada que se integra à cidade;
- Usos universitários e urbanos da CIDUNI, com integração social;

- Integração com a vizinhança;
- Redução de poluição atmosférica e GEE;
- Gestão de resíduos sólidos - coleta seletiva e destinação;
- Espaços que abriguem atividades permanentes de extensão.

A compostagem agroecológica institucional é um perfeito mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) para a UFRJ, que abre a oportunidade para formação profissional e cidadã através de disciplinas obrigatórias, eletivas, de extensão, cursos de especialização e estágios.

Se encaixa como ferramenta para aprendizagem baseada em problemas (ABP) e como projeto de soluções consorciadas, contemplando objetivos da A3P, visto que demanda vários níveis de articulação, desde a geração e separação na fonte dos resíduos de interesse, passando pelo acondicionamento, transporte e destinação no pátio.

A iniciativa possui viés agroecológico no sentido de que otimiza a gestão das áreas verdes e da produção de resíduos alimentares, produzindo composto orgânico através de tecnologia social, com eficiência ecológica, fechando localmente o ciclo do carbono, trocando conhecimento sobre o processo e, eventualmente, fortalecendo a manutenção das áreas verdes da UFRJ, o trabalho do Horto Universitário e as parcerias extensionistas com os agricultores participantes da Feira Agroecológica da UFRJ, da agricultura familiar em geral e da e com cooperativas e outras iniciativas em economia solidária.

Amanhã, esse projeto de compostagem pode ser o pontapé inicial para a produção de alimentos orgânicos de produção agroecológica na UFRJ, na mesma linha de otimizar os gastos da universidade enquanto atividade administrativa integrada com ensino, pesquisa e extensão.

Depois de amanhã, pode ser um modelo de política pública para produção agroecológica de alimentos, sem utilização de agrotóxicos, em municípios e ou regiões de porte semelhante à Cidade Universitária.

5.2 O conceito de pátio-escola

Assim como existem na UFRJ o Hospital Universitário e o Restaurante Universitário, que cumprem funções de serviço para a comunidade e de formação profissional, é apresentado aqui o conceito de pátio-escola, um pátio de compostagem da UFRJ para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos da Cidade Universitária através da compostagem enquanto é também um espaço para formação profissional, estágios e capacitação, com atividades de ensino, pesquisa e extensão.

No que diz respeito especificamente à extensão, é importante ressaltar que a vertente extensionista do pátio não é, num primeiro momento, aquela que sai da universidade para trocar com a sociedade. É a vertente extensionista que convida a sociedade para a universidade, que a convida para entrar, para vir fazer parte, para trocar, para dar, para receber. É uma extensão que oferece a universidade como recurso para quem não se sente parte dela, para que esta pessoa não só sinta o benefício de ter acesso a conhecimentos, mas também compreenda que seus conhecimentos constroem a universidade.

Desta forma, se compreende também a importância da ação cidadã, da construção coletiva do conhecimento, da curiosidade epistemológica. Da sustentabilidade dos ciclos naturais. A forma como a natureza molda a sociedade e vice-versa - o materialismo dialético.

O pátio-escola é análogo ao Restaurante e ao Hospital, só que voltado para a gestão de resíduos com foco na compostagem. Um centro de tratamento de resíduos sólidos orgânicos com capacitação técnica, formação profissional, pesquisa científica e educação ambiental comunitária através da gestão de resíduos.

5.2.1 Responsabilidade sobre o pátio-escola

A gestão do pátio seria de responsabilidade conjunta da Coordenação de Meio Ambiente da Prefeitura Universitária em parceria com o NIDES, com o Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e com a Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP) da UFRJ, para alocar equipamentos, responsáveis técnicos (é necessária Anotação de Responsabilidade Técnica) e operadores, bem como para

integrar os programas pedagógicos de ensino, pesquisa e extensão com os serviços já existentes de roçada e podas para suprir o pátio destas matérias primas.

Complementarmente, toda uma operação de coleta seletiva e de estímulo à separação na fonte dos resíduos orgânicos é necessária nos centros e unidades para o sucesso e eficiência da operação. Neste sentido, a responsabilidade sobre a correta separação dos resíduos é fragmentada e compartilhada, passando pelas decanias e funcionários.

É fundamental todo um trabalho de comunicação junto aos centros e unidades e de definição de políticas institucionais que necessariamente conta com a colaboração de todos os geradores de resíduos orgânicos envolvidos, desde pessoas até lanchonetes, quiosques e restaurantes de todos os portes na UFRJ.

5.4 Licenciamento ambiental

De acordo com uma pesquisa no Aplicativo de Licenciamento do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) do Rio de Janeiro em 26/3/2020, este empreendimento se enquadra como uma atividade de impacto baixo, classe 2-A, e requer uma Licença Ambiental Simplificada, que é uma licença concedida antes do início da implementação do empreendimento e, em uma única fase, atesta a viabilidade ambiental, aprova a localização e autoriza a implantação e a operação (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016).

Este enquadramento do INEA é válido para um porte de pátio de compostagem de até 10 toneladas por dia. O resultado completo do enquadramento feito pelo aplicativo do INEA-RJ é o Anexo 1.

A legislação do município do Rio de Janeiro, hoje, é muito limitada em relação à compostagem. Existem projetos de lei arquivados e só. A compostagem é mencionada no PMGIRS porém não existem programas para além da compostagem que ocorre na Estação de Transferência de Resíduos do Caju e também há pouca regulamentação ou orientações técnicas para a criação de pátios de compostagem no município, que não estão bem organizadas e disponibilizadas.

Por isso, para elaboração deste projeto foram utilizados como referência:

- Manual para implantação de compostagem e coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010)
- Manual de Orientação de Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017)
- CONAMA 481/2017, que estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos;
- Instrução Técnica (IT) 1.318/2002 para requerimento de licenças para unidades de reciclagem e compostagem (já obsoleta e não totalmente aplicável pois subdivide o processo de licenciamento em 3 etapas - licença prévia, licença de instalação e licença de operação);
- Roteiro de Estudo Ambiental da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para sistemas de compostagem de até 10t/dia de resíduos;
- Boletim Técnico de critérios para a estruturação de pátios de compostagem de pequeno porte da Fundação de Amparo à Pesquisa de Santa Catarina (FAPESC).

Destes materiais foram selecionados critérios e recomendações que hoje não necessariamente são exigidos pela legislação do município do Rio de Janeiro, mas que serão contemplados sob a prerrogativa de que o pátio-escola da UFRJ deve ser exemplar em sua concepção, operação e monitoramento a nível nacional, e a fim de assegurar o tratamento controlado e eficaz dos resíduos orgânicos abrindo portas para integração com ensino, pesquisa e extensão.

Em realidade, esta seleção se antecipa à evolução da legislação sobre compostagem no município do Rio de Janeiro e pode servir de referência para tal, eventualmente, para o caso de pátios de compostagem com capacidade de receber até 10 toneladas de resíduos por dia para tratamento.

Foram selecionados 16 critérios, divididos em 3 categorias. Contemplados, compõem-se o equivalente a um Relatório Ambiental Simplificado, de acordo com os materiais de referência:

- Categoria 1: sobre as matérias primas, resíduos e produtos do processo de compostagem.

- 1.(a): Identificar e caracterizar as fontes geradoras de resíduos.
 - 1.(b): Classificar o tipo de resíduo a ser compostado.
 - 1.(c): Estimar quantitativa e caracterizar qualitativamente os resíduos a serem admitidos pelo sistema de compostagem.
 - 1.(d): Estimar a quantidade de composto orgânico gerado por mês.
 - 1.(e): Apresentar o método proposto, estimar a área do pátio e a capacidade do sistema.
 - 1.(f): Apresentar uma previsão da geração de efluentes líquidos, além de proposição de sistema de armazenamento e/ou tratamento desses efluentes, esclarecendo a opção tecnológica a ser adotada. No caso de tratamento com posterior lançamento, identificar o corpo receptor.
 - 1.(g): Elaborar sistema de gerenciamento de águas pluviais e de percolado das leiras.
- Categoria 2: sobre o local a receber o empreendimento de compostagem e o sistema em si.
 - 2.(a): Apresentar localização e área total da propriedade a receber o empreendimento.
 - 2.(b): Apresentar mapa ou croqui da área total do empreendimento indicando a localização das principais formações vegetais, exata localização dos espécimes imunes ao corte ou ameaçadas de extinção e informação detalhada quanto à necessidade ou não de corte de vegetação e eventuais áreas de compensação.
 - 2.(c): Apresentar *layout* das áreas de tratamento, armazenamento de matérias primas e de produtos do processo, galpões e administração.
 - 2.(d): Descrever as obras de implantação necessárias, bem como equipamentos e maquinário necessários para operação.
 - 2.(e): Informar o tipo de ocupação dos imóveis e áreas vizinhas, num raio de no mínimo 500m.
 - Categoria 3: sobre a operação.

- 3.(a): Apresentar fluxograma do processo com descrição textual das etapas de geração do composto, resíduos e subprodutos do processo, com quantidades de resíduos sólidos a serem compostados, de material estruturante e de recipientes da operação de coleta, bem como a periodicidade da coleta dos resíduos e do revolvimento das leiras.
- 3.(b): Estimar a mão de obra necessária para operação do empreendimento.
- 3.(c): Apresentar cronograma de implantação e desenvolvimento da operação do empreendimento.
- 3.(d): Identificar os possíveis impactos ambientais da operação.
- 3.(e): Apresentar plano de monitoramento da operação.

5.5 Projeto do pátio

5.3 Estratégia para o início da operação do pátio

A questão de falta de separação de resíduos orgânicos na fonte geradora e a questão da falta de informações sobre a quantidade de resíduos orgânicos gerados diariamente pela UFRJ são as principais barreiras para o dimensionamento e início da operação do pátio-escola.

O foco deste projeto é então o Sistema Integrado de Alimentação (SIA) da UFRJ, que serve grande quantidade de refeições por dia durante o período letivo da graduação. As refeições custam R\$ 2,00 para os estudantes, sendo um importantíssimo instrumento de assistência estudantil e o SIA é um grande gerador de resíduos orgânicos da UFRJ.

O Restaurante Universitário Central (RU Central) possui unidade própria, ou seja, é uma edificação independente, que no caso foi construída para esta finalidade, e é lá que se produzem todas as refeições. Após o preparo, elas são transportadas para os demais restaurantes, chamados de unidades satélites.

Logo, é no RU Central que se concentra a maior geração de resíduos, não apenas por esta ser a unidade que atende ao maior número de usuários, mas também por produzir todos os resíduos de pré-preparo (cascas e partes danificadas ou não

comestíveis dos alimentos). O RU Central é, portanto, o mais estratégico gerador de resíduos orgânicos da UFRJ.

Felizmente, o RU Central faz um trabalho louvável em sua operação: faz a separação na fonte de todos os seus resíduos e destina todos os resíduos recicláveis para o reaproveitamento.

Desta forma, o lixo extraordinário produzido na unidade é composto apenas por resíduos orgânicos. Assim, é possível estimar a geração da unidade a partir dos dados de resíduos extraordinários da Prefeitura Universitária, que normalmente se referem a resíduos misturados, mas não neste caso.

Assim, o Restaurante Universitário Central e os demais restaurantes do Sistema de Alimentação são o pontapé inicial para o programa de compostagem, pois já separam seus resíduos. Com a adesão inicial do Sistema de Alimentação, o pátio começa a operar já recebendo 2,54 t/d de resíduos alimentares.

Os demais geradores da UFRJ idealmente vão aderir ao programa, passando então pelo processo de reorganização do gerenciamento de resíduos, de forma a destinar seus resíduos alimentares para o pátio-escola. Cabe ao Composta UFRJ assessorar os restaurantes, quiosques, decanias, etc. na implementação da nova rotina, articulada com as coletas nos centros e unidades.

5.5.1 Sobre as matérias primas, resíduos e produtos do processo de compostagem.

1.(a): Identificar e caracterizar as fontes geradoras de resíduos alimentares

Os geradores de resíduos orgânicos do campus Cidade Universitária são, hoje, todos os restaurantes, quiosques, lanchonetes, laboratórios com biotérios e todas as pessoas que frequentam os prédios e áreas comuns. Os diferentes geradores seguem um padrão de gerenciamento que em geral é estritamente o mínimo necessário para atender a legislação, contando apenas com a coleta e acondicionamento em caçambas ou sacos, para coleta diária ou duas vezes por dia e destinação para aterro sanitário. Cada centro ou unidade é responsável pela logística interna para coleta e direcionamento para os recipientes, que terão seu conteúdo coletado e destinado por empresa terceirizada, em geral.

1.(b): Classificar o tipo de resíduo a ser compostado

De acordo com a NBR 10.004, os resíduos orgânicos oriundos a serem tratados são resíduos classe II B - não perigosos e não inertes.

1.(c): Estimar quantitativa e caracterizar qualitativamente os resíduos a serem admitidos pelo sistema de compostagem

Existem duas fontes de dados complementares que permitem a quantificação mais precisa da geração dos resíduos orgânicos do Sistema de Alimentação:

1. Com base no Projeto de Graduação de MOURA (2017), que fez um estudo sobre a geração per capita de resíduos orgânicos do RU Central e sua composição:

Per capita de resíduos de pré-preparo (kg): 0,048

Per capita de sobra de balcão (kg): 0,117

Per capita de resto-ingesta (restos de comida nos pratos dos usuários) (kg): 0,088

Total de resíduo orgânico por usuário (kg): 0,254

Assim, mesmo sem a pesagem direta da sobra de balcão e de resto-ingesta das unidades satélites, é possível estimar a quantidade de resíduos orgânicos gerada nestas unidades a partir do controle de refeições preparadas e servidas, dado este que é gerado pelo SIA.

2. A partir dos manifestos de resíduos de lixo extraordinário sob responsabilidade da Prefeitura Universitária. Nos manifestos há pesagem dos resíduos separada por ponto de coleta e o RU Central, por ser unidade independente, diferentemente de todas as demais unidades satélites, tem pesagem própria, e os resíduos do seu lixo extraordinário são 100% orgânicos (armazenados em sacos plásticos).

Logo, atualmente existem duas formas de estimar a quantidade de resíduos orgânicos gerados no RU Central e apenas uma para estimar os resíduos gerados nas unidades satélite.

Unindo tudo, é possível estimar a geração de resíduos orgânicos do Sistema de Alimentação - o gerador mais apto, relevante e estratégico a ser contemplado inicialmente pelo programa de compostagem aqui proposto.

Complementarmente, é necessário garantir que, para esta quantidade, haverá fontes de carbono (roçada e podas) suficiente para alimentar o processo. Para averiguar isto, são necessários os dados gerados pelo serviço de limpeza urbana, que diariamente realizam roçadas e podas na CIDUNI e registram quanto de material é gerado.

Apesar de existirem os dados necessários para uma estimativa precisa e uma ideal análise histórica mês a mês desde 2017, ano de início dos contratos com a Rodocon e com a Operação Resgate, os únicos dados que estavam organizados e/ou foram disponibilizados pela Prefeitura Universitária e pelo Sistema de Alimentação para este trabalho foram:

- Dos resíduos extraordinários coletados, valores mensais da unidade RU Central entre fevereiro e setembro de 2019 fornecidos pela Coordenação de Meio Ambiente da Prefeitura Universitária;
- Dos resíduos de podas e roçadas gerados na CIDUNI entre janeiro e julho de 2019, fornecidos pela Coordenação de Meio Ambiente da Prefeitura Universitária.
- Do controle de refeições estimadas (preparadas) e servidas em todas as unidades (Restaurantes Universitários) do SIA de 2017 e parciais de 2018 e 2019 (apenas janeiro), fornecido pelo SIA.
- Do total de resíduos extraordinários coletados em 2018 no RU Central.

Muitos dos dados estavam incompatíveis temporalmente, impossibilitando sua correlação. Portanto, para se definir um valor diário de geração de resíduos alimentares, será escolhido o pior cenário encontrado a partir das informações disponíveis.

Dados de 2019 dos resíduos extraordinários do RU Central

Sobre a geração de resíduos do RU Central, cabe ressaltar que, nos dados da Prefeitura Universitária apresentados a seguir, o mês indicado refere-se na verdade ao

período entre a segunda metade do mês anterior até metade daquele mês, ou seja, “fevereiro” refere-se à segunda quinzena de janeiro mais a primeira quinzena de fevereiro e assim por diante.

Tabela 2: Produção de resíduos de coleta extraordinária do Restaurante Universitário Central da UFRJ de fevereiro a outubro de 2019, em toneladas. Fonte: Prefeitura Universitária da UFRJ (2019).

RESÍDUOS EXTRAORDINÁRIOS - RU CENTRAL									
Mês	Fevereiro 2019	Março 2019	Abril 2019	Mai 2019	Junho 2019	Julho 2019	Agosto 2019	Setembro 2019	Outubro 2019
Quantidade (t)	21,58	15,14	34,35	30,23	30,71	24,34	19,12	32,61	24,88



Gráfico 8: Produção de resíduos de coleta extraordinária do Restaurante Universitário Central da UFRJ de fevereiro a outubro de 2019, em toneladas. Fonte: Prefeitura Universitária da UFRJ (2019).

Nota-se que os pontos máximos e mínimos do gráfico acompanham o início e fim dos períodos letivos, respectivamente. Segundo a Resolução 13/2018 do Conselho Universitário (CONSUNI):

- 2019.1: 11 de março a 13 de julho;
2019.2: 5 de agosto a 14 de dezembro.

Logo, é coerente que, no gráfico, em abril e em setembro apareçam os pontos máximos locais de geração de resíduos, que refletem o habitual maior número de usuários atendidos no início dos semestres, enquanto referente a final fevereiro e início de março (“Março” na tabela) e final de julho e início de agosto (“Agosto” na tabela) estão os valores mínimos, que representam os recessos acadêmicos.

De acordo com estes dados, o mês de maior geração em 2019 foi abril, com 34,35 toneladas coletadas no total. Portanto, a geração por dia do pior cenário observado nestes dados é:

$$\frac{34,35 \text{ t/mês}}{30 \text{ dias/mês}} = 1,145 \text{ t/d}$$

Este valor não representa o total gerado pelo Sistema de Alimentação pois desconsidera o adicional referente à sobra de balcão e resto-ingesta (sobras dos pratos) das demais unidades. Com os dados de quantidade de refeições servidas, seria possível estimar este valor.

Dados da quantidade de refeições servidas pelo Sistema de Alimentação em 2017 e parciais de 2018

De acordo com as resoluções 7/2016 e 5/2017 do Conselho de Ensino da Graduação (CEG), os períodos letivos da graduação em 2017 e 2018 foram, respectivamente:

- 2017.1: 6 de março a 8 de julho;
2017.2: 31 de julho a 9 de dezembro.
- 2018.1: 12 de março a 14 de julho;
2018.2: 6 de agosto a 15 de dezembro.

Tabela 3: Quantidade de refeições servidas pelo RU Central em 2017 e 2018. Fonte: SIA UFRJ (2019).

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho
2017	50.565	49.216	148.548	154.408	218.755	184.115
2018			149.75		146.505	148.679

	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2017	98.255	194.683	177.748	171.774	159.867	46.24
2018					142.670	73.389

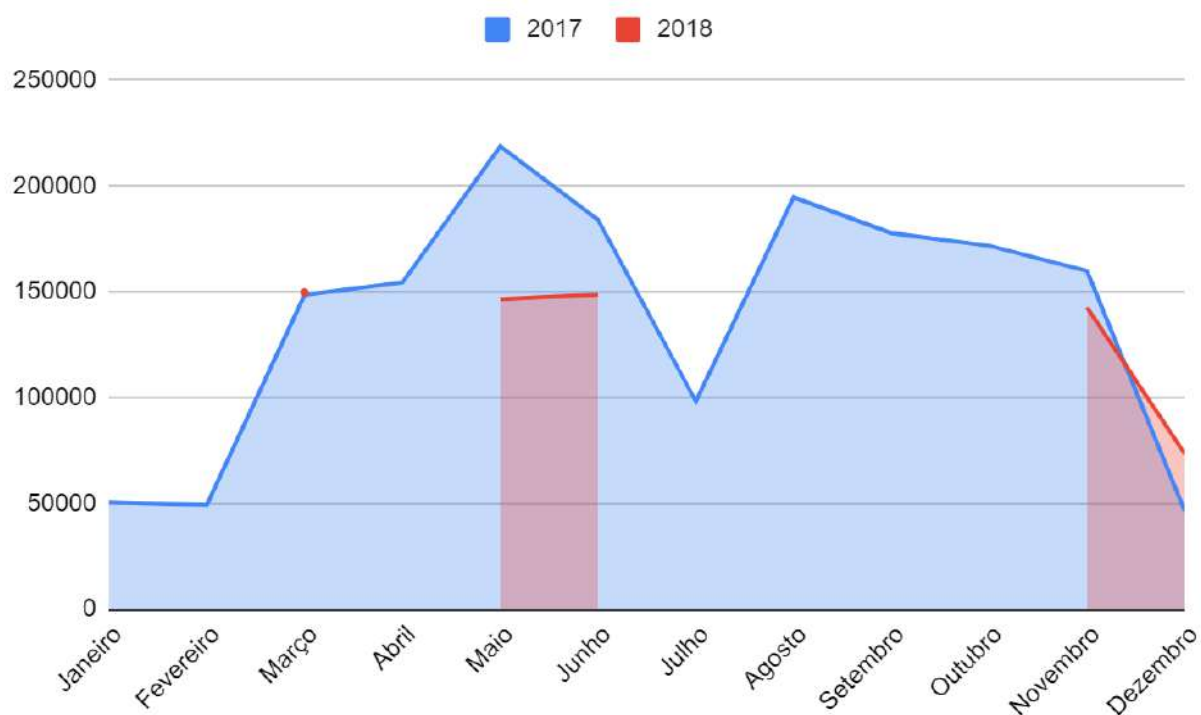


Gráfico 9: Quantidade de refeições servidas pelo RU Central em 2017 e 2018. Fonte: SIA UFRJ (2019).

