



ESCRITÓRIO DA
ESCOLA DE
ENGENHARIA E
DESIGN

Potencial do chorume da
compostagem como biofertilizante

RODA VERDE COMPOSTAGEM

Escritório Escola de Engenharia e Design da UFF
Lucas Tinoco
Dirlane de Fátima do Carmo – Orientadora do Projeto
Daiane Cecchin – Orientadora do Projeto



Introdução

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), 85% da população brasileira se concentra em áreas urbanas, onde são geradas estimativamente, 29 milhões de toneladas anuais de resíduos orgânicos, em que a maior parte (98,4%) são depositados erroneamente em lixões, ou dispostos em aterros sanitários, gerando graves problemas de saúde pública, e potencializando as mudanças climáticas (OLIVEIRA et al., 2019).

O crescente aumento da produção de resíduos orgânicos oriundos das populações urbanas, torna a situação cada vez mais preocupante e necessita de soluções inovadoras e simples. Visto que é um problema global, sua resolução deve, também, ser ampla, fácil e eficaz. Uma solução que corresponde a esses requisitos é a compostagem, uma prática muito antiga e difundida no meio rural.

A compostagem consiste, basicamente, na mistura de resíduos sólidos orgânicos, observando a umidade, temperatura e proporções adequadas de fontes de carbono em relação a fontes de nitrogênio. Este processo resulta em degradação natural dos resíduos, tornando-os adubos de excelente qualidade e produzindo chorume (lixiviado), que, quando captado, pode se tornar um biofertilizante. Estes subprodutos da compostagem, quando provenientes de fontes exclusivamente orgânicas, não necessitam de nenhum tratamento prévio para seu uso, a não ser a diluição no caso do chorume.

Dados do último levantamento do Serviço Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2020) apontam que em 2019 foram coletados 65,11 milhões de toneladas de resíduos sólidos e a estimativa é que em torno de 51% desse material seja orgânico. Apesar da compostagem ser uma das alternativas de tratamento de resíduo orgânico mais antigas, simples, eficientes e de menor custo, há apenas 73 unidades de compostagem instaladas no país que

receberam 299379,7 toneladas de resíduos orgânicos em 2019. E enquanto isso, há sérias dificuldades financeiras para o manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU) no país, visto que somente 44,8% dos municípios fazem cobrança pelos serviços enquanto o valor arrecadado cobre apenas 57,2% dos custos (BRASIL, 2020).

No Brasil, os aterros sanitários são considerados unidades de disposição final ambientalmente adequadas em razão do controle do processo, destacando a impermeabilização de base, a drenagem e o tratamento de lixiviados. Em pátios de compostagem ainda é incipiente esse controle, o que pode acarretar sérios problemas de contaminação ambiental, dependendo do porte do empreendimento e dos tipos de resíduos tratados. No entanto, o lixiviado da compostagem tem para ser considerado um bioinsumo. O mercado de bioinsumos no país, de acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária, movimentou 675 milhões de reais no ano de 2019. Ressalta-se ainda, que em 2020 foi criado um Programa Nacional de Bioinsumos em virtude da importância desse setor para um mercado que visa a sustentabilidade na produção agrícola. Portanto, além do composto, há o potencial do uso do chorume como produto comercializável em um mercado promissor e ascendente no país. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do chorume produzido por meio de compostagem urbana, como subproduto comercializável, a partir da viabilidade econômica, legislação normativa e potenciais usos.

Chorume

A norma brasileira - NBR 8849/1985 (ABNT, 1985) define chorume como o líquido produzido pela decomposição de substâncias contidas nos resíduos sólidos, de cor escura, mau cheiro e elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

As características físicas, químicas e biológicas dos lixiviados dependem do tipo de resíduo aterrado, do grau de decomposição, do clima, da estação do ano, da idade do aterro, da profundidade do resíduo aterrado, do tipo de operação do aterro, entre outros fatores. Logo, pode-se afirmar que a composição dos lixiviados pode variar consideravelmente de um local para outro, como também em um mesmo local e entre épocas do ano (REINHART; GROSH, 1998).

O chorume é um produto com potencial positivo para o solo e é pouco aproveitado pela maioria dos locais em que se faz compostagem, principalmente pela sua dificuldade de captação. Mas, uma vez captado, “é um condicionador de solo que tem como efeito principal o estímulo ao enraizamento, além de melhorar suas propriedades físico-químicas, aumentar a capacidade de retenção de água, capacidade de troca catiônica, efeito de tamponamento, fornecer ao solo nutrientes essenciais e estimular a atividade microbiana” (SILVA et al, 2014).