É possível observar no gráfico do ano de 2017 uma curva semelhante à curva de geração de resíduos, que acompanha a sazonalidade dos períodos letivos da graduação.

Destes dados de 2017 e 2018, o pior cenário encontrado foi o de maio de 2017, com um total de 218.755 refeições servidas naquele mês ou em média 7.057 refeições

por dia. Portanto, a geração por dia de resíduos orgânicos (RO) do pior cenário observado nestes dados é:

$$\begin{aligned} & \frac{218.775 \text{ refeições/mês}}{31 \text{ dias/mês}} \times 0,254 \text{ kgRO/refeição} \\ & = 1.793 \text{ kgRO/d} \\ & = 1,793 \text{ kgRO/d} \end{aligned}$$

Dados de 2018 dos resíduos extraordinários do RU Central

O valor total de resíduos coletados é de 338,82 toneladas. Isto dá uma média de geração diária de:

$$\frac{338,82 \text{ t}}{365 \text{ d/ano}} = 0,928 \text{ t/d}$$

Síntese e comentários sobre os dados

É notório que a falta de dados completos inviabiliza um cálculo mais preciso e confiável da geração de resíduos orgânicos por dia.

É importante garantir que o pátio seja capaz de receber os resíduos dos dias de pico de geração, mesmo que ocorram poucas vezes ao ano. Por isso, os valores de pico são a referência de demanda diária a ser atendida para o dimensionamento do sistema de compostagem.

Logo, dentre os dados disponíveis e apresentados anteriormente, o valor de 1,793 t/d de resíduos orgânicos seria o valor de referência escolhido. Contudo, este valor é de 2017 e desde então a demanda do Sistema de Alimentação aumentou, principalmente em virtude da inauguração de novas unidades nos anos seguintes. Infelizmente, faltam nesse trabalho os dados que comprovam isto.

Então será avaliado o cenário de 10.000 refeições servidas por dia, quantidade esta mencionada no site do Instituto de Nutrição Josué de Castro, responsável pelo corpo

técnico do Sistema de Alimentação, em reportagem de 4/10/2018. Isto resulta numa estimativa de geração de resíduos orgânicos (RO) de:

$$\begin{aligned}
 &10.000 \text{ refeições/dia} \times 0,254 \text{ kgRO/refeição} \\
 &= 2.540 \text{ kgRO/dia} \\
 &= 2,54 \text{ tRO/d}
 \end{aligned}$$

O valor de 2,54 t/d deve ser a quantidade de resíduos orgânicos que o pátio estará preparado para receber constantemente do Sistema de Alimentação, multiplicado pelo fator deliberado de 1,5, para que o pátio possa sempre assegurar o atendimento ao pior cenário com margem de erros ainda garantir atendimento à expansão do programa de compostagem no futuro.

Valor estimado da quantidade de resíduos alimentares a ser tratada diariamente:

$$2,54 \times 1,5 = 3,81 \text{ t/dia}$$

Sobre a caracterização dos resíduos, foi aproveitado o estudo realizado por Ferreira *et al.* de 2017 sobre os resíduos do Restaurante Universitário do Centro de Tecnologia.

Tabela 4: Caracterização química dos resíduos alimentares do RU Central. Fonte: Ferreira et al. (2017).

Parâmetro	Valor
pH	5,2
Umidade (%)	73,2
Carbono (mg/g) ^a	516,0
Nitrogênio (mg/g) ^a	80,0
Fósforo (mg/g) ^a	0,03
Carboidratos (mg/g) ^a	83,3
Proteínas (mg/g) ^a	97,7
Óleos e graxas (mg/g) ^a	260,4
Sólidos Totais (mg/g) ^b	267,68
Sólidos Fixos (mg/g) ^b	16,31
Sólidos Voláteis (mg/g) ^b	251,37

^a g/100 g base seca; ^b mg/g peso úmido.

1.(d): Estimar a quantidade de composto orgânico gerado por mês.

De acordo com Garré *et al.* (2015), o equivalente a 31% da massa de resíduos alimentares será transformada em composto orgânico, considerando o acréscimo das fontes de carbono e perdas de massa principalmente por vapor. Assim, se diariamente entrarem no sistema de compostagem 3,81 t de resíduos alimentares, a geração de composto orgânico será de:

$$3,81 \text{ t/d} \times 31\% \times 30 \text{ d/mês} = 35,43 \text{ t/mês}$$

1.(e): Apresentar o método proposto, estimar a área do pátio e a capacidade do sistema.

O método escolhido é o das leiras estáticas com aeração passiva com revolvimentos periódicos e manuais. A área necessária para o pátio é função do método de compostagem escolhido e do manejo previsto. O objetivo deste pátio é ser um modelo de compostagem comunitária, reduzir ao máximo a demanda por maquinários, porém consequentemente é mais intensivo em mão de obra.

Este método possui operação simples, satisfatório controle de odores, reduzida geração de chorume em relação a outros métodos e baixa demanda por energia externa. Em contrapartida, demanda bom conhecimento do processo por parte dos operadores, o que deve estar atrelado a um programa de capacitação.

O objetivo é que a montagem da leira seja feita cuidadosamente para que poucos revolvimentos sejam necessários para corrigir os sítios anaeróbios internos, ou seja, para promover a aeração e a estruturação interna, o que será necessário quando se constatar excessiva geração de chorume ou odores que indiquem esta deficiência do processo.

Idealmente, os revolvimentos ocorrem somente 2 vezes ao longo de todo o processo, com o objetivo de homogeneizar a mistura e otimizar a atividade microbiana.

Neste sentido, é válido ter em mente que as fontes de carbono têm a função de manter a estrutura interna e a porosidade da mistura, absorver umidade e evitar a saída de chorume da leira, assim como estabelecer a relação C/N ideal para a atividade microbiana de acordo com a quantidade de resíduos alimentares a serem tratados.

De um ponto de vista alternativo e complementar, está ocorrendo não só o tratamento de resíduos alimentares com fontes de carbono, mas também o tratamento

das fontes de carbono com resíduos alimentares, e é interessante tentar tratar o máximo possível deste resíduo localmente, portanto não é necessário “economizar” este recurso no processo de compostagem, já que atualmente a externalização deste material também é um gasto financeiro para a UFRJ.

Seguindo no dimensionamento, conforme indicado anteriormente, a compostagem com revolvimentos se dá em leiras longas de seção transversal retangular com base de até 1,8 m de largura e altura de até 1,5 m, sendo o comprimento em função da demanda. Contudo, para pátios de compostagem deste porte, recomenda-se que as leiras tenham em torno de 30 metros de comprimento, para facilitar a operação. Isto daria uma leira de aproximadamente

$$1,8 m \times 1,5 m \times 30 m = 81 m^3$$

Sobre as matérias primas para compostagem, deve-se respeitar a seguinte relação de volume:

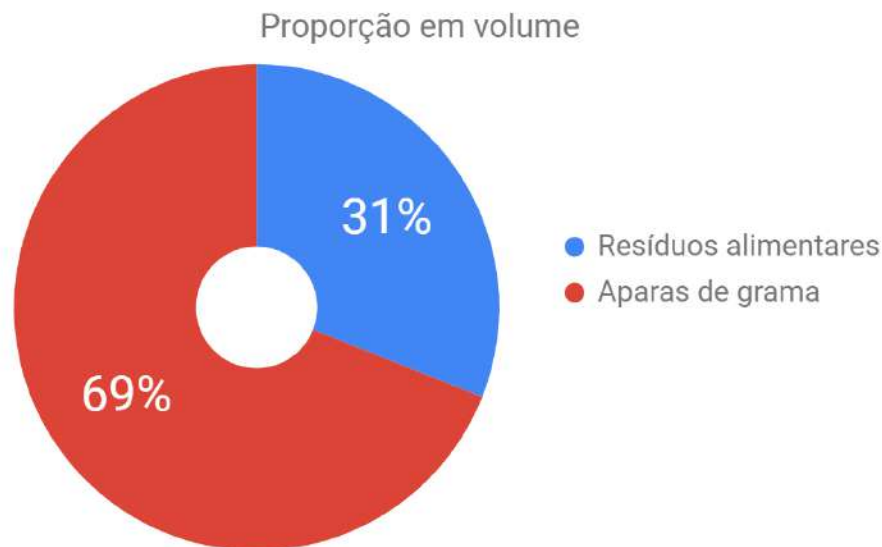


Gráfico 10: Proporção em volume entre resíduos alimentares e aparas de grama para compostagem. Fonte: Zambonim (1997) apud Inácio e Miller (2009), adaptado pelo autor.

Considerando que os resíduos alimentares possuem peso específico de 940 kg/m³ (Rynk, 1992), o volume total de resíduos alimentares gerado diariamente é:

$$\frac{3,81 \text{ t/dia}}{0,94 \text{ t/m}^3} = 4,05 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Logo, o volume de aparas de grama necessário para o tratamento, de acordo com estas referências, é:

$$\frac{4,05 \text{ m}^3/\text{dia} \times 0,69}{0,31} = 9,02 \text{ m}^3/\text{dia}$$

O peso em fontes de carbono necessárias para operação do pátio, no caso, grama e podas trituradas, para montagem das leiras estáticas de compostagem deve ser estimado de acordo com a proporção em peso (ZAMBONIM, 2017):



Gráfico 11: Proporção em peso entre resíduos alimentares e aparas de grama para compostagem. Fonte: Zambonim (1997) apud Inácio e Miller (2009), adaptado pelo autor.

Logo, a quantidade de podas e roçadas necessária para o processo de compostagem é:

$$\frac{3,81 \text{ t/dia} \times 0,37}{0,63} = 2,24 \text{ t/dia} = 67,1 \text{ t/mês}$$

O que sugere que o peso específico das aparas de grama é:

$$\frac{2,24 \text{ t/d}}{9,02 \text{ m}^3/\text{d}} = 0,248 \text{ t/m}^3 = 248 \text{ kg/m}^3$$

Este valor está dentro da faixa definida por Rynk (1992): 162-475 kg/m³.

O volume diário acrescido a uma leira de compostagem que recebe 3,81 t de resíduos alimentares por dia deve ser:

$$4,05 \text{ m}^3 + 9,02 \text{ m}^3 = 13,07 \text{ m}^3$$

Se a leira possui 81 m³ de volume, ela é capaz de receber essa quantidade de resíduos alimentares por:

$$\frac{81 \text{ m}^3}{13,07 \text{ m}^3/\text{d}} = 6,2 \text{ dias} = 6 \text{ dias}$$

Esses 6 dias não são consecutivos. Mais adiante o manejo das leiras será explicado. Mas as leiras são montadas de 3 em 3, recebendo alternadamente os resíduos. Portanto, cada conjunto de 3 leiras suporta 18 dias de operação.

Sendo que a área da base de cada leira é:

$$1,80 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 54 \text{ m}^2$$

Considerando que o processo leva 120 dias, seriam necessários 7 conjuntos de 3 leiras, ou 21 leiras, no pátio até o primeiro conjunto de leira chegar no final do processo e poder ser removido. Seu espaço é aproveitado para montagem de novo conjunto. A área total necessária para essas 21 leiras é de:

$$54 \text{ m}^2 \times 21 = 1.134 \text{ m}^2$$

Após 120 dias, a primeira leira poderá ser liberada. Todo o conteúdo do seu interior será composto orgânico em maturação e já aproveitável que deve ser encaminhado para peneiramento e estocagem.

Assim, o pátio segue sucessivamente: liberando as leiras de 120 dias e utilizando este espaço para a montagem da nova leira. Assim, não há mais demanda de área para leiras.

Aqui cabe a observação sobre o manejo: após a aplicação de carga de resíduos alimentares numa leira, não é indicado alimentar novamente antes de 24 a 36 horas, pois as camadas frias servem de refúgio para larvas que podem interromper definitivamente a ativação da fase termofílica (INÁCIO E MILLER, 2009).

Por isso, o ideal é que sejam montadas as leiras de 3 em 3. A cada dia, uma leira recebe a carga de resíduos. Desta forma, o intervalo de tempo entre as cargas de uma leira será de 72 horas, favorecendo a ativação da fase termofílica.

É preciso que as leiras de compostagem possuam cobertura de folhas secas para seu isolamento do meio externo e prevenção da intervenção de animais e insetos indesejados, idealmente com material como palha de grama. A proposta é uma camada de 20 cm de paredes e cobertura superior.

Apesar da evidente ocupação de espaço que decorre da aplicação desta cobertura, ela não será considerada para fins de dimensionamento da área do pátio, pois é um acabamento de proteção das leiras.

A demanda de folhas secas para cobertura de uma leira de dimensões 1,5 m x 1,8 m x 30 m é de:

$$[(30\text{m} \times 1,5\text{m}) \times 2 + (1,5\text{m} \times 1,8\text{m}) \times 2 + (30\text{m} \times 1,8\text{m})] \times 0,2\text{m} \\ = 29,88 \text{ m}^3$$

Ou seja, aproximadamente 30 m³ por leira. Considerando o peso específico de 246 kg/m³ das folhas secas, por mês serão necessários:

$$\begin{aligned}
 & (30 \text{ m}^3/\text{leira} \times 5 \text{ leiras/mês}) \times 246 \text{ kg/m}^3 \\
 & = 36.900 \text{ kg/mês} \\
 & = 36,9 \text{ t/mês}
 \end{aligned}$$

As áreas verdes do campus, com vastas áreas de gramados, jardins e árvores, produzem grande quantidade de resíduos orgânicos de lenta degradação. A geração entre janeiro e julho de 2019 foi:

Tabela 5: Quantidade de resíduos de podas e roçadas da Cidade Universitária entre fevereiro e julho de 2019. Fonte: Prefeitura Universitária (2019).

RESÍDUOS DE PODAS E ROÇADAS - CIDUNI						
Mês	Fevereiro 2019	Março 2019	Abril 2019	Mai 2019	Junho 2019	Julho 2019
Quantidade (t)	145	137	85	79	75	78

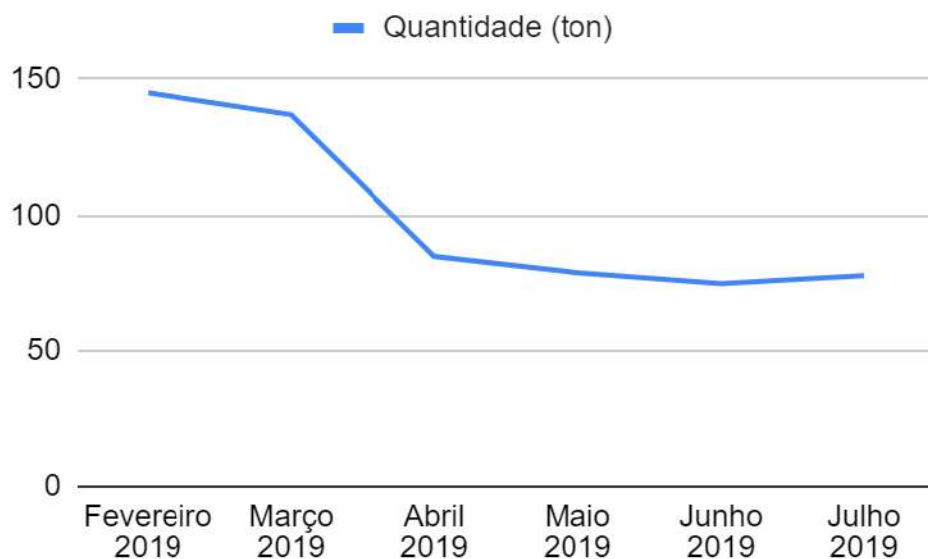


Gráfico 12: Quantidade de resíduos de podas e roçadas da Cidade Universitária entre fevereiro e julho de 2019. Fonte: Prefeitura Universitária (2019).

Estes dados podem ser usados como referência, mesmo que incompletos, pois são coerentes com a sazonalidade climática do Rio de Janeiro, onde nos meses de temporada de chuvas (outubro a março), a geração de biomassa é mais intensa que nos meses próximos ao inverno, que coincidem com a temporada de poucas chuvas (abril a setembro), o que reduz a atividade metabólica primária (fotossíntese e respiração) das plantas.

O período registrado é parte da época de chuvas e parte da época de menos chuvas no Rio de Janeiro, ou seja, de pegando extremos máximos e mínimos, então há uma média minimamente confiável nestes dados, que é de geração de 99,8 t/mês de roçadas e podas, o que seria suficiente para a operação do pátio de compostagem recebendo 3,81 toneladas de resíduos alimentares por dia.

Voltando ao dimensionamento da área do pátio, é preciso também área dedicada para os estoques de fontes de carbono e de composto orgânico pronto.

O estoque de fontes de carbono e o estoque de composto orgânico serão dimensionados para suportar a operação de pelo menos duas semanas (14 dias).

Logo, se a cada 6 dias a demanda por folhas secas para cobertura é de 30 m³, ou 5 m³/d, e se diariamente a demanda de folhas secas para mistura interna é aproximadamente de 9 m³, o estoque deve ter volume de:

$$(5 \text{ m}^3/\text{d} + 9 \text{ m}^3/\text{d}) \times 14 \text{ dias} = 196 \text{ m}^3$$

Considerando um estoque de área quadrada e altura de até 2 metros, a área necessária para o estoque de folhas secas é:

$$\frac{196 \text{ m}^3}{2 \text{ m}} = 98 \text{ m}^2$$

A geração de composto orgânico estimada é de 1,181 t/d, na operação plena estimada para o pátio. De acordo com Guermandi (2015), para o processo de compostagem de resíduo não triturado em leira revolvida, o peso específico do composto é 0,385 t/m³. Logo, o estoque deve ter volume total de:

$$\frac{1,181 \text{ t/d}}{0,385 \text{ t/m}^3} \times 14 \text{ dias} = 43 \text{ m}^3$$

Considerando um estoque de área quadrada e altura de até 1,5 m, a área necessária para o estoque de composto orgânico é:

$$\frac{43 \text{ m}^3}{1,5 \text{ m}} = 29 \text{ m}^2$$

Sendo que o armazenamento do composto pronto pode ser em tonéis ou outros recipientes que otimizem a questão do espaço.

Além das áreas dedicadas para as leiras, é preciso espaço para circulação de pessoas, recebimento dos resíduos orgânicos e fontes de carbono, manejo dos estoques, limpeza das bombonas de resíduos e revolvimento das leiras, o que implica num fator deliberado de multiplicação da área total já estimada por 2,5. Logo, a área total do sistema de compostagem é:

$$(1.134 \text{ m}^2 + 98 \text{ m}^2 + 29 \text{ m}^2) \times 2,5 = 3.153 \text{ m}^2$$

A capacidade total de tratamento do sistema, considerando o tratamento de 3,81 t/d de resíduos alimentares e 2,24 t/d de folhas secas na mistura, é de:

$$(3,81 + 2,24) \text{ t/d} \times 30 \text{ d/mês} = 181,5 \text{ t/mês}$$

Cada leira de 30 metros tem capacidade para tratar, ao longo dos 120 dias do processo de compostagem:

$$(3,81 + 2,24) \text{ t/d} \times 6 \text{ dias} = 36,3 \text{ t de resíduos}$$

1.(f): Apresentar uma previsão da geração de efluentes líquidos, além de proposição de sistema de armazenamento e/ou tratamento desses efluentes, esclarecendo a opção tecnológica a ser adotada. No caso de tratamento com posterior lançamento, identificar o corpo receptor.

A coleta e o tratamento dos efluentes de um pátio de compostagem é importante para impedir danos aos corpos hídricos próximos e também para evitar o acúmulo de líquidos na área de compostagem. É importante ressaltar que a perfeita montagem das leiras é fundamental para a minimização da compactação no interior da mesma e, conseqüentemente, da produção de chorume.

Outro ponto importantíssimo é que o pátio de compostagem não deve ser construído em áreas sujeitas à inundação e deve haver uma camada mínima de solo insaturado entre a superfície de solo e o nível mais alto do lençol freático de 1,5 m, conforme a NBR 8.419/84 para aterros sanitários, mas considerada neste projeto.

A previsão de geração de efluentes líquidos é estimada a partir da experiência da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC, 2002), cuja experiência com uma leira monitorada de 36 m³ por 16 semanas apontou a geração de 1.391 litros de percolado.

Este valor já considera a incidência de chuvas sobre as leiras de compostagem, que têm capacidade de reter parte dela. Mais que isto, as chuvas podem contribuir para a regulação da umidade interna das leiras, o que dispensa a cobertura integral do pátio de compostagem, apenas de áreas específicas como os estoques de folhas secas e de composto orgânico. Este estudo culmina com a recomendação para cálculo do volume percolado das leiras de 0,5 l/d por m² de leira.

O cálculo da área total ocupada por cada leira do pátio-escola está descrito no item 2.(a) e é igual a 54 m². Portanto, cada leira gera por dia, em média:

$$54 \text{ m}^2/\text{leira} \times 0,5 \text{ l/m}^2 \cdot d = 27 \text{ l/leira} \cdot d$$

Ou seja, diariamente, todas as 20 leiras juntas geram, em média:

$$27 \text{ l/leira} \cdot d \times 21 \text{ leiras} = 567 \text{ l/d}$$

A quantidade de percolado total por mês do pátio-escola, considerando a estimativa de 567 l/d, é de:

$$567l/d \times 30 d/mês = 17.010 l/mês$$

A proposta para o pátio-escola é um sistema de coleta para cada leira que consiste em escavação de aproximadamente 20 cm de profundidade da área de base abaixo da leira com leve declividade, impermeabilização com camada de argila ou manta geotêxtil ou reaproveitando pôsteres de lona e brita para condução do chorume para armazenamento em bombona. Este sistema é semelhante ao recomendado pelo Manual de Orientação em Compostagem de 2017 do Ministério do Meio Ambiente.

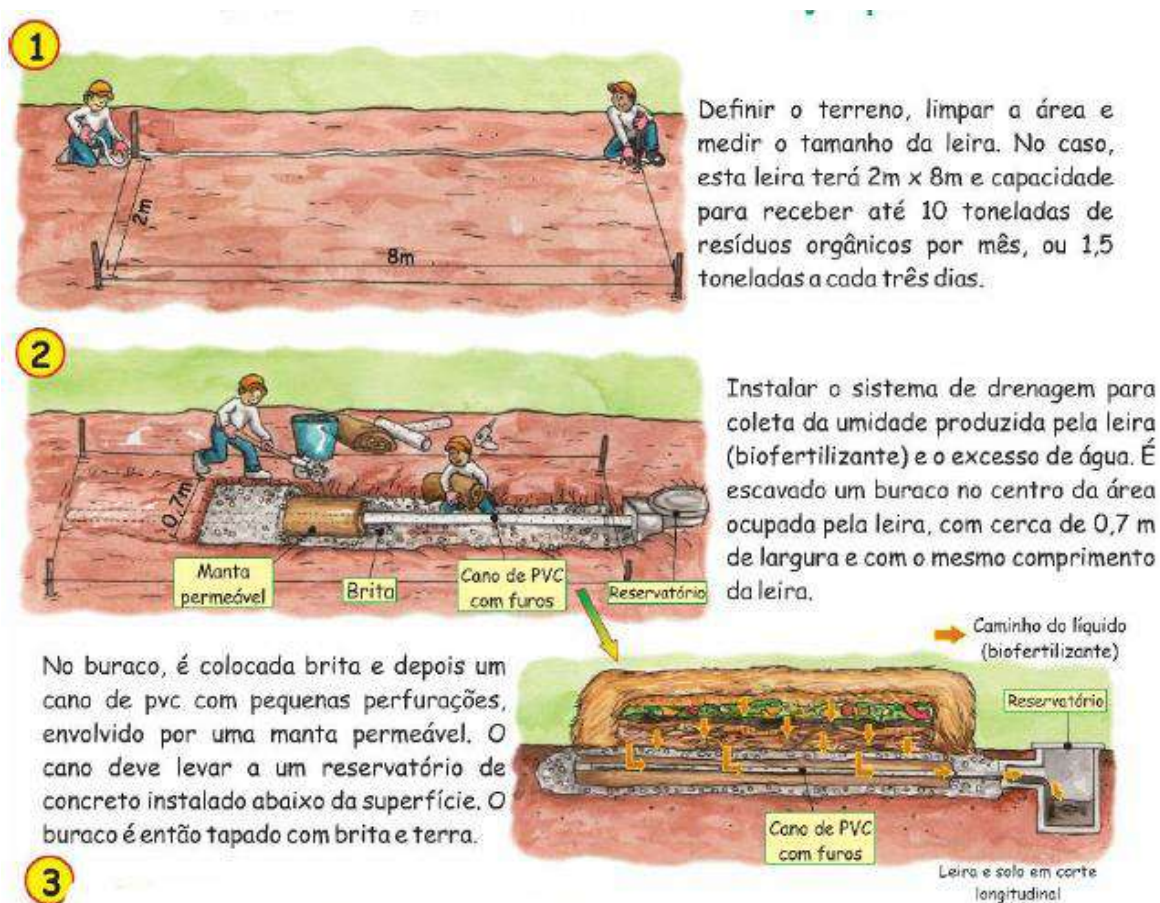


Figura 43: Sistema de captação de efluentes de leiras de compostagem. Fonte: Manual de Orientação de Compostagem do Ministério do Meio Ambiente (2017).

O chorume armazenado é um dos produtos do pátio e pode ser reaproveitado como fertilizante líquido e parcialmente recirculado para dentro das leiras de compostagem.

A capacidade do recipiente de coleta do percolado de cada leira deve ser dimensionada de acordo com a frequência com que o mesmo será medido e esvaziado ao longo do processo. Para que essa operação seja semanal, o recipiente precisa ter volume mínimo de:

$$27 \text{ l/d.leira} \times 7 \text{ dias/semana} = 189 \text{ l/leira.semana}$$

Para gerenciamento deste líquido percolado, é necessário que o recipiente de captação ao pé de cada leira tenha uma operação de esvaziamento.

Se cada recipiente for graduado e possuir volume de aproximadamente 200 litros, é possível registrar visualmente a cada semana o percolado gerado e escoá-lo a um reservatório maior, que receba o percolado de todas as leiras. Este reservatório maior receberia 540 litros de percolado por dia. Para uma operação semanal, este reservatório maior precisaria ter, no mínimo:

$$567 \text{ l/dia} \times 7 \text{ dias} = 3.969 \text{ litros}$$

Este volume precisará ser removido do reservatório via algum tipo de bombeamento, idealmente para envase e encaminhamento como um produto do processo: o fertilizante líquido. Um reservatório geral é indicado, com capacidade acima da geração prevista para poder suportar imprevistos. Recomenda-se um reservatório central de biofertilizante de 10.000 litros.

Outro efluente que será gerado é o da lavagem das bombonas, que conterà líquidos oriundos dos resíduos alimentares, possivelmente óleo e pedaços remanescentes dos mesmos. Este efluente pode ser devolvido diretamente pra leira de compostagem, sem extrapolar a unidade ideal da mesma, ou:

1. Passar por gradeamento ou peneira, tendo seus sólidos retidos encaminhados para a compostagem;
2. Seguir para caixa de areia para retenção de sólidos menores e

3. Seguir para caixa de separação de óleo, que pode ser tratado na compostagem.

Após estas etapas, o líquido resultante deste processo pode ser aproveitado como água de reúso para a lavagem das próprias bombonas ou para irrigação, é recomendada uma caixa d'água de 3.000 litros para esta atividade, baseado na estimativa de que uma torneira comum com vazão de 900 litros por hora levaria 1 minuto para lavar cada uma das 136 bombonas, consumindo um total de 2.040 litros de água. Esta caixa de água de reúso pode ser também um reservatório de água da chuva que cair sobre o galpão. Neste caso, uma caixa de 10.000 litros é recomendada.

1.(g): Elaborar sistema de gerenciamento de águas pluviais e de percolado das leiras.

Pela escolha do método de leiras de aeração passiva com revolvimento manual, o pátio não será pavimentado, o que se faz necessário quando a opção é por maquinário para garantir sua circulação sem o risco de rotas enlameadas.

Mas, no caso, a água da chuva que incidir sobre a área do pátio irá entrar em contato direto com o solo e infiltrar. É recomendado que se preserve uma superfície de grama ou brita que evite a formação de poças e lama e facilite a infiltração, bem como facilite a circulação de carrinhos de mão ou outros veículos leves de carga.

O percolado das leiras será captado leira a leira, conforme descrito no item 1.(d). A água de chuva que incidir sobre o galpão do pátio será captada e direcionada para um reservatório de água de reúso.

5.5.2 Sobre o local a receber o empreendimento de compostagem e o sistema em si

2.(a): Apresentar localização e área total da propriedade a receber o empreendimento.

O local proposto é o Hangar Náutico da UFRJ, hoje sob responsabilidade do NIDES. A área do Hangar é de aproximadamente 50.000 m² e é o local ideal dentro da

CIDUNI não só pela grande área disponível, mas também porque possui acessibilidade para caminhões e integra-se com os diversos programas do Núcleo e atividades previstas para o local, em especial o Centro de Formação em Tecnologia Social e Ciência do Mar, com o seu Centro de Tratamento e Reciclagem de Resíduos.



Figura 44: Localização da Ilha do Fundão com o Hangar Náutico da UFRJ em destaque, Rio de Janeiro. Fonte: Google Earth (2020).



Figura 45: Localização do Hangar Náutico da UFRJ na Ilha do Fundão. Fonte: Google Earth (2020), adaptado pelo autor.

O Hangar é resguardado da livre circulação de pessoas, visto que é uma área delimitada por muros e de acesso único com guarita, o que preserva o controle da operação.

2.(b): Apresentar mapa ou croqui da área total do empreendimento indicando a localização das principais formações vegetais, exata localização dos espécimes imunes ao corte ou ameaçadas de extinção.

A partir do histórico das imagens de satélite é possível acompanhar o desenvolvimento das formações vegetais:



Figura 46: Vegetação do Hangar UFRJ em 2005, 2012, 2016 e 2018. Fonte: Google Earth (2020), adaptado pelo autor.

Nota-se que a faixa sul de formação vegetal dentro do Hangar encontra-se preservada desde pelo menos 2005 e é provável que este seja parte da vegetação nativa da antiga Ilha do Catalão, ou seja, uma área preservada de Mata Atlântica.

2.(c): Apresentar *layout* das áreas de tratamento, armazenamento de matérias primas e de produtos do processo, galpões e administração e informar detalhadamente quanto à necessidade ou não de corte de vegetação e eventuais áreas de compensação.

O NIDES já possui planos de uso do espaço do Hangar e o pátio de compostagem faz parte dessa construção coletiva.

Portanto, é uma questão de acordar coletivamente onde será alocado cada elemento, respeitando as condições de que a área de tratamento há de ser alguma área ao ar livre que cumpra o requisito de área; o armazenamento de matérias primas e produtos (estoques de folhas secas e composto orgânico) deve estar próximo do acesso de caminhões e precisa de cobertura, mas não de uma edificação; e a administração pode estar integrada com a administração do centro de triagem e de resíduos eletroeletrônicos previstos.

Algumas propostas já existentes são:

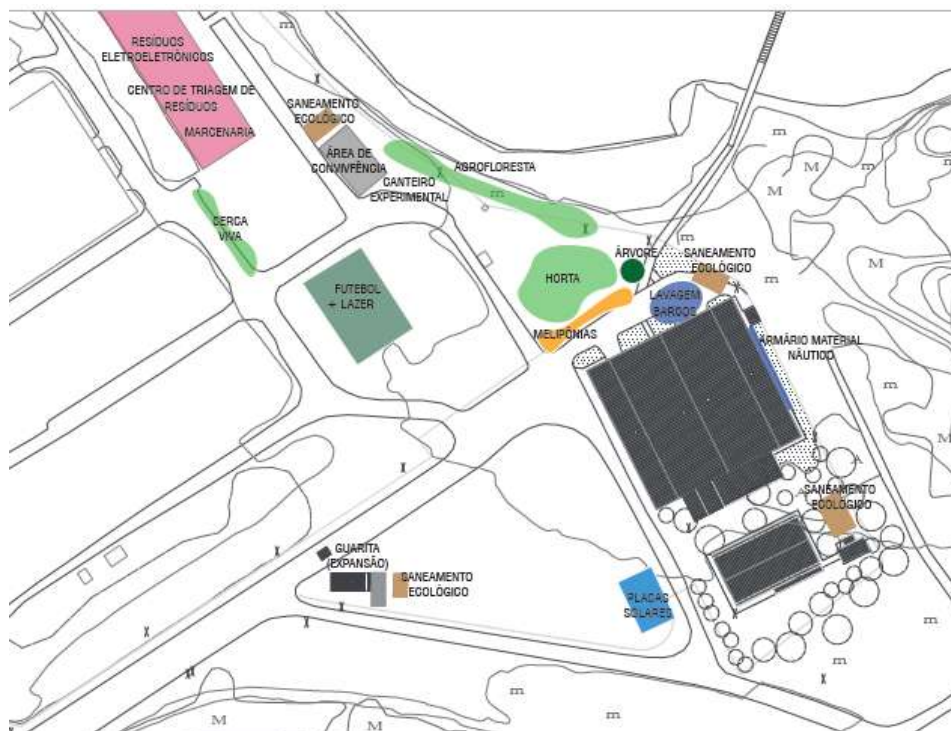


Figura 47: Plano de massas do Hangar UFRJ. Fonte: NIDES UFRJ (2020).



Figura 48: Previsão de edificações do Hangar UFRJ. Fonte: NIDES UFRJ (2020).

Para o pátio-escola, uma proposta de alocação e *layout* que não interfere, e sim busca integrar-se, com as demais para o Hangar é:



Figura 49: Proposta de localização do pátio de compostagem no Hangar UFRJ. Fonte: Elaboração própria (2020).

A proposta de *layout* do pátio-escola, com o posicionamento das leiras de compostagem, áreas de circulação e galpão, é o Anexo 2.

De acordo com o histórico de imagens apresentado sobre a evolução das formações vegetais entre 2005 e 2019, é provável que a vegetação dentro da área

proposta, que é parcialmente ocupada por vegetação, de área igual a 2.500 m², seja espontânea e de espécies exóticas, em especial leucenas, aroeiras e oitis, muito comuns na CIDUNI. A supressão desta vegetação pode ser compensada com o plantio de árvores em outros locais dentro do Hangar ou da CIDUNI e as podas podem ser processadas e utilizadas como matéria prima da compostagem dentro do próprio pátio.

2.(d): Descrever as obras de implantação necessárias, bem como equipamentos e maquinário necessários para operação.

As intervenções necessárias são:

- Construção de galpão para área de recebimento de materiais, pesagem dos resíduos, lavagem das bombonas, proteção dos estoques, higienização e descanso dos operadores;
- Implementação do sistema de captação de chorume das leiras e de lavagem das bombonas.

Em termos de maquinário, buscou-se reduzir ao máximo a sua necessidade, principalmente para que este pátio possa ser modelo de pátio de compostagem de baixo custo. Contudo, alguns maquinários são muito bem-vindos, apesar de dispensáveis (a custo de mais trabalho manual e menor eficiência do processo):

- Triturador de podas e folhas;
- Peneira rotativa;
- Bomba de drenagem dos reservatórios de fertilizante líquido e de água de lavagem de bombonas.

Os equipamentos necessários para a operação manual do pátio de compostagem são:

- Forcados;
- Pás;
- Enxadas;
- Carros de mão;

- Motosserra;
- Equipamentos de proteção individual (EPI): óculos de proteção, máscaras, luvas e proteção auditiva no caso do uso de triturador;
- Termômetro e outros sensores para monitoramento das leiras.

2.(e): Informar o tipo de ocupação dos imóveis e áreas vizinhas, num raio de no mínimo 500m.

Os imóveis vizinhos ao Hangar são o Parque da Mata Atlântica da UFRJ (Parque do Catalão), a Residência Estudantil da UFRJ, o canteiro de obras BRT TransBrasil, um campo de futebol e um centro de pesquisa.



Figura 50: Localização do Hangar UFRJ e identificação dos imóveis e áreas do entorno. Fonte: Elaboração própria (2020).

5.5.3 Sobre a operação

3.(a): Apresentar fluxograma do processo com descrição textual das etapas de geração do composto, resíduos e subprodutos do processo, com quantidades de resíduos sólidos a serem compostados, de material estruturante e de recipientes da operação de coleta, bem como a periodicidade da coleta dos resíduos e do revolvimento das leiras.

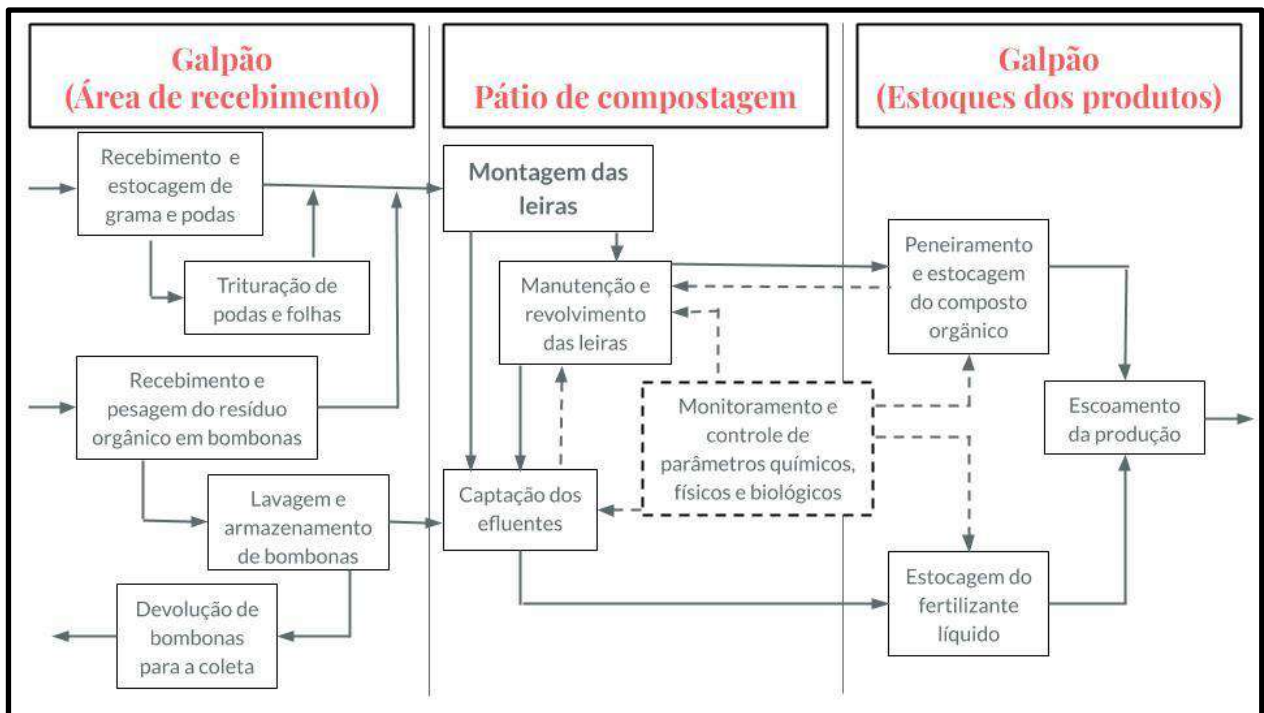


Figura 51: Fluxograma do processo de compostagem no pátio. Fonte: Adaptado de Inácio e Miller (2009).

O processo de compostagem com as etapas de produção do composto orgânico está descrito no capítulo 1.

A quantidade de resíduos alimentares a ser tratada mensalmente é de 114,3 toneladas junto a 67,1 toneladas de material estruturante (folhas secas).

Os resíduos do processo serão aqueles materiais indesejados no processo de compostagem que podem estar presentes nas matérias primas (resíduos alimentares e folhas secas), em geral pedaços de plástico e outros materiais, principalmente no material da limpeza urbana da CIDUNI.

A quantidade de bombonas do serviço de coleta deve ser definida de acordo com a rotina de operação: quanto mais dias de acúmulo dos resíduos em bombonas, mais bombonas são necessárias. As bombonas devem ser de no máximo 30 litros para contemplar a Consolidação das Leis do Trabalho (Lei 5.452/43) no tocante à inclusão das mulheres, que não devem carregar mais de 25kg.

Para armazenar 3,81 toneladas de resíduos alimentares em bombonas são necessárias:

$$\frac{3.810 \text{ kg}}{940 \text{ kg/m}^3} \div 0,03 \text{ m}^3/\text{bombona} = 136 \text{ bombonas}$$

No caso de coleta diária, é necessário que, enquanto as bombonas de resíduos estão sendo descarregadas no pátio, outras bombonas estejam nos restaurantes acumulando resíduos os resíduos aquele dia. Portanto, pelo menos outras 136 bombonas se fazem necessárias.

$$\text{Total de bombonas necessárias para coleta diária } 136 \text{ bombonas} \times 2 = \\ 272 \text{ bombonas}$$

3.(b): Apresentar cronograma de implantação e desenvolvimento da operação do empreendimento.

Não é possível apontar um cronograma para implantação do pátio de compostagem pois este é um projeto que precisa passar por diversas instâncias na UFRJ, um processo cuja agilidade é imprevisível, mas as intervenções necessárias são relativamente simples do ponto de vista da construção civil e dos materiais necessários.

Sobre o desenvolvimento da operação uma vez com o pátio implantado, a proposta é que todo dia pela manhã ocorra a coleta das bombonas com resíduos alimentares nos restaurantes. A operação do pátio começa na separação dos resíduos alimentares na fonte, nas bombonas.

Por serem recipientes com tampa, podem permanecer fechados durante a noite no restaurante, desde que fora da área de preparo de alimentos e com os devidos cuidados de higiene no manuseio para evitar contaminações (Anvisa, 2004).

Um aspecto muito importante dessa separação dos resíduos orgânicos é que, segundo a Cartilha sobre Boas Práticas para Serviços de Alimentação da Anvisa (2004), a cozinha deve ter lixeiras de fácil limpeza, com tampa e pedal. As bombonas não possuem pedal. Uma solução possível é que se mantenham os recipientes que já estão nos restaurantes respeitando esta condição, mas que se substituam as sacolas plásticas convencionais por sacolas biodegradáveis. Estas sacolas seguem, então, para o armazenamento nas bombonas. O ideal seria bombonas com pedal.

Durante o dia, ocorre a operação no pátio, que inclui o recebimento de folhas secas, dos resíduos alimentares, eventual montagem de nova leira, alimentação de leira ativa, aplicação da cobertura de palha, lavagem das bombonas, monitoramento da temperatura e umidade, manutenção e eventual revolvimento de outras leiras e peneiramento de composto orgânico.

Deve haver registro das quantidades recebidas, trabalhadas e produzidas na operação, através de fichas de controle da operação, assim como relatórios de monitoramento.

Semanalmente deve haver escoamento dos estoques de fertilizante líquido e mensalmente, do composto orgânico.