Há outras denominações para chorume, tais como lixiviado ou percolado. É usual a adoção do termo lixiviado para o líquido proveniente da decomposição de resíduos em aterros sanitários, estes resíduos podem conter, além dos orgânicos, metais pesados, produtos eletrônicos, entulho, dentre outros materiais. Já o chorume, termo usualmente utilizado para o percolado da compostagem, é proveniente apenas da decomposição de resíduos orgânicos. O lixiviado de aterros necessita de tratamento e análise de composição prévia para autorização de seu uso, o chorume da compostagem não tem necessidade de nenhum desses processos, mesmo sendo aconselhável uma análise de composição para utilizá-lo da melhor forma, sem riscos à saúde.

O risco de poluição pelo chorume, mesmo que não tenha componentes tóxicos, pode ser muito grande, como ele apresenta “alto valor de Demanda Química de Oxigênio - DQO o lançamento deste efluente em corpos hídricos, sem tratamento, pode consumir o oxigênio do meio” (CRUZ; GERUDE NETO; FREITAS;

RODRIGUES; SILVA, 2019). Por isso, em grandes quantidades, é necessária uma forma de captação adequada para uso ou descarte de forma apropriada.

Usos do Chorume

O chorume pode ser usado como catalisador do próprio processo de compostagem, os microrganismos presentes no líquido aceleram as reações químicas de decomposição e tornam o processo mais eficiente. A recirculação do chorume é uma prática promissora para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos, sua recirculação permite a manutenção da umidade adequada aos processos de decomposição. Entretanto, em grandes quantidades, a recirculação do chorume deve ser controlada pois, em excesso, podem surgir problemas relativos à estabilidade dos taludes. Adicionalmente, a infiltração do excesso de chorume recirculado pode ocasionar a poluição do solo e das águas subterrâneas.

O chorume também tem propriedades relevantes como condicionador de solo, estimulando o enraizamento de plantas, melhorando a retenção de água, fornecendo nutrientes, auxiliando no tamponamento do solo e na capacidade de troca catiônica, estimulando a atividade de microrganismos, sendo denominado por Serra, Aissa e Silva (2014) como “húmus líquido”.

Pereira (2020) entretanto, ressalta que, em grande escala, a utilização direta do chorume como fertilizante pode não ser interessante economicamente, pelo volume elevado de água para sua diluição. O autor sugere a digestão anaeróbia no tratamento do chorume, para dessa forma obter-se dois produtos: o biogás e o digestato, que possui uma carga orgânica menor que o chorume e uma relação carbono/nitrogênio (C/N) interessante para sua utilização como biofertilizante.

Uso do chorume como biofertilizante

O biofertilizante é um adubo orgânico líquido que contém organismos e nutrientes (micro e macro) que melhoram a saúde das plantas, deixando-as mais resistentes ao ataque de pragas e doenças. O líquido é resultado da fermentação de resíduos orgânicos e nutrientes em água (STUCHI, 2015).

Dentre as vantagens e benefícios do uso do biofertilizante estão a produção de alimentos mais saudáveis, com menor impacto ao meio ambiente; o fortalecimento das plantas e garantia de maior resistência ao ataque de pragas e doenças; a melhoria da produtividade das culturas; um menor custo quando comparado aos fertilizantes químicos; o alto teor em nitrogênio e outros nutrientes (fósforo, potássio, cálcio, dentre outros) indispensáveis ao solo; a melhoria da fertilidade do solo por adição de nutrientes; a reutilização da matéria-prima da propriedade, além de poder se tornar uma fonte alternativa de renda (STUCHI, 2015).

Segundo Timm et al. (2004), biofertilizante é o produto da fermentação decorrente de matéria orgânica por meio de microrganismos. De forma mais específica, o biofertilizante é a mistura do chorume proveniente da compostagem com uma quantidade específica de água. Esta fórmula varia muito a quantidade de água para diluição, principalmente de acordo com as características químicas do chorume e as necessidades da planta. Rosa et al (2020) ressaltam que o uso de biofertilizantes é benéfico, mas deve se ter um controle da quantidade das aplicações, para que as mudas consigam se desenvolver com vigor e resistência. Os autores analisaram diferentes tratamentos com uso de chorume variando entre 0 e 1000 ml para mudas de alface, concluindo que o tratamento com 750 ml era o mais indicado, visto que as mudas conseguiram se desenvolver com mais qualidade, sem apresentar déficits de nutrientes. TOMITA et al. (2007) sugerem uma concentração entre 2% a 5% de chorume nas misturas, de forma geral, para mudas

e plantas já estabelecidas, respectivamente. Já Rodrigues e Stuchi (2014) da Embrapa Amapá, sugerem a diluição de 5% e um uso de 100 ml da solução por planta, a partir do chorume vindo de compostagem doméstica. Todos esses dados estão compilados na Tabela 1.

Tabela 1: Concentração sugerida de chorume, volume e tipo de plantas em que pode ser aplicado

Estudo	Concentração de chorume	Volume aplicado / Forma	Tipo de Plantas
Tomita et al (2007)	2 a 5%	Pulverização	Todas
Stuchi e Rodrigues (2014)	5%	100 ml solução / planta	Todas
ROSA (2020)	*	750 ml chorume / planta	Alface

* Não é especificado no trabalho se foi feita diluição

Não há um consenso de uma concentração ideal de chorume na solução a ser aplicada, os valores mais encontrados nos trabalhos têm sido entre 2 e 5%. De todos os trabalhos com especificação de concentração de chorume, apenas a Embrapa Amapá (2014) apresenta um chorume proveniente de material de compostagem.

Dadas estas informações, a melhor alternativa é indicar, no rótulo do produto, a diluição em água na proporção de 5% e utilizar essa solução como substituição da rega/irrigação e da adubação, quando houver.

Comparando as fórmulas de biofertilizante apresentadas, a mais completa e aplicável a qualquer tipo e estágio de desenvolvimento das plantas é a da Embrapa Amapá, de acordo com dados de Rodrigues e Stuchi (2014).

A literatura indica que o chorume proveniente de compostagem de resíduos orgânicos urbanos não requer tratamento prévio, mas, como garantia, é

recomendada uma análise de toxicidade do composto gerado pela Roda Verde, para evitar possíveis problemas futuros pela empresa.

Levantamento de Legislação relacionada a chorume como produto

O chorume é um biofertilizante que pode ser enquadrado como um bioinsumo. No Brasil há uma recente legislação, o Decreto 10.375 de 26 de maio de 2020 (BRASIL, 2020), que apresenta o conceito de bioinsumo. como: “todo produto, processo ou tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos”.

O termo bioinsumo é usado no Brasil para identificar um produto biológico, como por exemplo, bioinseticidas, biofertilizantes, inoculantes e outros. Portanto, o biofertilizante é um bioinsumo, caracterizado como um produto que contém componentes ativos ou substâncias orgânicas, obtido de microrganismos ou a partir da atividade destes, bem como seus derivados de origem vegetal e animal, capaz de atuar direta ou indiretamente sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, no aumento de sua produtividade ou na melhoria de sua qualidade, incluídos os processos e tecnologias derivados desta definição.

Instrução Normativa 53/2013

Para que o chorume possa ser registrado e comercializado como um biofertilizante há critérios estabelecidos no artigo 5º da Instrução Normativa nº. 53/2013 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (MAPA,

2013). O empreendedor interessado na produção desse bioinsumo deve consultar a IN 53/2013, no artigo 3º e 5º, para caracterização do estabelecimento como produtor e comercializador de biofertilizante, respectivamente.

Deve-se ressaltar que, mesmo sendo um produto com baixo risco ambiental, na embalagem e no rótulo há a necessidade de informações claras e objetivas sobre características e qualidades, bem como informações mais técnicas, tais como: indicação, recomendações de uso, quantidade, podendo também apresentar em que cultura pode ser utilizado, dosagem, cuidados, restrições, incompatibilidades, bem como potenciais riscos (MAPA, 2013, art. 12).