Sobre os revolvimentos, a proposta é que ao longo do tratamento hajam 2 revolvimentos, ou quando necessário para correções de montagem, de cada leira: o primeiro, após o pico da fase termofílica, quando a temperatura da leira for inferior a 40 graus. Com o revolvimento e renovação da aeração interna, a tendência é a que a temperatura suba novamente. Após esse novo pico, quando a temperatura for novamente inferior a 40 graus, executa-se o segundo revolvimento.

O objetivo dos revolvimentos é evitar sítios anaeróbios dentro das leiras, homogeneização da mistura e correção de eventuais desequilíbrios detectados, integrado com o plano de monitoramento.

A cada alimentação de uma leira, pode-se constatar visualmente a fase termofílica que se espera estar estabelecida, e, se necessário, se pode repor a porosidade interna no caso de compactação interna nesta que é a fase do processo onde há maior risco disto acontecer, pela alta atividade biológica de degradação.

A operação completa do pátio só ocorrerá a partir do quinto mês de operação, quando houver composto orgânico pronto para retirar da primeira leira que completar 120 dias.

As tarefas por dia seguem um desenvolvimento até estabilizar:



Figura 52: Desenvolvimento da operação do pátio de compostagem. Fonte: Elaboração própria (2020).

3.(c): Estimar a mão de obra necessária para operação do empreendimento.

O trabalho em um pátio de compostagem não é fácil, especialmente quando manual. Todo este pátio foi pensado para ser uma escola de compostagem comunitária, para ser o mais simples possível em termos de recursos materiais e operação, a fim de possibilitar sua aplicabilidade em situações de escassez de recursos financeiros, mas abundância de recursos humanos, como é o caso de tantas comunidades brasileiras que sofrem com o saneamento básico precário. Esta é uma ferramenta para autonomia deste público.

Contudo, existe um limiar entre a capacidade de gerenciamento via trabalho manual e a necessidade de otimização com máquinas, em especial máquinas para montagem e revolvimento das leiras. Talvez este projeto esteja cruzando esta linha, afinal propõe-se um método artesanal para demanda de magnitude a nível de cidade. A consequência disto é uma demanda por recursos humanos que pode fazer o projeto ter um balanço financeiro de custo de implementação e operação mais alto do que seria a

operação com maquinário, no caso da UFRJ, que não é um caso de trabalho comunitário, mas sim de trabalho de operadores e operadoras com remuneração.

Ainda assim, é uma escolha manter o método do manejo manual, ou fazendo uso mínimo de maquinário (manejo semi-mecanizado), para que se dê valor ao processo de construção do trabalho coletivo. É um pátio-escola. A finalidade não é apenas operacional, mas também educacional e de engajamento comunitário, de valor financeiro incalculável.

Portanto, só faz sentido a escolha do método manual para o Composta UFRJ se estiver atrelado a atividades de ensino, pesquisa e extensão com fortalecimento da economia solidária, das tecnologias sociais e da agroecologia através da agricultura familiar.

É preciso pensar em parcerias de cooperação técnica com cooperativas e outros programas para que faça sentido e se sustente toda esta proposta. Em todo caso, o balanço financeiro do empreendimento está no capítulo 4.

Posto isto, a mão de obra necessária é aquela que contempla a operação completa do pátio, que consiste em:

- Recebimento de bombonas de resíduos alimentares e devolução de bombonas limpas;
- Recebimento e trituração de resíduos vegetais da limpeza urbana, roçada e podas;;
- Transporte toneladas de composto orgânico das leiras de 120 dias para liberar espaço para nova leira;
- Eventual montagem de nova leira;
- Eventual revolvimento de leiras;
- Registro das fichas de operação e monitoramento;
- Lavagem de 136 bombonas.

Portanto, a proposta é de um total de 10 a 20 operadores e operadoras. A quantidade de horas trabalhadas na operação por dia não é exata. É preciso que se cumpram as funções do dia e é provável que em até 6h de trabalho todas as tarefas sejam realizadas, mas esse tempo irá variar de acordo com a velocidade do trabalho manual, do clima do dia, das necessidades de manutenção das leiras de compostagem e da qualidade dos resíduos manuseados (se houver muito resíduo misturado, principalmente nas folhas secas, isto tende a atrasar a operação).

Desta forma, tendo como base a carga horária de trabalho convencional de 8h de trabalho por dia, ainda haverá tempo para participação em cursos, oficinas, pesquisas e grupos de estudo, dentro de um programa contínuo de capacitação.

Na prática, sábado e domingo são dias de baixo movimento na CIDUNI e, conseqüentemente, de menor geração de resíduos. Portanto, é possível considerar os finais de semana como equivalentes a 1 dia de semana, de forma que é possível não ter operação em um dos dias do final de semana, que deve ser domingo, pois no sábado é preciso tratar os resíduos de sexta feira, mas é possível folgar no domingo para tratar na segunda os resíduos acumulados de sábado e domingo. Isto não interfere na qualidade dos resíduos alimentares para o processo, se devidamente armazenados.

Sempre que houver feriados ou recesso, é preciso planejar os dias de operação, pois não será necessária operação diária.

Além disso, é fundamental que o trabalho seja acessível tanto para homens quanto para mulheres. Assim, conforme indica a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT, lei 5452/43) no artigo 390, que estabelece que mulheres não podem carregar mais de 25 quilos, o indicado é que as bombonas de armazenamento sejam de volume de 30 litros e que sejam manuseadas em duplas, idealmente. Para homens, o limite de peso é 60 quilos.

3.(d): Identificar os possíveis impactos ambientais da operação.

Os principais impactos possíveis são:

- Atração e proliferação de moscas, ratos, baratas, urubus e outros insetos e animais;
- Contaminação ambiental por percolado das leiras;
- Emissão de odores;
- Não eliminação de organismos patogênicos durante o processo;
- Sobre a saúde e segurança ocupacional.

A atração de insetos e animais ocorre quando existem resíduos alimentares expostos ou sítios anaeróbios dentro da leira, o que também provoca a emissão de odores. Para evitar estes impactos, é preciso garantir a montagem perfeita das leiras de compostagem, buscando sempre a homogeneidade da mistura e relação C/N correta.

A contaminação ambiental por percolado é evitada de duas formas: com sistema de drenagem para as leiras e evitando a ocorrência de anaerobiose no interior das leiras (decomposição sem a presença de oxigênio). Portanto, é mais uma vez de suma importância a montagem adequada das leiras, com a relação correta de resíduos alimentares e folhas secas como material estruturante, responsável pela porosidade interna e garantindo a aeração passiva.

A eliminação dos organismos patogênicos depende da sua exposição a altas temperaturas por determinados períodos de tempo. Para o processo de compostagem, dentre os patógenos e parasitas mais comuns, o requisito para inativação mais exigente é de exposição por 1h a 55°C, do organismo *Shigella* sp. (TCHOUBANOGLIOUS *et al.*, 1993 *apud* POULSEN, 2003). Logo, é indispensável que durante o processo de compostagem a fase termofílica seja atingida e que perdure. Para que isto aconteça em todos os pontos do interior da leira, mais uma vez é imprescindível a boa montagem para garantir homogeneidade e boa atividade biológica.

Sobre os impactos à saúde e segurança ocupacional, os principais riscos envolvidos são referentes à presença de microrganismos e poeira no ar, em especial fungos, e ao uso de máquinas, equipamento e carregamento de peso. Portanto, é recomendado o uso de máscaras para evitar a inalação de poeira durante o manuseio de folhas secas e revolvimento das leiras, que, principalmente ao final do processo, contam com maior presença de fungos decompositores. Também é importante a correta técnica e postura para manuseio das bombonas quando cheias e pesadas, para evitar lesões.

Além disso, proteger-se do sol é fundamental. Bonés, chapéus, calça comprida e camisas de manga longa são recomendáveis, assim como operações de montagem, revolvimento e retirada de composto nas horas menos quentes do dia, dependendo do clima.

3.(e): Apresentar plano de monitoramento da operação.

O monitoramento do pátio consiste no acompanhamento de todas as atividades e orienta quanto à necessidade de intervenções para a eficiência do processo. Alguns acompanhamentos precisam ser diários, enquanto outros, podem ser semanais ou mensais.

Os dados coletados são fundamentais para o desenvolvimento de pesquisas, otimização do processo e produção de relatórios, que devem ser disponibilizados para a comunidade, o que gera confiança no sistema e credibilidade para o programa.

O monitoramento diário consiste em observação de (adaptado FAPESC, 2017):

- Odor;
- Ocorrências: chuva excessiva, equipamento com problema, etc.;
- Quantificar recirculação de percolado;
- Estruturantes externo e interno - correção da relação C/N;
- Temperatura ambiente.

O monitoramento semanal consiste em (adaptado de FAPESC, 2017):

- Mapeamento e registro das temperaturas no interior da leira a fim de atender a exigência da CONAMA 481 sobre o período de tempo e temperatura necessários para higienização dos resíduos sólidos orgânicos durante o processo de compostagem. No caso de sistema aberto de compostagem, é necessário que a leira possua temperaturas maiores que 55°C por 14 dias ou superiores a 65°C por 3 dias. O ideal é que o registro de temperatura fosse diário. Desta forma é possível acompanhar a curva de temperatura de determinados pontos do interior da leira. Para que todas as partes da leira atinjam as temperaturas indicadas para higienização, são importantes os revolvimentos indicados no manejo, de forma que a mistura seja homogênea e esteja toda sob a ação higienizadora das altas temperaturas.
- Índice pluviométrico da semana.

As fichas de operação e de monitoramento estão no Anexo 3.

Os produtos do pátio (composto orgânico e fertilizante líquido) também devem ser monitorados. O composto deve atender os parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa 27/2006 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) sobre limites de contaminantes inorgânicos e agentes patogênicos. Portanto, recomenda-se amostragem semanal para análise. Ademais, de acordo com a Lei 6.894/80, os estabelecimentos que produzam, importem, exportem e comercializem estes insumos

ficam obrigados a se registrarem no MAPA, assim como os produtos por eles fabricados ou importados.

Finalmente, recomenda-se que mensalmente seja elaborado um relatório com o resumo das atividades do mês e, anualmente, que seja produzido um relatório ambiental mais detalhado com avaliação da atividade daquele ano e perspectivas.

6 VIABILIDADE ECONÔMICA DA PROPOSTA

É fundamental para o projeto do pátio-escola não apenas que ele se faça valer técnica e conceitualmente mas também que se sustente financeiramente, enquanto proposta de gestão de resíduos para a UFRJ. Contudo, antes de entrar nos números em si, é preciso destacar alguns aspectos desta análise.

Os custos de implementação e operação são consequências diretas das escolhas de projeto. No caso, optou-se por um pátio de compostagem de escala comunitária, com capacidade de receber 3,81 toneladas de resíduos alimentares por dia, com o método das leiras estáticas de aeração passiva.

Destaca-se que o pátio gerará produtos diversos, materiais e imateriais. Portanto, para o pátio-escola, diversos valores econômicos poderão ser traduzidos em valores monetários. Outros, não. Principalmente os referentes aos impactos sociais.

6.1 Metodologia do balanço econômico-financeiro do pátio-escola

O balanço econômico-financeiro tem algumas etapas:

1. Estimar o valor econômico dos produtos produzidos no pátio escola;
2. Estimativa dos custos de implementação do pátio
3. Estimativa do custo de operação do pátio;
4. Cenários para a UFRJ enquanto instituição pública quanto à destinação dos produtos do pátio e alocação da força de trabalho.
5. Estimar o quanto se pode economizar por não destinar resíduos orgânicos e resíduos de podas e roçadas para fora da CIDUNI;
6. Estimar quanto de emissões de CO₂eq podem ser evitadas pelo pátio em relação ao cenário atual e analisar a possibilidade de obtenção de créditos de carbono;

A precisão deste balanço pode ser infinitamente precisa em termos de valores, levando em consideração depreciação dos equipamentos, juros em caso de financiamento do pátio, custos de comercialização etc. É importante destacar desde já que nem todos estes aspectos foram considerados na análise.

6.1.1 Valor econômico dos produtos produzidos no pátio escola

A estimativa dos valores dos produtos do pátio terá como referência pesquisa na *internet* de oferta de composto orgânico e biofertilizante líquido. Os valores encontrados para o composto orgânico foram de 1 a 5 reais por kg, enquanto para fertilizante líquido foram de 6 a 25 reais por litro.

Considerando o valor econômico de R\$ 1,00/kg de composto orgânico e R\$ 6,00/L de fertilizante líquido, estes produtos representam para o pátio, operando em plena capacidade (3,81 t/d), o valor econômico mensal de:

- Composto orgânico (1.181 kg/d):

$$1.181 \text{ kg/d} \times 30 \text{ dias/mês} \times R\$ 1,00/\text{kg} \\ = R\$ 35.430,00/\text{mês}$$

- Fertilizante líquido (540 l/d):

$$540 \text{ l/d} \times 30 \text{ dias/mês} \times R\$ 6,00/\text{l} = R\$ 97.200,00/\text{mês}$$

Ou seja, os produtos gerados no pátio têm valor econômico mensal de:

$$R\$ (35.430,00 + 97.200,00)/\text{mês} = R\$ 132.630,00/\text{mês}$$

Os custos relacionados à venda destes produtos, como garrafas, sacos, frete, impostos, etc., não serão calculados, mas existem.

6.1.2 Custo de implementação do pátio

O custo de implementação de um pátio de compostagem é função do método escolhido. Para o caso do pátio-escola, uma escola de compostagem comunitária com leiras estáticas de aeração passiva, a implementação do pátio envolve movimentos de

terra para a instalação dos sistemas de drenagem das leiras, bem como galpão para recebimento e estoque de materiais e atividades com grupos e turmas e também diversos equipamentos e ferramentas.

Importantes equipamentos deste projeto são os trituradores e as motosserras. Eles são fundamentais para a produção de fontes de carbono na granulometria ideal para o processo de compostagem e gerenciamento das podas da CIDUNI.

O custo estimado para este pátio é de R\$150.000,00. A planilha detalhada dos custos de implementação é o Anexo 4.

Cabe ressaltar que a manta PVC impermeabilizante e a brita são gastos que podem ser evitados ou diminuídos com o reaproveitamento de resíduos da UFRJ como lonas de eventos acadêmicos e entulho de obras, respectivamente. A economia com esses materiais é da ordem de 30 mil reais.

6.1.3 Custo de operação do pátio

O principal custo operacional é o custo da mão de obra. Para o gerenciamento de 3,81 toneladas de resíduos alimentares por dia, que implica na movimentação de mais aproximadamente 4 toneladas de fontes de carbono só na montagem das leiras, entre outras operações, são recomendadas 15 pessoas. Este número é baseado na experiência do autor com compostagem comunitária.

Como forma de valorizar o trabalhador e a trabalhadora do pátio, propõe-se deliberadamente um salário de 2 vezes o valor do salário mínimo, que, consultado em 2 de maio de 2020, é R\$1.045.

O custo de uma carteira de trabalho assinada, para UFRJ, não se resume ao valor do salário. Segundo estudo da FGV (Fundação Getúlio Vargas) em parceria com a CNI (Confederação Nacional das Indústrias) de 2012, o salário que chega ao trabalhador representa apenas em torno de 32% do seu custo real para a instituição que assina sua carteira de trabalho. Isto porque existem diversos impostos que fazem parte dos direitos trabalhistas e são responsabilidade do contratante.

Portanto, o custo real mensal de 15 funcionários empregados com carteira assinada, com salário de 2 salários mínimos, é de:

$$[(2 \times 1.045,00) \div 0,32] \times 15 = R\$ 97.968,75$$

Se o salário for de 1 salário mínimo, o custo real mensal da equipe para a instituição seria R\$ 48.984,38.

Tabela 6: Folha salarial com carteira assinada. Fonte: Elaboração própria.

FOLHA SALARIAL COM CARTEIRA ASSINADA		
CUSTO REAL MENSAL	Salário = 1 salário mínimo (R\$1.045,00)	Salário = 2 salários mínimos (R\$2.090,00)
10 pessoas na equipe	R\$ 32.656,25	R\$ 65.312,50
15 pessoas na equipe	R\$ 48.984,38	R\$ 97.968,75

Tabela 7: Folha salarial sem carteira assinada. Fonte: Elaboração própria.

FOLHA SALARIAL SEM CARTEIRA ASSINADA			
CUSTO REAL MENSAL	Salário = 1 salário mínimo (R\$1.045,00)	Salário = 2 salários mínimos (R\$2.090,00)	Salário = 3 salários mínimos (R\$3.135,00)
10 pessoas na equipe	R\$ 10.450,00	R\$ 20.900,00	R\$ 31.350,00
15 pessoas na equipe	R\$ 15.675,00	R\$ 31.350,00	R\$ 47.025,00

É indispensável a existência também de equipe técnico-pedagógica da UFRJ dedicada à coordenação do programa. Esta equipe deve ser composta por professores

e técnicos-administrativos e nela estará a figura jurídica responsável tecnicamente pelo pátio. Além disso, é essa equipe que coordenará a operação do pátio junto a projetos de extensão, ensino e pesquisa.

Esta equipe pode significar um custo adicional para a UFRJ caso não seja possível uma reorganização interna de alocação de corpo docente e técnico.

6.1.4 Cenários para a UFRJ enquanto instituição pública quanto à destinação dos produtos do pátio e alocação da força de trabalho

O pátio-escola produzirá produtos de valor econômico a partir da transformação de resíduos em recursos e a sustentabilidade financeira de um empreendimento de compostagem depende, evidentemente, da monetização dos seus produtos e serviços.

Contudo, a UFRJ, enquanto instituição de ensino pública, não é um estabelecimento comercial ou indústria de produção de bens de consumo. Ela deve produzir pesquisa, novos conhecimentos. Portanto, é preciso pensar em alternativas para a gestão dos valores econômicos envolvidos na operação do pátio-escola e seus reais objetivos.

Portanto, assim como a Lei 5.940/06 norteia a dinâmica dos programas de reciclagem da UFRJ por instituir a separação dos resíduos recicláveis dos órgãos públicos na fonte geradora e a destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, a gestão dos resíduos orgânicos deve se referenciar nos mesmos princípios, afinal, os resíduos orgânicos são literalmente também resíduos recicláveis.

Sendo assim, é lógico que, através do ITCP, as cooperativas tenham acesso aos resíduos orgânicos segregados na fonte geradora e doados pela UFRJ. Contudo, em geral o tratamento via compostagem não é uma técnica dominada por estas organizações e, num primeiro momento, os resíduos orgânicos não possuem valor sem a técnica para seu beneficiamento.

Isto encaminha o programa de compostagem para a seguinte serventia: operação do pátio-escola a partir de cooperação técnica com as cooperativas.

Esta ideia vem sendo discutida no Fórum Ambiental da UFRJ e precisa ser elaborada junto à Procuradoria da UFRJ, mas o conceito inicial é que as cooperativas obtenham o direito de operar o pátio-escola e sejam remuneradas pelo que, na prática,

é uma prestação de serviço, enquanto se capacitam em gestão de resíduos orgânicos com foco na compostagem comunitária.

A cooperação técnica é uma ferramenta para o fortalecimento das cooperativas que trabalham com resíduos através da integração com atividades de ensino, pesquisa e extensão na UFRJ. Para que possam operar o pátio adequadamente, os integrantes das cooperativas serão capacitados pelo programa de compostagem por equipe da UFRJ, numa integração entre NIDES, Prefeitura Universitária, ITCP e outros atores. Deve ser responsabilidade da UFRJ o oferecimento das condições adequadas de operação do pátio e capacitação das cooperativas.

Sendo assim, serão apresentados 4 cenários para comparação que variam a forma de alocação de mão de obra do pátio, carteira assinada ou cooperação técnica, sem vínculo empregatício, e produtos que serão monetizados, se composto orgânico e biofertilizante líquido ou apenas composto orgânico:

- Cenário 1: Carteira assinada, salário de 2 salários mínimos + comercialização de composto orgânico e biofertilizante líquido.
- Cenário 2: Carteira assinada, salário de 2 salários mínimos + comercialização apenas de composto orgânico.
- Cenário 3: Cooperação técnica, salário de 3 salários mínimos + comercialização de composto orgânico e biofertilizante líquido.
- Cenário 4: Cooperação técnica, salário de 3 salários mínimos + comercialização apenas de composto orgânico.

Leva-se em consideração que o pátio de compostagem não começa a operar já na sua capacidade máxima prevista de 3,81 t/d de resíduos alimentares, mas sim a previsão é que inicialmente receba apenas 2,54 t/d de resíduos alimentares, referentes ao Sistema de Alimentação, que é um gerador estratégico que pode prontamente destinar seus resíduos para o programa.

Estima-se que haverá aumento progressivo da adesão dos geradores de resíduos orgânicos ao programa e, conseqüentemente, da quantidade de resíduos orgânicos recebidos para tratamento, atingindo a capacidade máxima de 3,81 t/d de resíduos alimentares após 6 meses, considerando a progressiva adesão de todos os geradores da CIDUNI ao programa. Ou seja, a cada mês os resíduos alimentares recebidos aumentam em 0,217 t/mês.

Além disso, a produção de chorume existirá, em teoria, desde o primeiro dia de operação e é função da área ocupada por leiras de compostagem no dia, mas o composto orgânico só pode ser aproveitado a partir do quinto mês, ao final do processo das primeiras leiras de compostagem. Somente a partir do quinto mês de operação o pátio estará com plena operação da compostagem, cumprindo todas as etapas do processo.

Ainda, se só no sétimo mês a operação estará recebendo 3,81 t/d, somente 4 meses (120 dias) depois será aproveitado o composto orgânico referente. Ou seja, considerando 6 meses para adesão total dos geradores de resíduos orgânicos ao programa, somente no 11º mês será atingida a produtividade máxima do pátio.

Os cenários explorados consideram que o balanço financeiro do pátio começa negativo em 150 mil reais, que é o custo de implementação do pátio. Além disso, a folha salarial é um custo que existe desde o primeiro momento, apesar de o pátio ainda não estar produzindo composto orgânico e biofertilizante líquido plenamente. São consideradas equipes de 15 pessoas, recebendo, cada uma, 2 salários mínimos no caso de carteira assinada e 3 salários mínimos no caso de cooperação técnica.

À medida que vão chegando cada vez mais resíduos no pátio, a produção de composto orgânico e biofertilizante líquido varia, e isto é considerado nos cálculos também.

O principal objetivo desta análise é estimar em quanto tempo, em cada cenário, o pátio de compostagem consegue equilibrar-se economicamente (ou não).

É evidente que a sustentabilidade financeira do pátio, na prática, dependerá do aproveitamento do valor econômico da produção de composto orgânico e biofertilizante líquido. É preciso estudar mais a fundo se existem mecanismos legais que permitem à UFRJ este aproveitamento direta ou indiretamente.

6.1.4.1 Resultados

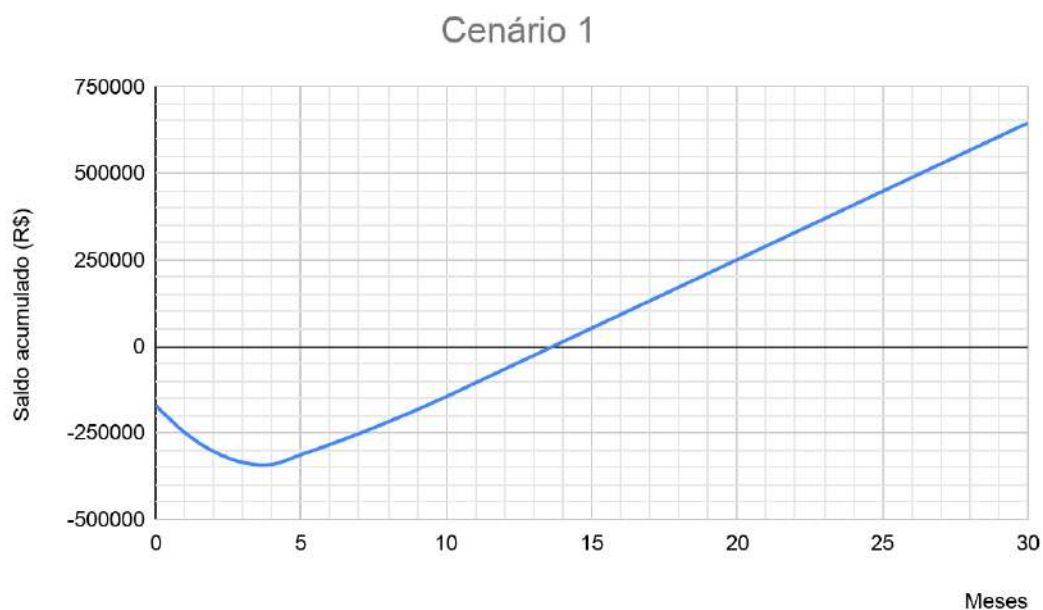


Gráfico 13: Cenário 1 - Carteira assinada, salário de 2 salários mínimos + comercialização de composto orgânico e biofertilizante líquido. Fonte: Elaboração própria.

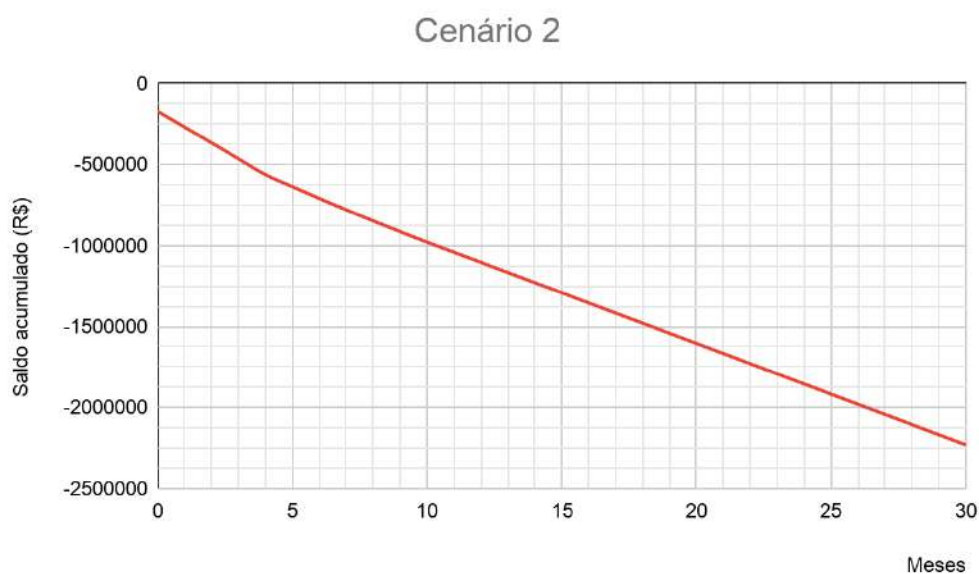


Gráfico 14: Cenário 2 - Carteira assinada, salário de 2 salários mínimos + comercialização apenas de composto orgânico. Fonte: Elaboração própria.

Cenário 3

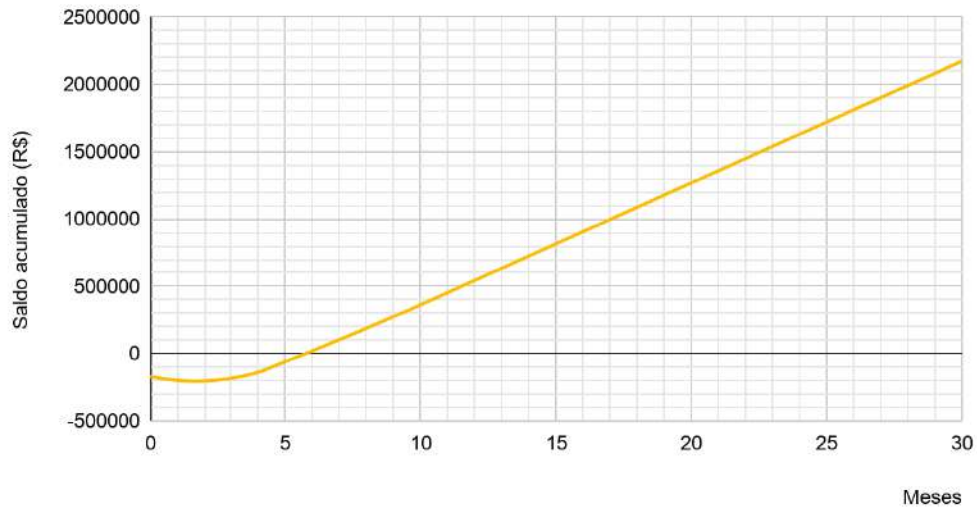


Gráfico 15: Cenário 3 - Cooperação técnica, salário de 3 salários mínimos + comercialização de composto orgânico e biofertilizante líquido. Fonte: Elaboração própria.

Cenário 4

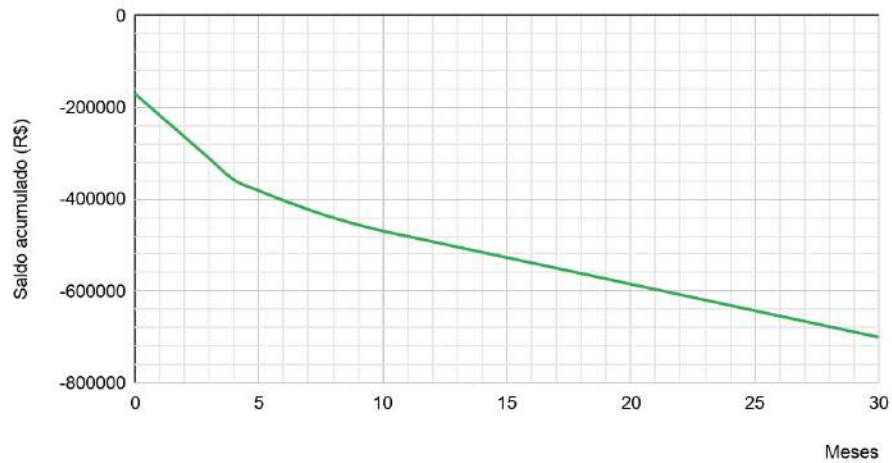


Gráfico 16: Cenário 4 - Cooperação técnica, salário de 3 salários mínimos + comercialização apenas de composto orgânico. Fonte: Elaboração própria.

Comparação entre os cenários

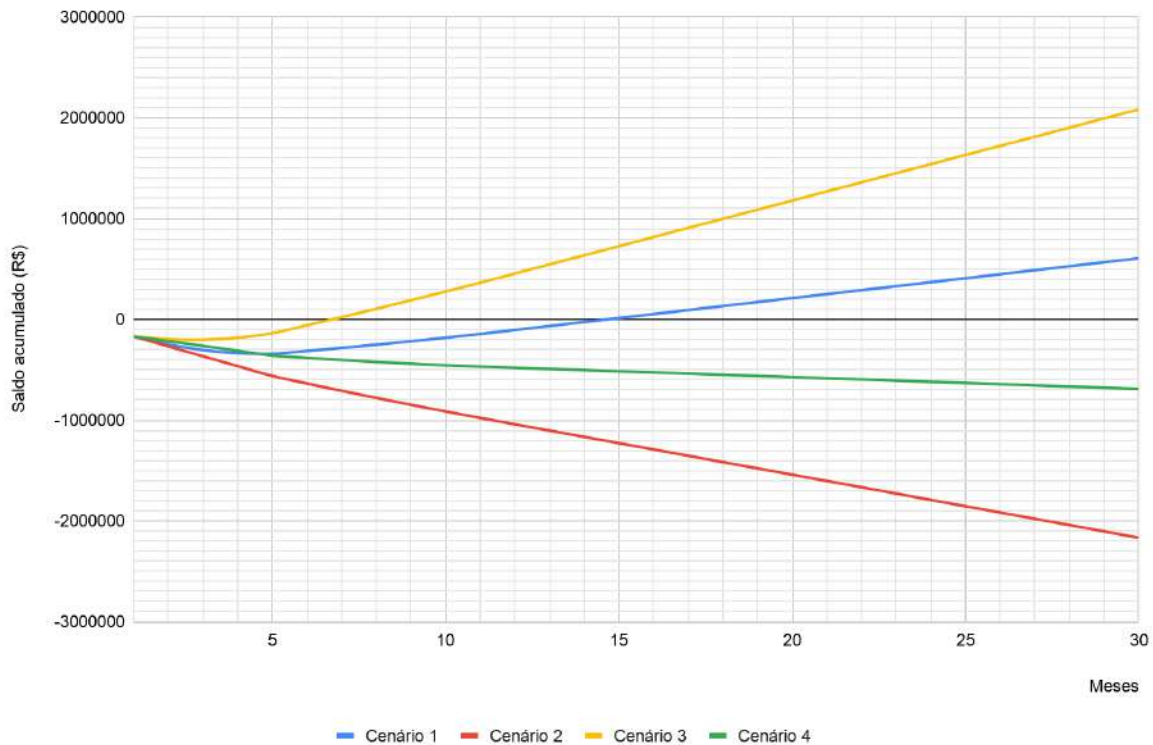


Gráfico 17: Comparação entre os cenários. Fonte: Elaboração própria.

Os cenários que consideram a receita vinda do biofertilizante (cenários 1 e 3) atingem a sustentabilidade econômica. Contudo, é curioso que o produto que mais contribui para o balanço econômico seja o fertilizante líquido, o que não é intuitivo. Além disso, o referencial teórico sobre esta geração é limitado e os valores encontrados são questionáveis, sendo necessários mais estudos sobre a geração deste produto de acordo com o clima de cada local, em especial de acordo com o regime de chuvas.

Portanto, serão considerados como cenários mais realistas aqueles que consideram apenas o valor econômico do composto orgânico como receita (cenários 2 e 4).

O cenário 2 evidentemente não se sustenta economicamente, devido à alta despesa que a contratação com carteira assinada representa. Neste caso, o balanço mensal se estabiliza em R\$62.535,75 negativos. Mesmo que o salário fosse apenas de 1 salário mínimo. Neste caso, o balanço mensal se estabilizaria em R\$13.551,38 negativos, para equipe de 15 pessoas.

O cenário 4 é o mais realista. Neste, o balanço mensal se estabiliza em R\$11.592,00 negativos. Neste caso, o salário é de 3 salários mínimos. Sendo assim, cabe explorar uma alteração do cenário 4, agora com salário de 2 salários mínimos:

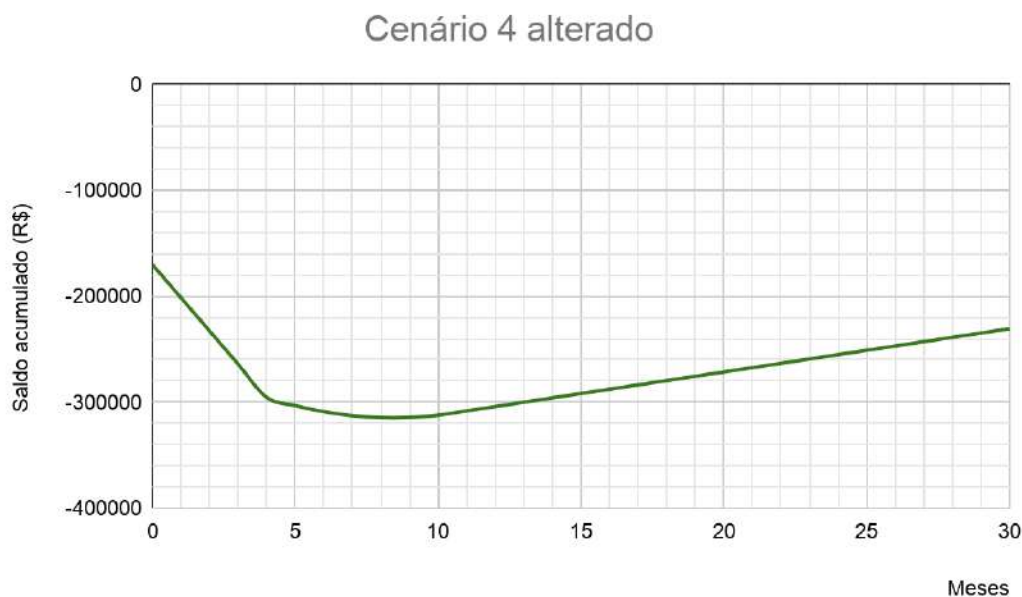


Gráfico 18: Cenário 4 alterado - Cooperação técnica, salário de 2 salários mínimos + comercialização apenas de composto orgânico. Fonte: Elaboração própria.

Neste caso, é no nono mês que o pátio passa a ter mais receitas que despesas. O saldo total acumulado até este mês é da ordem de R\$ 315 mil negativos, referente ao custo de implementação do pátio e os primeiros meses de salários. O equilíbrio econômico (pagamento do investimento inicial) eventualmente será alcançado. Contudo, levaria aproximadamente 7 anos e o balanço mensal apesar de positivo é pouco expressivo: se estabiliza em R\$4.083,00. Ainda não é um cenário de grande confiabilidade, está sujeito a oscilações diversas, mas é um cenário que aponta para a sustentabilidade econômica do pátio, afinal.

A tabela detalhada com os cálculos dos cenários é o Anexo 5.

6.1.5 Economia por não destinar resíduos orgânicos e resíduos de podas e roçadas para fora da CIDUNI

A UFRJ já paga hoje pelos serviços de coleta e destinação de resíduos extraordinários e de limpeza urbana, que incluem os insumos do pátio de compostagem. A partir dos dados da Prefeitura Universitária referentes a estes custos, será possível estimar o gasto evitado com este serviço. Sobre os resíduos extraordinários coletados no RU Central:

Tabela 8: Geração (t) e valor (R\$) dos resíduos extraordinários do RU Central. Fonte: Prefeitura Universitária (2019).

RESÍDUO EXTRAORDINÁRIO - RU Central					
Fevereiro 2019		Março 2019		Abril 2019	
Volume total (t)	Valor total (R\$)	Volume total (t)	Valor total (R\$)	Volume total (t)	Valor total (R\$)
21.58	4380.83	15.14	3340.54	34.35	6736.26
Maio 2019		Junho 2019		Julho 2019	
Volume total (t)	Valor total (R\$)	Volume total (t)	Valor total (R\$)	Volume total (t)	Valor total (R\$)
30.23	5974.85	30.71	6074.86	24.34	4909.54
Agosto 2019		Setembro 2019		Outubro 2019	
Volume total (t)	Valor total (R\$)	Volume total (t)	Valor total (R\$)	Volume total (t)	Valor total (R\$)
19.12	3927.45	32.61	6414.95	24.88	4588.75

Dentro do contrato também há um valor pelos equipamentos de coleta. No caso do RU Central, são 4 coletores de 1,2 m³, que são coletados duas vezes por dia:

Tabela 9: Preço mensal dos equipamentos de coleta para 1 coleta por dia (R\$). Fonte: Prefeitura Universitária (2019)

Preço mensal locação equipamentos de coleta para 1 coleta por dia (R\$)		
240 L	1.2 m ³	5 m ³
16.34	50.05	33.05

Logo, os dados são compatíveis com o valor cobrado por tonelada de RSU coletado de:

$$R\$ 184,45 / t$$

Mensalmente, o gasto só pelo aluguel dos equipamentos de coleta do RU Central é de:

$$R\$ 50,05 \times 4 \text{ equipamentos} \times 2 \text{ coletas/d} = R\$ 400,40$$

As incompatibilidades dos valores, se calculados à risca, se justificam na medida em que podem haver arredondamento de valores nos registros, principalmente de pesagem, e erros eventuais no ato do registro. Mas, de forma geral, os valores registrados estão de acordo com os valores de base do contrato.

Prosseguindo, partindo do princípio que o Sistema de Alimentação gera 2,54 toneladas de resíduos orgânicos por dia e que este é o valor que se tem maior segurança para afirmar que de fato é gerado, este será o valor de referência para os cálculos, como cenário inicial de operação do pátio.

Além disso, a economia com os equipamentos de coleta só será considerada para o RU Central, pois é a única unidade em que estes equipamentos existem exclusivamente para os resíduos orgânicos. Não é possível assumir que as demais unidades possam abrir mão dos seus equipamentos pois eles são utilizados para outros resíduos além dos orgânicos.

Logo, o valor a ser economizado por se evitar o envio dos resíduos orgânicos para fora da CIDUNI, no início da operação, é:

$$2,54 \text{ t/d} \times 30 \text{ d/mês} \times R\$ 184,45/\text{t} + R\$ 400,40$$

$$= R\$ 14.455,49 / \text{mês}$$

Quando a quantidade de resíduos orgânicos não externalizada for 3,81 t/d, que é a estimativa utilizada para dimensionar o pátio, a economia será de:

$$3,81 \text{ t/d} \times 30 \text{ d/mês} \times R\$ 184,45/\text{t} + R\$ 400,40$$

$$= R\$ 21.483,04 / \text{mês}$$

Sobre os resíduos de podas e roçadas, o custo da destinação é:

Tabela 10: Geração (t) e valor (R\$) dos resíduos de podas e roçadas da Cidade Universitária. Fonte: Prefeitura Universitária (2019).

RESÍDUOS DE PODAS E ROÇADAS - CIDUNI					
Fevereiro 2019		Março 2019		Abril 2019	
Volume total (t)	Valor total (R\$)	Volume total (t)	Valor total (R\$)	Volume total (t)	Valor total (R\$)
145	9860	137	9316	85	5780
Maio 2019		Junho 2019		Julho 2019	
Volume total (t)	Valor total (R\$)	Volume total (t)	Valor total (R\$)	Volume total (t)	Valor total (R\$)
79	5372	75	5100	78	5304

Ou seja, o custo por tonelada externalizada é:

$$R\$ 68/\text{t}$$

Com os dados disponíveis, tem-se uma média de geração destes resíduos de 99,8 t/mês, uma média que será considerada aceitável pois abrange os períodos de maior e menor produção destes materiais ao longo do ano.

A proposta é que todos os resíduos de poda e roçada fiquem na CIDUNI e sejam triturados, servindo de matéria prima para a compostagem e para outros usos, como cobertura do solo dos jardins e sistemas agroflorestais da CIDUNI.

Ou seja, por mês, em média, a economia seria de:

$$99,8 \text{ t/mês} \times R\$ 68/t = R\$ 6.786,40/\text{mês}$$

Finalmente, no cenário de operação inicial de 2,54 t de resíduos alimentares a serem tratados por dia, a economia mensal pela não destinação dos resíduos alimentares e de fontes de carbono para aterro sanitário é de:

$$R\$ 14.455,49 + R\$ 6.786,00 = R\$ 21.241,49 / \text{mês}$$

Quando o tratamento de resíduos alimentares for de 3,81 t/d, a economia mensal será de: R\$ 28.269,44.

$$R\$ 21.483,04 + R\$ 6.786,00 = R\$ 28.269,04 / \text{mês}$$

Sendo assim, este valor seria economizado mensalmente pela UFRJ quando a operação atingisse 3,81 t/d de resíduos alimentares destinados para o pátio-escola. A economia da UFRJ pela não externalização de resíduos orgânicos é de:

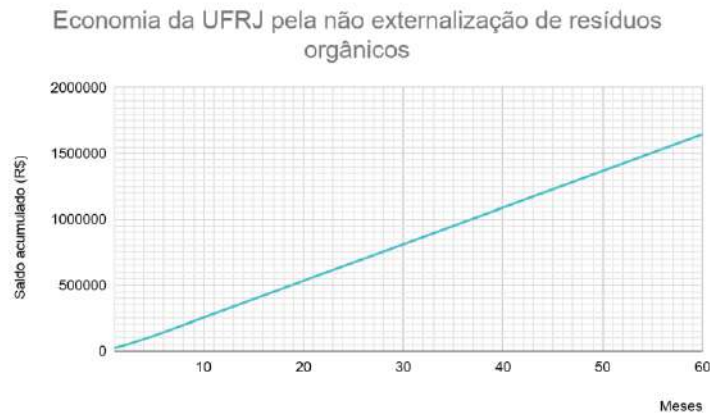


Gráfico 19: Economia da UFRJ pela não externalização de resíduos orgânicos. Fonte: Elaboração própria.

Os cálculos detalhados deste gráfico estão no Anexo 6.

Este montante mensal economizado poderia servir de subsídio para a implementação do pátio e para o pagamento dos salários enquanto as receitas do pátio não superam as despesas, o que só aconteceria no 9º mês. Nesta ocasião, o saldo total acumulado do pátio é de aproximadamente R\$ 315 mil, que se pagariam em aproximadamente 12 meses com o subsídio de R\$ 28.269,04 por mês da UFRJ.

Após 5 anos de programa, dentro do cenário 4 alterado, a economia da UFRJ com o gerenciamento de resíduos pela implementação do pátio-escola do Composta UFRJ será de:

$$R\$ 1.647.546,00 - R\$315.000,00 = R\$ 1.332.546,00$$

Sendo que o balanço econômico mensal do pátio-escola de R\$4.083,00 positivos pode servir de fundo de reserva para manutenção e reposição de equipamentos e ferramentas.

6.1.6 Emissões de CO₂eq evitadas em relação ao cenário atual e possibilidade de obtenção de créditos de carbono

Alguns pontos de discussão sobre o mercado de carbono. Apesar deste ser teoricamente um dos pilares da política mundial para o estímulo à redução das atividades produtivas carbono-intensivas e para o aumento de iniciativas de baixa taxa de emissão de gases de efeito estufa (GEE), é discutível o real impacto e significado deste mercado, visto que é regido, como o próprio nome já sugere, por uma lógica mercadológica.

Ou seja, ele não necessariamente promove a redução de emissões, mas sim dá a oportunidade para compensação financeira pelas emissões de quem pode pagar por isto, sem que este tenha que reduzir suas emissões, que é o objetivo principal.

1 crédito de carbono é gerados quando a emissão de CO₂ e CO₂eq de alguma atividade reduzida em 1 tonelada. A questão é que este crédito pode ser comercializado para compensar as emissões de uma outra atividade. Isto faz com que o crédito de carbono seja um produto por si só, e que existam variações sobre o seu valor financeiro de acordo com oferta, demanda, grandes produtores, etc. Pode-se chegar ao ponto em

que não é mais interessante para uma atividade se preocupar em produzir créditos de carbono se não for mais interessante economicamente.

Portanto, é necessário repensar a regulamentação deste mercado, se ele privilegia o capital financeiro ou de fato contribui para a redução das emissões e mudanças de meios de produção e mudança dos hábitos de consumo.

Em todo caso, ele certamente estimula a atenção ao tema da emissão de GEE, sua quantificação e gestão a nível mundial, o que é muito valioso, e tem sido pauta frequente nas Conferências das Nações Unidas (COPs).

Dito isto, o pátio-escola abre uma oportunidade para inserir a discussão sobre o mercado de créditos de carbono de forma mais efetiva e prática na UFRJ. Serão exploradas duas formas pelas quais as emissões de CO₂eq são evitadas pelo tratamento via compostagem:

- (a) Emissões evitadas pela eliminação da necessidade de transporte dos resíduos em caminhões da CIDUNI para a Central de Tratamento de Resíduos de Seropédica, principal aterro sanitário da cidade do Rio de Janeiro;
- (b) Emissões evitadas pelo processo de compostagem em comparação com o tratamento em aterros sanitários.

(a) Emissões evitadas pela eliminação da necessidade de transporte dos resíduos em caminhões da CIDUNI para a Central de Tratamento de Resíduos (CTR) de Seropédica, principal aterro sanitário da cidade do Rio de Janeiro

De acordo com o trabalho de Marques (2018), é possível estimar a quantidade de combustível consumido por um caminhão convencional de lixo (compactador) com precisão de 92% (coeficiente de determinação $R^2 = 0,918$) em função do peso transportado e da distância percorrida:

$$\text{Consumo } (l) = 25,531 + (0,669 \times \text{Peso } (t)) + (0,629 \times \text{Distância } (km))$$

No cenário inicial de tratamento de 2,54 toneladas de resíduos alimentares por dia, são necessárias em média 2,4 t/d (ou 864 t por ano) de resíduos de podas e roçadas.

Total de 4,94 toneladas de resíduos por dia que seriam transportados para fora da CIDUNI.

Será considerada a rota atual para este tipo de caminhão desde o RU Central até a CTR de Seropédica, pela Via Dutra e Arco Metropolitano, que possui 69 km.

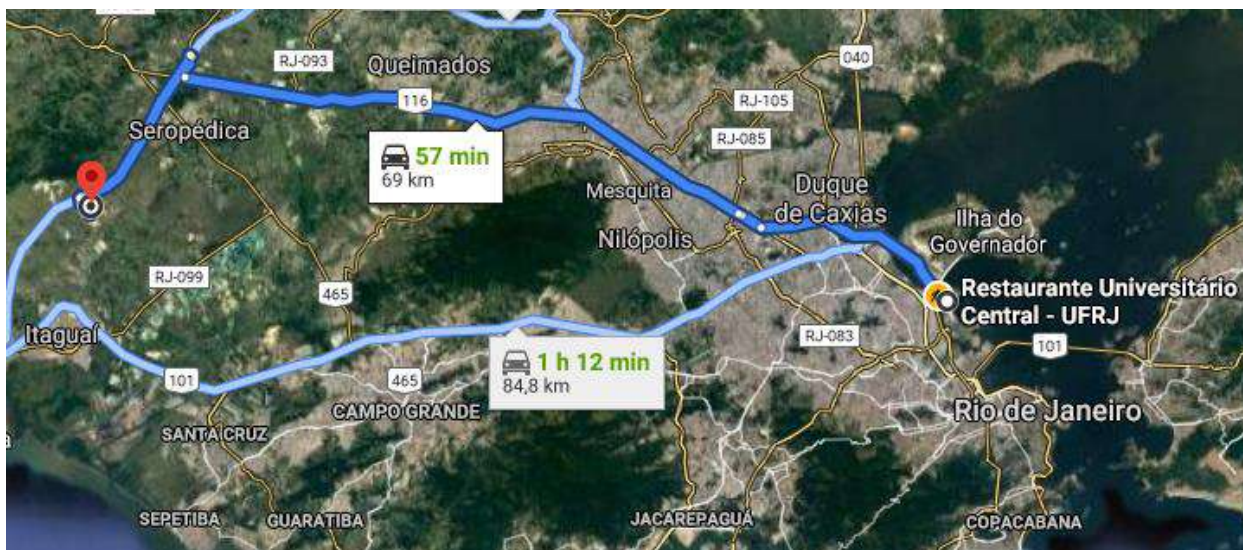


Figura 53: Rota do Restaurante Universitário Central para o Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) de Seropédica. Fonte: Google Maps (2019).



Figura 54: Imagem de satélite do CTR de Seropédica. Fonte: Google Maps (2019)

Logo, o consumo de combustível (diesel) desta viagem é:

$$25,531 + (0,669 \times 4,94 \text{ t}) + (0,629 \times 69,0 \text{ km}) = 72,24 \text{ l}$$

Ou seja, mensalmente, são 2.167,2 litros de diesel que deixariam de ser queimados, no cenário inicial.

Marques (2018) também estimou as emissões em CO₂eq por peso coletado: em média, para cada tonelada de resíduo coletada são emitidas 0,00800 toneladas de CO₂eq. Portanto, todo mês, no cenário inicial de tratamento de 2,54 t de resíduos alimentares mais 2,4 toneladas de podas e roçadas por dia, seriam evitadas as emissões de:

$$4,94 \text{ tRSU/d} \times 0,008 \frac{\text{tCO}_2\text{eq}}{\text{tRSU}} \times 30 \text{ d/mês} = 1,185 \text{ tCO}_2\text{eq/mês}$$

Quanto o pátio atingir a capacidade de tratamento de 3,81 toneladas de resíduos alimentares por dia, a quantidade de emissões evitadas pelo transporte será de 1,764 tCO₂eq/mês.

(b) Emissões evitadas pelo processo de compostagem em comparação com o tratamento em aterros sanitários.

De acordo com Inácio (2010), em estudo sobre o tratamento de resíduos orgânicos em leiras de aeração passiva:

“Considerando o fator de emissão padrão da metodologia (AMS.III,F) para aterros de resíduos, 1,0 Mg de restos de alimentos gera cerca de 0,85 tCO₂-eq, referente às emissões de metano, em um período de 10 anos. Esta mesma quantidade de resíduo enviada para um processo de compostagem geraria apenas 0,084 tCO₂-eq, resultando em um potencial de mitigação das emissões de metano de cerca de 90%, considerando a metodologia de cálculo citada. “

Conclui-se que as emissões evitadas pelo processo de compostagem são, em média, de 0,0776 tCO₂eq por tonelada de resíduos alimentares (RA) por ano, ou 0,00257 tCO₂eq por tonelada de resíduo alimentar por mês. Logo, o pátio-escola, no cenário inicial de tratamento de 2,54 toneladas de resíduos alimentares por dia, evitaria emissões de:

$$2,54 \frac{tRA}{d} \times 30 \frac{d}{mês} \times 0,00257 \frac{tCO_2eq}{tRA}$$

$$= 0,196 tCO_2eq/mês$$

Quando a operação atingir a marca de 3,81 toneladas de resíduos alimentares tratados por dia, as emissões evitadas serão de 0,294 tCO₂eq/mês.

6.1.6.1 Considerações sobre a produção de créditos de carbono e obtenção de recursos via mercado de carbono

No total, a quantidade de emissões evitadas pelo pátio-escola no cenário inicial é de:

$$(1,185 + 0,196) tCO_2eq/mês = 1,381 tCO_2eq/mês$$

Quando a capacidade do pátio atingir 3,81 toneladas de resíduos alimentares por dia, as emissões totais evitadas serão de 2,058 tCO₂eq.

Ou seja, a produção de créditos de carbono pelo pátio escola será de 1 a 2 créditos por mês.

Existem dois tipos de mercado para os créditos de carbono: o mercado regulado e o mercado voluntário.

O mercado regulado se restringe aos setores de transportes, florestal e energético, dentro dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), sistema que regulamenta o registro dos projetos de redução de carbono e estabelece que eles devem ser aprovados pela Entidade Nacional Designada de cada país. No Brasil, a Comissão

Interministerial de Mudança Global do Clima é quem tem esta função e concede os títulos de Redução Certificada de Emissão, os quais podem ser negociados, não só entre organizações, mas entre países.

O mercado voluntário é menos burocrático e permite que ONGs, empresas, governos ou cidadãos produzam adquiram seus títulos através de entidades independentes do sistema das Nações Unidas, assim como a compra e venda.

Existem diversos mercados de carbono no mundo mas a comparação dos preços praticados não é fácil. Uma notícia do www.climainfo.org de 27 de setembro de 2019 mencionou um índice publicado pela IHS Markit, empresa provedora de informações de mercados em geral, que comparou o mercado europeu com parte do mercado dos Estados Unidos, chegando no preço ponderado da tonelada de carbono entre esses mercados de quase US\$ 24.

Notou-se uma queda do valor dos créditos de carbono diante da crise econômica mundial de 2009 e fragilidade diante da oscilação da indústria do petróleo, que acaba conduzindo seu valor de acordo com sua atividade, de acordo com notícia de 2009 do www.otempo.com.br. Naquele ano, o preço despencou de aproximadamente 20 euros por crédito para 10. Nesta ocasião o Brasil vendeu seus títulos na bolsa regulada: 800 mil títulos renderam aos cofres públicos R\$ 34 milhões (R\$ 42,50 por título).

Uma discussão importante diante da questão mercadológica dos créditos de carbono é a sua valoração a partir do Custo Social do Carbono, que traz uma vista mais ampla sobre os danos da emissão dos GEE, considerando seus impactos sistemáticos sobre os ecossistemas e as pessoas.

Um artigo recente de Ricke *et al.* (2018) usou modelos climáticos para estimar o custo social local, por exemplo, para países específicos, e também a nível global. O CSC do Brasil foi de US\$ 24 por TCO_{2eq} emitida enquanto o CSC global, que é a soma ponderada de todos os CSCs, chegou a dramáticos US\$ 417.

Para o pátio-escola, conclui-se que a o universo do mercado de carbono não tem grande potencial para obtenção de recursos financeiros.

De todo modo, é importante que a UFRJ se posicione neste tópico através desta atividade, em primeiro lugar a respeito da regulamentação da compostagem na Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, abrindo oportunidades para outras iniciativas de compostagem e, em segundo, contribuindo para uma abordagem mais social, justa e focada de fato na redução de emissões, não em questões mercadológicas, dado que a questão dos créditos de carbono é um conceito em disputa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A gestão dos fluxos econômicos que resultam na sustentabilidade financeira do pátio é assunto para discussão no Fórum Ambiental da UFRJ. É fundamental ressaltar que o principal produto do pátio-escola não é aquele que se reverte em valor financeiro, mas em valor social, pela interação com a comunidade, pela troca e produção de conhecimento, integração entre ensino, pesquisa, extensão e administração da UFRJ, reunindo diversos atores da gestão acadêmica e administrativa da UFRJ, além de promovendo trocas entre diferentes cursos e públicos.

A ideia central deste trabalho é o conceito de transformação da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos em recursos ambientais com uso da compostagem enquanto ferramenta de emancipação social e para sustentabilidade ecológica a nível local local, fundamentada na tese de que as grandes cidades são incapazes em termos de infraestrutura - e insustentáveis do ponto de vista ecológico.

A ótica indispensável para a compreensão das propostas é a agroecológica. Através dela, é possível compreender os grandes centros urbanos e o despovoado ambiente rural brasileiros como resultado de um processo histórico. Especificamente, o processo histórico que engloba a política agrícola do Brasil, desde a escravatura colonial à República atual, e o desenvolvimento técnico do campo.

A abordagem agroecológica flagra o projeto político da agricultura industrial de *commodities* agrícolas, extensiva, elitista e carbono-intensiva, como determinante para as mazelas sociais e desigualdades econômicas atuais, e aponta o caminho para conciliação entre meio ambiente, comunidades e seus sistemas econômicos e sociais a partir de soluções integradas com a natureza.

O pátio-escola deve considerar-se um modelo de negócios a ser oferecido, replicado e construído junto à sociedade. Um negócio social capaz de ser rentável, em constante experimentação em parceria com cooperativas de resíduos. Ao mesmo tempo em que tem como objetivo primordial a produção e o compartilhamento de conhecimento científico, que servirá para a elaboração de políticas públicas harmoniosas, capazes de integrar os processos econômicos, sociais e ambientais de uma sociedade. O pátio é também ferramenta para educação ambiental através da gestão de resíduos.

A rotatividade entre as cooperativas no pátio é fundamental para que mais cooperativas possam ser contempladas pelo programa e a que a oportunidade de participação no seja democratizada.

O tempo de permanência de cada cooperativa na operação do pátio deve ser o tempo necessário o cumprimento de um curso de formação técnica de gestão de resíduos orgânicos via compostagem integrado na carga de trabalho, de forma que as cooperativas deixem o programa com domínio do processo de compostagem e aptos a dimensionar, operar e capacitar pessoal para gerenciar pátios de compostagem. É importante vincular o trabalho no pátio a um plano de estudos, formação e participação nas atividades acadêmicas.

A ideia é que o pátio-escola, além de tudo que já foi mencionado, seja uma espécie de incubadora de uma vertente agroecológica das cooperativas, um local onde elas possam aprender a técnica de forma conceitual, teórica e prática, sendo a prática já geradora renda para os cooperados e cooperadas.

Ao final da “incubação” em compostagem, é fundamental que as cooperativas sejam capazes de fazer do tratamento descentralizado de resíduos orgânicos via compostagem uma forma de atuação e uma fonte de renda, uma vez fora da estrutura, formação e remuneração da UFRJ, já levando consigo um modelo de gestão de pátio e de produção que é rentável.

Idealmente, dentro da cooperação técnica, as cooperativas poderão desenvolver na UFRJ um ou mais projetos de pátios de compostagem a serem implementados em suas áreas de atuação. O serviço de operação por elas prestados no pátio resultam numa atividade potencialmente lucrativa que poderia financiar este investimento.

A importância da gestão de resíduos para o desenvolvimento social já é perceptível observando-se a atuação das cooperativas de reciclagem. Contudo, elas têm foco em apenas aproximadamente 40% dos resíduos sólidos urbanos gerados. Os resíduos orgânicos representam, em média no Brasil, 50% de todo RSU gerado e, quando separados na fonte, as reciclagens destes diferentes materiais se potencializam mutuamente ao se evitar a contaminação de um pelo outro.

A compostagem como ferramenta de emancipação social só o será plenamente se combinada com iniciativas de agricultura urbana, produção agroflorestal e apoio a agricultura familiar ou de pequena e média escala, de forma que se espalhe de forma difusa pelo território nacional.

O composto orgânico, pela sua contribuição para a dinâmica da vida no solo, é material valioso para a recuperação de áreas degradadas. A sua utilização na produção agroecológica desde “fundos de quintal” até áreas rurais dos municípios pode recuperar

funções ecossistêmicas de forma produtiva, economicamente falando, e socialmente justa, através da ideia de tecnologias sociais.

Abrem-se então possibilidades para geração de valor local através de produção agroecológica de valor agregado junto à gastronomia, turismo, áreas de proteção ambiental, etc., valorizando a sazonalidade dos processos naturais e particularidades ecológicas. Eventualmente, os empreendimentos se tornam mais robustos e interessantes e mais paisagens naturais são recuperadas.

Tudo isto faz desenvolver a economia local, reduz o movimento pendular e pode promover até uma espécie de “êxodo urbano”, no sentido de “desafogar” as grandes metrópoles e desenvolver os municípios de menor porte dentro de um raio de proximidade, com base na preservação ambiental local integrada com o desenvolvimento econômico e social, o que não deixa de ser um serviço, nesse caso ecossistêmico, para as maiores metrópoles.

No caso, talvez não seja um desejo generalizado a diminuição da oferta de mão de obra desvalorizada vinda dos municípios periféricos, esta é uma discussão sobre disputa de classes e mobilidade social. Mas a falta de oportunidades de trabalho nos municípios periféricos é fulcral para o acentuamento do movimento pendular e da desvalorização da mão de obra. Por isso, o conceito de compostagem integrada com produção agroecológica de base local se firma como ferramenta de emancipação social.

Uma ideia para o futuro é a elaboração de uma política pública que incentiva a recuperação ecossistêmica através da integração de empreendimentos sociais de saneamento ecológico e de produção de alimentos agroecológica. Um potencial local de aplicação deste conceito é a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, rio de valor inestimável para a RMRJ, que está severamente desmatada em diversas e extensas áreas. Os municípios podem realizar trabalhos de recuperação de paisagens degradadas através produção agroflorestal, o que recupera e protege os corpos hídricos pela cobertura florestal rentável enquanto gera trabalho e renda. Esta ideia pode se aplicar para diversas bacias hidrográficas brasileiras estratégicas.

Cabe às instituições de pesquisa produzir o embasamento científico que preenche os vazios jurídicos atuais e, onde preservação ambiental nulifica produção agrícola e vice-versa, mas não considera a produção agroflorestal, por não a conhecer. Portanto, são necessários estudos ambientais dos sistemas agroflorestais, bem como estudos de análise econômica de agroecossistemas.

Contudo, para que uma instituição como a UFRJ possa contribuir desta forma, precisa ressignificar seus conceitos sobre gestão de resíduos e seu gerenciamento. A principal ferramenta da UFRJ hoje para o avanço das propostas apresentadas neste trabalho é o Fórum Ambiental, que propõe uma política ambiental unificada para a Universidade, junto ao conceito de integração entre ensino, pesquisa, extensão e administração.

Seguem algumas recomendações que servirão para viabilizar ainda mais e potencializar o programa Composta UFRJ.

Recomendações

Para o setor administrativo da UFRJ

1. Consolidar o Fórum Ambiental da UFRJ como órgão consultivo vinculado à Reitoria, cujas atividades façam parte dos planos de trabalho de técnicos e professores e da formação dos estudantes.
2. Avançar na elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) da UFRJ baseado no conceito de transformação de resíduos em recursos.
3. Desenvolver um sistema de informações de resíduos para a UFRJ para maior quantidade e qualidade de dados, em especial sobre resíduos orgânicos (alimentares e vegetais), trabalhando de forma integrada com os programas de reciclagem.
4. Promover a separação, quantificação e qualificação dos resíduos orgânicos de todos os geradores da UFRJ através de plano de comunicação e resoluções.
5. Unificar as diretrizes de gestão dos permissionários de restaurantes e lanchonetes da UFRJ para que se integrem compulsoriamente ao programa. O Sistema Integrado de Alimentação e a Prefeitura Universitária podem definir estas diretrizes em parceria com as Decanias.
6. Realizar balanço financeiro mais detalhado para o pátio-escola, considerando as oscilações da atividade do pátio e relações de trabalho adotadas.
7. Estudar detalhadamente as condições para cooperação técnica com cooperativas e outros tipos de vínculo de trabalho para operação do pátio.

8. Estudar os mecanismos legais para aproveitamento econômico dos produtos produzidos pelo pátio de compostagem em prol da sustentabilidade econômica da proposta.
9. Criar edital de desenvolvimento institucional para estimular a participação da comunidade acadêmica no programa, através de projetos de implementação de novo gerenciamento de resíduos, com foco na separação de orgânicos na fonte geradora.
10. Integração mais efetiva do Composto UFRJ com o Plano Diretor da UFRJ no que diz respeito à política de alimentação e ao conceito de cidade ambiental através da criação de um programa institucional de produção de alimentos em sistemas agroflorestais.

Para a gestão do pátio

1. Organizar os dados já existentes da Prefeitura Universitária e do Sistema de Alimentação desde 2017 para definir com maior precisão a capacidade do pátio.
2. Articular junto à Prefeitura Universitária a logística de transporte dos resíduos orgânicos alimentares e vegetais para o pátio.
3. Desenvolver o curso de capacitação para operação do pátio.
4. Desenvolver um curso de nível técnico em gestão de resíduos orgânicos.
5. Pesquisar iniciativas em compostagem de outras Universidades e instituições, públicas ou não, para atuação em rede e fortalecimento mútuo.
6. Adotar a ideia de um fundo de reserva para manutenção do pátio e expansão do programa: reparo e troca de equipamentos, aquisição de bombonas e outros itens logísticos.
7. Registrar o composto orgânico produzido na UFRJ no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

De estratégias para integração ensino, pesquisa, extensão e administração

1. Criar disciplina de compostagem para a graduação.
2. Criar curso de extensão de formação em compostagem.

3. Buscar parcerias com projetos, disciplinas e laboratórios da UFRJ, em especial com a Rede de Agroecologia, o Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e o NIDES para criação de:
 - a. *Software* de gestão de pátios de compostagem;
 - b. Sistemas de automação do monitoramento do pátio;
 - c. Aprimoramento de produto: bombonas com pedais de tampa para os restaurantes;
 - d. Plano de segurança do trabalho;
 - e. Análise nutricional do composto orgânico e do biofertilizante líquido produzidos;
 - f. Estudos na área de Economia Ambiental, como valoração de externalidades e créditos de carbono;
 - g. Estudos na área de Educação Física e Saúde Ocupacional sobre a operação do pátio semi-mecanizado.
4. Estudar a viabilidade de implementação de um laboratório de biorreatores para pesquisas sobre compostagem de bancada.

Para que tudo isto possa acontecer na UFRJ

É fundamental fortalecer o protagonismo estudantil e a Extensão Universitária especificamente.

O corpo discente na Universidade tem alta rotatividade em relação ao docente e técnico-administrativo. Portanto, é necessário ter isto em perspectiva para que o processo de construção do conhecimento científico seja sempre participativo, dinâmico, inovador, atual e integrado com processos de administração da Universidade que possuem, muitas vezes, ciclos maiores que a estadia dos estudantes em projetos ou na própria Universidade.

A compreensão da atuação complementar entre docentes, discentes e técnico-administrativos é fundamental para a construção coletiva da Universidade sobre os pilares de ensino, pesquisa, extensão e administração e se projeta para a vida cidadã e profissional na sociedade, ciente da diversidade cultural brasileira, consciente de seus processos históricos e alinhada com os desafios do equilíbrio ambiental, social e econômico, indispensável para a sobrevivência da espécie humana nas próximas gerações.

Este Trabalho é oferecido ao Fórum Ambiental da UFRJ para que seja apropriado por este coletivo, seja questionado, problematizado, ressignificado, transformado e agregue mais valor intelectual para sair do papel. Neste Fórum deposito a esperança de que a transformação que quero ver na sociedade pode ter uma importante contribuição da UFRJ e neste Fórum seguirei contribuindo enquanto cidadão, agora como engenheiro ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro/RJ, 2004.

ABNT. NBR 8.419 de 1984.

ABRASCO. Dossiê ABRASCO - Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro/São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, 2015.

ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017, 2017. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf>. Acesso em 13 de setembro de 2020.

AGÊNCIA PÚBLICA; REPÓRTER BRASIL. “Coquetel” com 27 agrotóxicos foi achado na água de 1 em cada 4 municípios. Disponível em: <<https://portrasdoalimento.info/2019/04/15/coquetel-com-27-agrotoxicos-foi-achado-na-agua-de-1-em-cada-4-municipios/>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

ALMEIDA, P. C. Planejamento e gestão de um campus universitário sustentável: um desafio para a Cidade Universitária da UFRJ. Rio de Janeiro, 2016.

ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Editora Expressão Popular, 2012.

AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY. Human Population Through Time, 2016. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=PUwmA3Q0_OE>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

ANA. Agência Nacional de Águas. Agricultura Irrigada e o Uso Racional da Água. Brasília, 2004

ANDRADES, T.O.; GANIMO, R.N. Revolução Verde e a Apropriação Capitalista. CES Revista, Juiz de Fora, volume 21, p.46 - p.56, 2007.

ANGELO A. C. M. Contribuições para o inventário do ciclo de vida dos resíduos orgânicos provenientes da coleta domiciliar na cidade do Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC n. 216 de 2004. Cartilha sobre Boas Práticas para Serviços de Alimentação. 3. ed. Brasília, 2004.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA; UFPR. Seminário MERCADO DE AGROTÓXICO E REGULACÃO. Brasília: Anvisa, 2012.

ARAÚJO F. S. Economia solidária e autonomia. Em: Tecnologia, participação e território. SOLTEC UFRJ. Editora UFRJ. Rio de Janeiro, 2015.

BOMBARDI, L.M. Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Européia. 1ª Edição. São Paulo: FFLCH - USP, 2017.

BOMBARDI, L.M. Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado, 2011.

BRASIL. Lei N° 3.329 de 2015 - Política Nacional de Tecnologias Sociais (PNTS).

BRASIL. Lei n. 5.452 de 1943.

BRASIL. Lei n. 6.894 de 1980.

BRASIL. Lei n. 7.634 de 2017.

BRASIL. Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

CASTORIADIS. A fonte húngara. Socialismo ou barbárie: o conteúdo do socialismo. São Paulo: Brasiliense, 1983.

CEBDS. O que é o Acordo de Paris e as metas da NDC brasileira?. Disponível em: <<https://cebds.org/acordo-de-paris-e-ndc-brasileira/>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Roteiro de Estudo Ambiental da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para sistemas de compostagem de até 10t/dia de resíduos. São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/roteiro_usina_comp_10_100.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

CIRCLE ECONOMY. 7 keys elements of the circular economy, 2020. Disponível em: <<https://www.circle-economy.com/circular-economy/7-key-elements>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

CLARK, D. A. Are tropical orests an important carbon sink? Reanalysis of the long-term plot data. Ecological Applications 12: 3-7, 2002.

CLIMAINFO. Novo índice global de preços de carbono, 2019. Disponível em: <<https://climainfo.org.br/2019/09/27/mercados-de-carbono-novo-indice-global-de-precos-de-carbono/>>. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

CONAMA. Resolução de nº 5 de 1993. Brasília, 1993.

CONAMA. Resolução n. 481 de 2017.

DAGNINO R.; BRANDÃO F. C.; NOVAES H. T. Sobre o marco analítico conceitual da tecnologia social. Em: LASSANCE Jr. et al. Tecnologia social - Uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.

DIAMOND, J. Et al. Farmers and Their Languages: The First Expansions, Revista Science, 2003.

DLUGOKENCKY, E.J., Et al. Atmospheric composition, 2019. Bulletin of the American Meteorological Society, State of the Climate in 2019, Chapter 2: Global Climate., 100(9), S48–S50, 2019.

EFE. Agencia EFE. Seattle aprova lei que multará quem jogar comida no lixo, 2015. Disponível em: <<https://www.efe.com/efe/brasil/sociedade/seattle-aprova-lei-que-multara-quem-jogar-comida-no-lixo/50000246-2526849>>. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

EMBRAPA. Agroecologia - Princípios e Técnicas para uma Agricultura Orgânica Sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

EMBRAPA. Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

FAPESC. Critérios técnicos para elaboração de projeto, operação e monitoramento de pátios de compostagem de pequeno porte. Santa Catarina, 2017.

FAPESP. Pesquisadores descrevem fenômeno que escureceu SP e sua relação com as queimadas na Amazônia, 2019. Disponível em: <<https://namidia.fapesp.br/pesquisadores-descrevem-fenomeno-que-escureceu-sp-e-sua-relacao-com-as-queimadas-na-amazonia/194917>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

FAVOINO, E.; HOGG, D. The potential role of compost in reducing greenhouse gases. Waste Management & Research, Londres, v. 26, p. 61-69, 2008.

FBES. Cartilha Economia Solidária, 2006. Disponível em: <<https://fbes.org.br/download/cartilha-economia-solidaria-2006-pdf/>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

FEEMA. Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente do Rio de Janeiro. Instrução Técnica 1.318 de 2002.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. Centro da Microeconomia Aplicada. Custo do Trabalho no Brasil - Proposta de uma nova metodologia de mensuração. São Paulo, 2012.

FORPROEX. Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. Política Nacional de Extensão Universitária. Manaus, 2012.

FREIRE, P. Extensão ou comunicação? 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1983.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia. 46. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2013.

HALL, D. Carbon flows in the biosphere: present and future - 9 Journal of the Geological Society, vol. 146, 1989.

HARIRI, Yuval Noah. Sapiens - Uma Breve História Sobre a Humanidade. Editora Harper, 2011.

HAUG, R. T. The practical handbook of compost engineering. Boca Raton: Lewis Publishers, 1993.

IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Pública. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro/RJ, 2001.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Earth Overshoot Day, 2020. Disponível em: <<https://www.footprintnetwork.org/>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE. População residente segundo as Unidades da Federação e municípios. Diário Oficial da União publicado em 28 de agosto de 2019. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-3-de-26-de-agosto-de-2019-212912380>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

INÁCIO C. T. Dinâmica de gases e emissões de metano em leiras de compostagem. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

INJC. Instituto de Nutrição Josué de Castro. Atividades Acadêmicas no RU Central da UFRJ, 2018. Disponível em: <<http://injc.ufrj.br/atividades-academicas-no-ru-central-da-ufrj/>>. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

IPEA. Comunicado nº 58 de julho de 2010. Dimensão, evolução e projeção da pobreza por região e por estado no Brasil, 2010. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/100713_comunicadoipea58.pdf>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

IPEA. Sete commodities concentram 50% das exportações. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=34576&catid=131>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Global Warming of 1.5°C, 2018. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/sr15/>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

JACKSON, D.; JACKSON, L. The farm as natural habitat: reconnecting food systems and ecosystems. Island Press. Washington, D.C., 2002.

LIMA T. A. O Grupo MUDA e a mudança: Agroecologia, permacultura e compostagem na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.

LINDSEY, R. Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide, 2020. ClimateWatch Magazine. Disponível em: <<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide#:~:text=The%20global%20average%20atmospheric%20carbon,least%20the%20past%20800%2C000%20years.&text=In%202018%2C%20it%20reached%20407.4%20ppm.>> Acesso em: 13 de setembro de 2020.

MARCUSE H. A ideologia da sociedade industrial: o homem unidimensional. 6. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

MARQUES, M. C. Proposta de modelo de consumo de combustível nos sistemas de coleta dos resíduos sólidos urbanos: estudo de caso no Distrito Federal. Brasília, 2018.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. História das agriculturas no mundo - do Neolítico à crise contemporânea. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.

MILLER, D. Et al. Serra dos Órgãos - Sua história e suas orquídeas. Editora Scart, 2006.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Balança comercial brasileira: Acumulado do ano, 2020. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Manual de Orientação de Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos. Brasília, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Manual para implantação de compostagem e coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, agosto de 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Procedimentos de licenciamento ambiental do Brasil. Brasília, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Qualidade Ambiental. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana. Programa Lixão Zero. Brasília, 2019.

MOURA, R. P. Avaliação do potencial de geração de energia a partir do resíduos orgânicos do Restaurante Universitário Central da UFRJ. Rio de Janeiro, 2017.

NASCIMENTO, J. O. Avaliação dos impactos sociais e ambientais com o fechamento do Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho. Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, E. S. Indicadores geoambientais de qualidade das águas na bacia do Córrego Sujo, médio vale do rio Paraíba do Sul, Teresópolis, RJ. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2007.

PARQUE NACIONAL DA TIJUCA. Relembre a história do PNT. Disponível em: <<https://parquenacionaldatijuca.rio/historia-do-parque-nacional-da-tijuca/>>. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

PARQUE TECNOLÓGICO UFRJ. Relatório de sustentabilidade 2018, 2018. Disponível em: <<https://www.parque.ufrj.br/relatorios/>>. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

PMGIRS-RJ. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS da cidade do Rio de Janeiro 2017-2020. Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

PRIMAVESI, A. Manual do solo vivo - solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. 2. ed. São Paulo: Editora Expressão Popular, 2016.

RICKE, K. Et al. Country-level social cost of carbon (Abstract), 2018. Nature Climate Change. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41558-018-0282-y>>. Acesso em 14 de setembro de 2020.

RYNK, R. On-farm composting handbook. Nova Iorque: NRAES, 1992.

PU/UFRJ. Prefeitura Universitária da UFRJ. Agenda Ambiental Prefeitura Universitária da UFRJ, 2012. Disponível em: <<http://www.prefeitura.ufrj.br/index.php/pt/agenda-ambiental-na-prefeitura-universitaria>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

SANTOS, S. F. A questão agrária no Brasil: da modernização conservadora ao agronegócio. Em: Questão agrária, cooperação e agroecologia - volume 1. 1ª edição. São Paulo: Editora Outras Expressões, 2015.

SEABRA, Odette Carvalho de Lima. Territórios do uso: cotidiano e modo de vida. Em: GEU – Grupo de Estudos Urbanos (org.). Cidades: Revista científica. v. 1, n. 2. Presidente Prudente: Grupo de Estudos Urbanos, 2004.

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa - 2018, 2018. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

SNIS. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2017 (versão republicada). Brasília, maio de 2019.

SNIS. Painel de Informações sobre Saneamento, 2020. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

SOS MATA ATLÂNTICA. Relatório Anual 2015, 2015. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2016/08/RA_SOSMA_2015-Web.pdf>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

STEENBOCK, W. Et al. Características estruturais das agroflorestas desenvolvidas no âmbito da Cooperafloresta. Em: Agrofloresta, ecologia e sociedade. Curitiba, 2013.

TEIXEIRA, C. Higienização de lodo de estação de tratamento de esgoto por compostagem termofílica para uso agrícola. Florianópolis, 2012.

TEMPO, O. Crise reduz pela metade preço de crédito de carbono no mundo, 2009. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/economia/crise-reduz-pela-metade-preco-de-credito-de-carbono-no-mundo-1.517855>>. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

UE. União Europeia. Diretiva (UE) 2018/851 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio de 2018 que altera a Diretiva 2008/98/CE relativa aos resíduos. Jornal Oficial da União Europeia. Publicado em: 14 de junho de 2018. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=EN>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

UFRJ. Plano Diretor UFRJ 2020. Rio de Janeiro, 2011.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects 2019. Nova Iorque, 2019.

VIEIRA, R. Análise do Setor Químico Ligado ao Agronegócio. DIEESE, Cajamar/SP, 2017.

WORLDMETERS. Current World Population, 2020. Disponível em: <<https://www.worldometers.info/world-population/>>. Acesso em: 13 de setembro de 2020.

YOUNG, C.E.F. Et al. Valoração de Unidades de Conservação: benefícios econômicos e sociais gerados pelas Reservas Particulares de Patrimônio Natural da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza. Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza. Curitiba, 2015.

YOUNG, C. E. F.; MEDEIROS, R. (Organizadores). Quanto vale o verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras. Rio de Janeiro: Conservação Internacional, 2018.

ZAMBONIM, F. M. Análise econômica de dois processos de tratamento de lixo: a compostagem termofílica e a disposição final em aterros sanitários. Florianópolis: UFSC, 1997.

ANEXO 1 - Resultado do enquadramento do INEA

Localização do Empreendimento



William John Hester, segue resultado de seu enquadramento no Aplicativo de Licenciamento INEA. Informamos que você possui **1 documento(s)** a ser(em) solicitado(s).

DADOS DO ENQUADRAMENTO

Para os seus registros, aqui está uma cópia das informações que você nos apresentou:

I - Localizado somente no município de:

Rio de Janeiro, sem atuar em outro município

II - Critério de enquadramento:

- **CE048: 3839-4/01 - Usinas de compostagem**

III - Com os seguintes parâmetros:

- Em qual das alternativas a sua atividade está classificada?: **Atividades de saneamento básico e habitação popular que sejam exercidas pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro e Prefeituras Municipais, desde que sejam executadas por pessoa jurídica de direito público ou empresa pública e sociedade de economia mista na condição de prestadora de serviço público**
- Capacidade (t/d): **Até 10**
- Distância das margens de corpos hídricos (m): **Entre 50 e 200**
- Tipo de empreendimento: **Triagem e compostagem**
- O que você precisa fazer?: **Requerer a aprovação da localização e da concepção do projeto (etapa de planejamento)**
- Seleccione qual opção reflete o seu projeto: **Tenho a localização e os planejamentos preliminar, de instalação e de operação**

QUAL DOCUMENTO ESTOU SOLICITANDO

Licença Ambiental Simplificada (LAS)

IMPACTO

Impacto BAIXO / CLASSE 2-A

COMO OBTER O DOCUMENTO *(Ver procedimentos básicos)*

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DA CIDADE

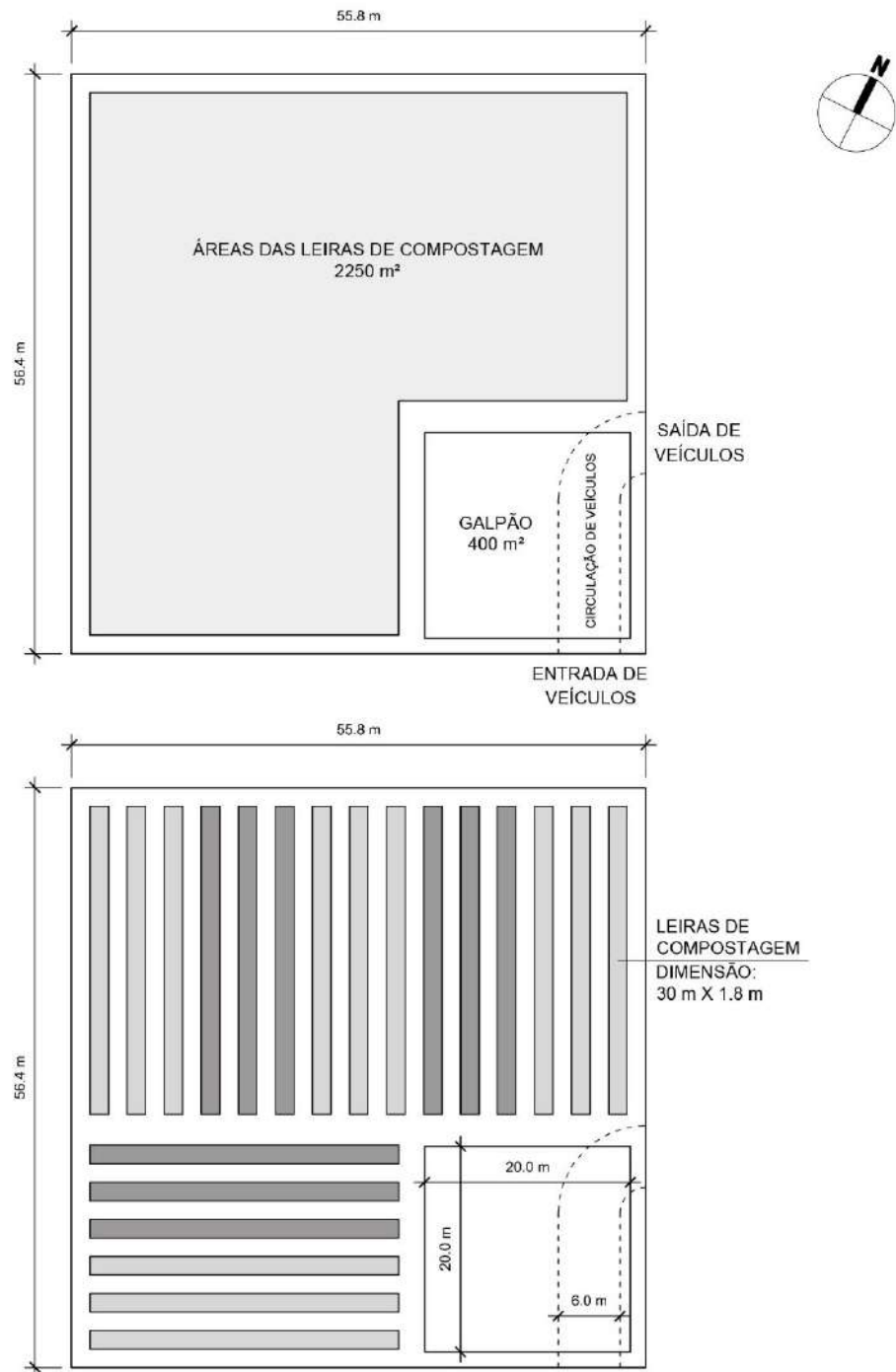
Endereço: Rua Afonso Cavalcanti, nº 455, 12º andar, sala 1271, Cidade Nova - Rio de Janeiro/RJ, CEP: 20.211-110

Telefone: (21) 2976-3185

E-mail: cgca.smac@rio.rj.gov.br

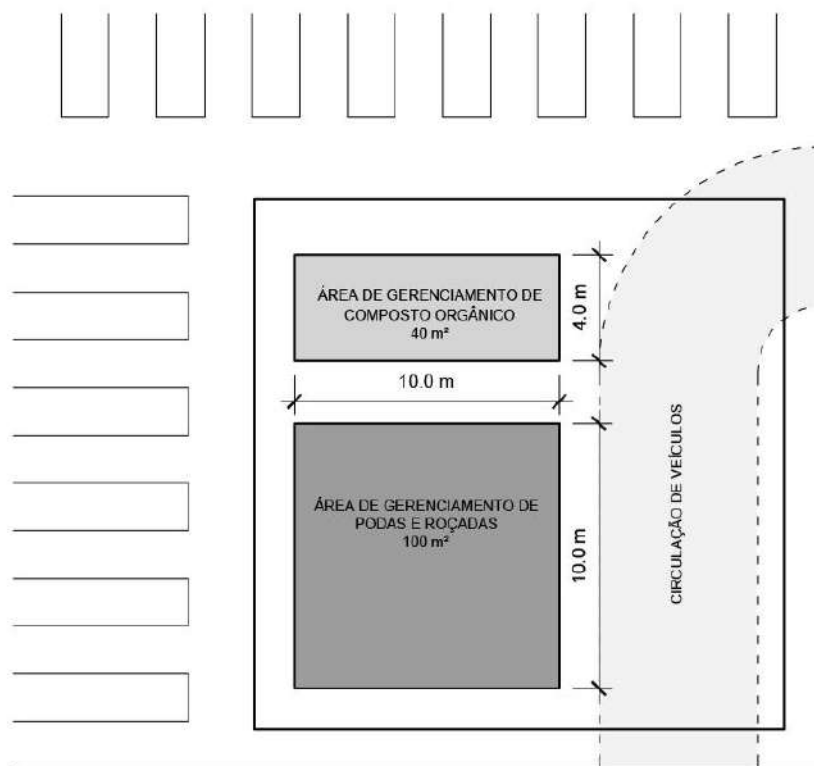
Competências e outras informações sobre o órgão: [Clique aqui](#)

ANEXO 2 - Layout do pátio de compostagem



PLANTA PÁTIO DE COMPOSTAGEM

ESCALA 1/750



PLANTA GALPÃO

ESCALA 1/500

ANEXO 3 - Fichas de controle e monitoramento do pátio de compostagem

Fonte: FAPESC. Critérios técnicos para elaboração de projeto, operação e monitoramento de pátios de compostagem de pequeno porte. Santa Catarina, 2017.

PCA - PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL PARA LAO

O Plano de Controle Ambiental tem como objetivo coletar dados e informações relevantes no ponto de vista técnico, relacionado ao potencial de impacto ambiental da atividade de compostagem, bem como avaliar o desempenho desta atividade identificando elementos importantes na qualificação do manejo, operação e qualidade do composto produzido.

O PCA - Plano de Controle Ambiental do Pátio de Compostagem deverá conter os seguintes conteúdos mínimos:

1 - Controle Diário

São dados coletados pelos operadores do pátio de compostagem e a mensalmente estes dados deverão ser sistematizados para realização de avaliação dos mesmos.

O controle diário visa mensurar a colocação de resíduos orgânicos úmidos, estruturante externo e estruturante interno. Assim será uma planilha diária por leira. Ao final será mensurado os volumes/massa de entrada e saída do sistema e a dinâmica das leiras com o uso do líquido recirculados, presença de odores, dinâmica de tamanho das leiras e temperatura.

CONTROLE DIÁRIO

Responsável:	Semana: dia ____ à ____	
IDENTIFICAÇÃO DA LEIRA:		
QUANTIDADES		
Variáveis de Manejo	Estruturante externo (palha, grama, folhas, bogoço de cana, etc)	_____kg/dia ou _____/dia
	Resíduos Orgânicos Úmidos (cascas de fruta e verduras, restos de comida, etc.)	_____kg/dia ou _____/dia
	Estruturante interno (serragem, resíduos vegetais triturados (cepilhos), etc)	_____kg/dia ou _____/dia

2 - Monitoramento Semanal

Após o fechamento da leira os seguintes parâmetros deverão ser medidos:

MONITORAMENTO SEMANAL DEPOIS DO FECHAMENTO DAS LEIRAS (NÀ SEXTA-FEIRA)

Responsável:	Data:				
Variáveis das Leiras	Odor (marcar com x) () Imperceptível () Ruim () Muito ruim				
	Recirculação de percolado: (litros/leira)	Leira 1:	Leira 4:		
		Leira 2:	Leira 5:		
		Leira 3:	Leira 6:		
	Ocorrência (marcar com x): Chuva excessiva Equipamento com problema Outro (especificar):_____	() () ()			
	Número da Leira:				
Temperatura: Altura do solo Profundidade lateral		Ponto 1: Ponto 2: Ponto 3: Ponto 4: Ponto 5: Ponto 6:			

	Número da Leira:	
	Temperatura:	Ponto 1:
	Altura do solo	Ponto 2:
	Profundidade lateral	Ponto 3:
		Ponto 4:
		Ponto 5:
		Ponto 6:
	Número da Leira:	
	Temperatura:	Ponto 1:
	Altura do solo	Ponto 2:
	Profundidade lateral	Ponto 3:
		Ponto 4:
	Ponto 5:	
	Ponto 6:	
Número da Leira:		
Temperatura:	Ponto 1:	
Altura do solo	Ponto 2:	
Profundidade lateral	Ponto 3:	
	Ponto 4:	
	Ponto 5:	
	Ponto 6:	

PARÂMETROS DO MONITORAMENTO

PERÍODO DE TEMPO E TEMPERATURA NECESSÁRIOS PARA HIGIENIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DURANTE O PROCESSO DE COMPOSTAGEM

SISTEMA DE COMPOSTAGEM	TEMPERATURA	TEMPO
SISTEMAS ABERTOS	>55°C >65°C	14 dias 3 dias
SISTEMA FECHADOS	>60°C	3 dias

Fonte: Proposta de Resolução CONAMA que define Critérios para Produção de Composto de Resíduos Sólidos Orgânicos.

3 - Monitoramento Mensal

Mensalmente deverão ser obtidas as seguintes variáveis da Estação Meteorológica da EPAGRI:

- Variáveis ambientais:
 - ✓ Índice Pluviométrico (mm);
 - ✓ Umidade Relativa (%);
 - ✓ Temperatura Ambiente (°C).

MONITORAMENTO MENSAL DADOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICO DA EPAGRI

Responsável:		Data:
Variáveis Ambientais	Índice Pluviométrico (mm): Fonte (CIRAM etc.):	
	Umidade Relativa (%): Fonte (CIRAM etc.):	
	Velocidade do vento:	
	Temperatura Ambiente (°C):	

4 - Monitoramento do Composto Pronto

Aproximadamente um mês depois do “tombo” das leiras, já no composto pronto (após a cura), serão retiradas 3 (três) amostras, de diferentes partes do monte, para análises dos seguintes parâmetros, discutido em Teixeira (2012), provenientes da IN 27/2006 MAPA, que estabelece os limites de contaminantes inorgânicos e agentes patogênicos em produtos comerciais. Cada amostra será composta de 5 sub-amostras de aproximadamente 1kg, misturados em um balde para retirar 500g para a amostra que será encaminhada para análise.

Contaminantes Inorgânicos:

- ✓ Arsênio (mg/kg);
- ✓ Cádmio (mg/kg);
- ✓ Chumbo (mg/kg);
- ✓ Cromo (mg/kg);
- ✓ Mercúrio (mg/kg);
- ✓ Níquel (mg/kg);
- ✓ Selênio (mg/kg);

Agentes Patogênicos:

- ✓ Coliformes termotolerantes (NMP/gMS);
- ✓ Salmonella;
- ✓ Ovos viáveis de helminto (ovos viáveis/4gST).

PARÂMETROS DE MONITORAMENTO DO COMPOSTO PRONTO APROXIMADAMENTE UM MÊS DEPOIS DO 'TOMBO' DAS LEIRAS

Número da Leira:	
Responsável:	Data:
Contaminantes Inorgânicos	Valor Máximo Permitido
Arsênio (mg/kg):	≤ 63
Cádmio (mg/kg):	≤ 5,5
Chumbo (mg/kg):	≤ 304
Cromo (mg/kg):	≤ 316
Mercúrio (mg/kg):	≤ 2,1
Níquel (mg/kg):	≤ 127
Selênio (mg/kg):	≤ 21
Agentes Patogênicos	Valor Máximo Permitido
Coliformes termotolerantes (NMP/gMS)	< 1000
Salmonella (NMP em 10g MS)	ausência (*) (**)
Ovos viáveis de helminto (ovos viáveis/4gST)	< 0,25

Fonte: (*) Proposta de Resolução CONAMA que define Critérios para Produção de Composto de Resíduos Sólidos Orgânicos.

Nota: ()** Legislação sobre *Salmonella*:

- no Brasil: presença/ausência como padrão de aceitabilidade;
- nos EUA: estabelece um limite < 3 NMP em 4g MS, USEPA (número mais provável por 4 gramas de matéria seca) para alguns materiais de aplicação agrícola;
- **sugere-se na nova legislação a adoção do modelo americano: < 3,0 em 4g MS. A presença de Salmonella no fim do processo de compostagem deve-se principalmente à presença de pássaros silvestres.**

Recomenda-se:

- um mês antes da distribuição do composto para uso, as leiras devem ser cobertas para facilitar a atividade de minhocas e embuás e reduzir a presença de pássaros;
- a adoção de Normas de Boas Práticas de higienização de verduras e frutas frescas e o consumo imediato de produtos de hortas urbanas para redução e eliminação da contaminação por *Salmonella*.

ANEXO 4 - Custo de implementação do pátio de compostagem

LEGENDA		
SISTEMA DRENAGEM LEIRAS	GALPÃO	FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS
Intervenção / Objeto	Descrição	Custo estimado (R\$)
Cavar o volume de terra ao longo das leiras, profundidade de 20 cm, aproximadamente, com leve declividade para condução dos líquidos para a direção desejada;	O movimento de terra pode ser realizado por retroescavadeira da UFRJ	0,00
Impermeabilizar o fundo com manta PVC;	As mantas impermeabilizantes disponíveis no mercado mais adequadas são as vendidas em pedaços de 1m x 10m por R\$184,18. Para 21 leiras de 30m de comprimento por 1,8m de largura, são necessárias 126 peças.	$126 \times 184,18 = 23.206,68$
Inserir camada de 10 cm brita para favorecer o deslocamento dos líquidos;	A brita 3 pode ser comprada por R\$70,17/m ³ . Para 21 leiras de 54m ² de base e camada de 10cm de brita, são necessários 113,4m ³ de brita.	$114 \times 70,17 = 7.999,38$
Cavar um volume de terra na extremidade de cada leira, abaixo da linha da superfície, para instalar um reservatório de chorume de aproximadamente 200 litros;	O movimento de terra pode ser feito pela retroescavadeira da UFRJ. O reservatório pode ser uma bombona de 200L (~R\$100) ou de cimento. 1 saco de 20kg de cimento (~R\$20) mais 60kg de areia (~R\$10) para o traço rendem 4m ² de superfície com 2,5cm de espessura. Para um reservatório de 60cm x 60cm de base e 60cm de profundidade (216 litros), gasta-se R\$13,50. O reservatório de cimento é a opção mais barata.	$21 \times 13,50 = 283,50$
Cavar o volume de terra abaixo da superfície do solo para o reservatório de água de reúso, de aproximadamente	O movimento de terra pode ser feito por retroescavadeira da UFRJ. O tanque mais adequado encontrado no mercado é o de	2.000,00

3.000 litros;	polietileno de 3.000L e pode ser comprado por aproximadamente R\$2.000,00.	
Construir galpão para recepção de pessoas, armazenamento de ferramentas, área de descanso e higienização, banheiro, limpeza das bombonas, trituração de podas, envase de fertilizante líquido, ensacamento de composto orgânico e estoques de folhas secas e composto orgânico;	Este é um projeto à parte de construção civil, que deve ser desenvolvido em parceria com o Escritório de Planejamento e Manutenção da UFRJ. O galpão deve ter aproximadamente 400 m ² para contemplar todos os usos previstos. O preço médio por m ² de galpão construído em estrutura metálica é R\$150.	60.000,00
Instalação dos sistemas de abastecimento e esgotamento de água e equipamentos hidráulicos do galpão, bem como eventuais construções, equipamentos e mobiliário para o interior do galpão;	A ser realizado em parceria com equipe do Hangar ou do EPLAM.	A definir
Sistema de tratamento de efluente de limpeza das bombonas;	Com vazão de uma torneira comum: de 6 a 15 litros por minuto. Foi considerada a vazão de 900L/h.	700,00
Bomba d'água para bombear a água de lavagem das bombonas para caixa d'água pós tratamento;	Uma bomba simples de 0,5HP já é capaz de bombear até 2.500L/h com pressão de até 8mca. Duas unidades garantem a continuidade da operação em caso de necessidade de manutenção.	2 x 120 = 240
Caixa d'água para água de reuso para lavagem das bombonas ou irrigação e captação de água da chuva do galpão;	Se cada bombona leva 1 min pra ser lavada, 136 bombonas levam 136 min, consumindo 2.040 litros de água por dia. Uma de 3.000 litros seria suficiente para dar conta do sistema, com folga.	1.200,00
Forcados;	Forcados retos e curvos podem ser comprados por até R\$45. 12 unidades são suficientes para suprir a operação na máxima	540,00

	capacidade.	
Pás;	Pás podem ser compradas por até R\$20. 8 unidades são suficientes para a operação na máxima capacidade.	160,00
Enxadas;	Enxadas podem ser compradas por até R\$30. 6 unidades são suficientes para operação na máxima capacidade.	180,00
Carrinhos plataforma;	Um carrinho de capacidade de até 600kg é suficiente para a operação. Duas unidades garantem a continuidade da operação em caso de necessidade de manutenção.	2 x 700 = 1400,00
Bombonas 30L;	272 bombonas são necessárias para atender a operação. Enquanto 136 estão nos restaurantes armazenando 3,81 ton de resíduos alimentares por dia, outras 136 estão na operação do pátio. Cada bombona pode ser comprada por um preço médio de R\$45.	272 x 45 = 12.240,00
Motosserra;	A motosserra serve exclusivamente para auxiliar a operação de trituração de podas e folhas e substitui o trabalho de facões, serras de poda manuais e machados. Duas unidades garantem a continuidade da operação em caso de necessidade de manutenção.	2 x 600,00 = 1.200,00
Equipamentos de proteção individual (EPI): óculos de proteção, máscaras, luvas e proteção auditiva no caso do uso de triturador;	Cada operador deve dispor de seu próprio jogo de EPI. Cada jogo custa em torno de R\$20.	12 x 20 = 240,00

Termômetro e outros sensores para monitoramento das leiras;	Estes equipamentos podem variar bastante de preço de acordo com a tecnologia e automação, mas podem ser encontrados sensores de haste que medem, pH, temperatura e umidade por aproximadamente R\$ 100. Duas unidades garantem a continuidade da operação em caso de necessidade de manutenção.	2 x 100 = 200,00
Balanças de mão;	Estes equipamentos podem variar bastante de preço de acordo com a qualidade do produto. Os da faixa de R\$50 são indicados para a operação. 4 unidades são indicadas para atender a operação máxima e garantir a continuidade das medições em caso de necessidade de manutenção.	4 x 50 = 200,00
Triturador para folhas e podas;	O modelo Trapp TR-600g de 13,5HP é o indicado para atender à demanda de trituração de podas. É fundamental investir numa marca com boa assistência técnica em caso de necessidade de manutenção. Duas unidades garantem a continuidade da operação em caso de necessidade de manutenção.	2 x 8.000,00 = 16.000,00
Peneira rotativa.	É fundamental investir numa marca com boa assistência técnica em caso de necessidade de manutenção.	12.500,00
TOTAL	É prudente acrescentar uma margem de pelo menos 20% do valor calculado até aqui para contemplar os valores não calculados e eventuais diferenças de preço em relação aos pesquisados neste trabalho.	140.489,56 + (~20%) = 170.000,00

ANEXO 5 - Cenários financeiro-econômicos

Mes	Resíduos alimentares recebidos (t/d)	Composto orgânico produzido (kg)	Fertilizante líquido produzido (L)	Valor composto produzido (R\$)	Valor cronome produzido (R\$)	Folha salarial CT 3SM	Folha salarial CT 2SM	Folha salarial CLT 2SM	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 4 alterado
0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	-170000	-170000	-170000	-170000	-170000
1	2,54	0	3240	0	19440	47025	31350	97969	-248529	-267969	-197585	-217025	-201350
2	2,75	0	7128	0	42768	47025	31350	97969	-303730	-365938	-201642	-264050	-232700
3	2,96	0	11087	0	66582	47025	31350	97969	-335116	-463906	-182285	-311075	-264050
4	3,18	0	15380	0	92340	47025	31350	97969	-340745	-561875	-136970	-358100	-295400
5	3,39	23622	17010	23622	102060	47025	31350	97969	-313032	-636222	-58313	-381503	-303128
6	3,60	25591	17010	25591	102060	47025	31350	97969	-283350	-708600	22313	-402938	-308888
7	3,81	27559	17010	27559	102060	47025	31350	97969	-251700	-779010	104907	-422404	-312679
8	3,81	29528	17010	29528	102060	47025	31350	97969	-218081	-847451	189469	-439901	-314501
9	3,81	31496	17010	31496	102060	47025	31350	97969	-182494	-913924	276000	-455430	-314355
10	3,81	33465	17010	33465	102060	47025	31350	97969	-144938	-978428	364500	-466991	-312241
11	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	-105414	-1040964	454968	-480583	-308158
12	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	-65890	-1103500	545436	-492175	-304075
13	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	-26365	-1166035	635904	-503767	-299992
14	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	13159	-1228571	726372	-515359	-295909
15	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	52683	-1291107	816840	-526951	-291826
16	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	92207	-1353643	907308	-538543	-287743
17	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	131732	-1416178	997776	-550135	-283680
18	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	171256	-1478714	1088244	-561727	-279577
19	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	210780	-1541250	1178712	-573319	-275494
20	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	250305	-1603786	1289180	-584911	-271411
21	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	288829	-1666321	139648	-596503	-267328
22	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	323353	-1728857	1450116	-608095	-263245
23	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	368877	-1791393	1540584	-619687	-259162
24	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	408401	-1853929	1631052	-631279	-255079
25	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	447926	-1916464	1721520	-642871	-250966
26	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	487450	-1979000	1811988	-654463	-246913
27	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	526974	-2041536	1902456	-666055	-242830
28	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	566498	-2104072	1992924	-677647	-238747
29	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	606023	-2166607	2083392	-689239	-234664
30	3,81	35433	17010	35433	102060	47025	31350	97969	645547	-2229143	2173860	-700831	-230581

ANEXO 6 - Economia da UFRJ pela não externalização de resíduos orgânicos

Mês	Resíduos alimentares recebidos (t/d)	Podas e roçadas utilizadas, aproximadamente (t/d)	Economia UFRJ para pagar o pátio (R\$)	Saldo Acumulado (R\$)
1	2.54	3.33	20841	20841
2	2.75	3.33	22013	42854
3	2.96	3.33	23184	66038
4	3.18	3.33	24355	90394
5	3.39	3.33	25527	115920
6	3.60	3.33	26698	142618
7	3.81	3.33	27869	170487
8	3.81	3.33	27869	198356
9	3.81	3.33	27869	226225
10	3.81	3.33	27869	254094
11	3.81	3.33	27869	281963
12	3.81	3.33	27869	309832
13	3.81	3.33	27869	337701
14	3.81	3.33	27869	365570
15	3.81	3.33	27869	393439
16	3.81	3.33	27869	421308
17	3.81	3.33	27869	449177
18	3.81	3.33	27869	477046
19	3.81	3.33	27869	504915
20	3.81	3.33	27869	532784
21	3.81	3.33	27869	560653
22	3.81	3.33	27869	588522
23	3.81	3.33	27869	616391
24	3.81	3.33	27869	644260
25	3.81	3.33	27869	672129
26	3.81	3.33	27869	699999
27	3.81	3.33	27869	727868
28	3.81	3.33	27869	755737
29	3.81	3.33	27869	783606
30	3.81	3.33	27869	811475
31	3.81	3.33	27869	839344
32	3.81	3.33	27869	867213
33	3.81	3.33	27869	895082
34	3.81	3.33	27869	922951
35	3.81	3.33	27869	950820
36	3.81	3.33	27869	978689
37	3.81	3.33	27869	1006558
38	3.81	3.33	27869	1034427
39	3.81	3.33	27869	1062296
40	3.81	3.33	27869	1090165
41	3.81	3.33	27869	1118034
42	3.81	3.33	27869	1145903
43	3.81	3.33	27869	1173772
44	3.81	3.33	27869	1201641
45	3.81	3.33	27869	1229510
46	3.81	3.33	27869	1257379
47	3.81	3.33	27869	1285248
48	3.81	3.33	27869	1313117
49	3.81	3.33	27869	1340986
50	3.81	3.33	27869	1368855
51	3.81	3.33	27869	1396724
52	3.81	3.33	27869	1424593
53	3.81	3.33	27869	1452462
54	3.81	3.33	27869	1480331
55	3.81	3.33	27869	1508201
56	3.81	3.33	27869	1536070
57	3.81	3.33	27869	1563939
58	3.81	3.33	27869	1591808
59	3.81	3.33	27869	1619677
60	3.81	3.33	27869	1647546