Instrução Normativa 61/2020

A instrução normativa nº 61/2020 do MAPA (MAPA, 2020, art. 3) apresenta a separação dos fertilizantes orgânicos em diferentes classes, sendo que o chorume pode ser enquadrado como Classe “B”, como: produto que utiliza, em sua produção, quaisquer quantidades de matérias-primas orgânicas geradas nas atividades urbanas, industriais e agroindustriais, incluindo a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional, lodos gerados em estações de tratamento de esgotos, lodos industriais e agroindustriais gerados em sistemas de tratamento de águas residuárias contendo qualquer quantidade de despejos ou contaminantes sanitários, todos com seu uso autorizado pelo Órgão Ambiental, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

O chorume também, por essa instrução normativa (MAPA, 2020, art. 4), é especificado como um produto fluido, considerando a sua natureza física, devendo ser indicada, obrigatoriamente, a sua densidade e as suas garantias em percentagem mássica (peso de nutrientes por peso de produto) e em massa por

volume (gramas por litro), devendo a indicação desta última ser feita entre parênteses, com a mesma dimensão gráfica após a indicação obrigatória.

O rótulo do produto deverá conter os macronutrientes primários e secundários e micronutrientes do biofertilizante devem ser expressos de acordo com esta instrução normativa. Os nutrientes devem ser expostos em porcentagem mássica (massa de nutrientes por massa de produto). Também no rótulo do produto deverá conter uma série de informações do estabelecimento, de identificação, composição e uso do produto. O produto também deverá ter a nota fiscal com informações do produto e do estabelecimento, especificadas, também, na instrução normativa (MAPA, 2020, art. 5, 7, 13, 17, 18).

Viabilidade Econômica

As leiras do terreno da Roda Verde têm dimensões de 6x1,5x1,4 m, considerando comprimento versus largura versus altura, sendo um total de quatro. Segundo Inácio e Miller (2009), uma leira com 1,2 m de altura, com geometria trapezoidal, produz 0,5 L de chorume por metro quadrado de área por dia. Além das dimensões, para identificar o potencial de volume de chorume a ser produzido, também é necessário saber o tempo em que cada leira irá permanecer na área de captação de chorume, sendo este estimado em quatro semanas.

Pela pouca diferença de altura entre as leiras da Roda Verde e de Inácio e Miller (2009), ambas serão tratadas como equivalentes. Dadas estas condições, o cálculo para a produção de chorume por leira foi realizado utilizando a equação 1:

$$Q_c = L * C * N * D * P_d \quad (\text{Eq.1})$$

Onde:

L é a largura;

C é o comprimento;

N é o número de leiras;

D é o número de dias;

Pd é a produção de chorume por dia e por metro quadrado em litros;

Qc é a quantidade total de chorume no fim do processo;

Considerando uma leira com largura de 2 metros, comprimento de 6 metros, em que há a coleta do chorume por 28 dias, e considerando também que a produção por metro quadrado seja de 0,5 litros, a quantidade de chorume produzida seria de 168 litros.

Para o cálculo da quantidade de chorume em 1 mês, é necessário saber a quantidade de tempo que cada leira irá permanecer na área de coleta. O plano de manejo passado pela equipe da Roda Verde seria a instalação de 1 leira a cada semana, totalizando 4. Então, na semana 4, estariam:

- Leira 1: 4 semanas
- Leira 2: 3 semanas
- Leira 3: 2 semanas
- Leira 4: 1 semana

Utilizando a equação 1, a quantidade de chorume no fim da quarta semana seria de:

- Leira 1: 168 L
- Leira 2: 126 L
- Leira 3: 84 L
- Leira 4: 42 L

Portanto, estima-se que, mensalmente, seriam produzidos 420 L de chorume que poderiam ser comercializados como biofertilizante.

Após uma pesquisa no Mercado Livre, pôde-se constatar que os preços são muito variados. A venda de 500 ml de chorume concentrado, por exemplo, varia de R\$ 15,00 até R\$ 24,99.

Sugerindo a venda em garrafas de 100 ml a um preço de R\$5,00 cada, a receita estimada seria á dada pela Equação 2:

$$R = P1 * Q1 \quad (\text{Eq.2})$$

Onde:

P1 é o valor de uma garrafa

Q1 é a quantidade de garrafas produzidas

R é a receita bruta estimada

$$R = R\$5,00 * 4.200 = R\$21.000,00$$

Portanto, seriam produzidas 4200 garrafinhas de 100 mL que comercializadas ao valor de 5 reais dariam um lucro de 21 mil reais.

Após uma pesquisa de fornecedores para garrafas de plástico de 100 ml, 100 unidades podem ser compradas por R\$110,60. Com isso, a margem de contribuição estimada poderia ser dada pelas seguintes fórmulas:

$$C = P2 * Q2 \quad (\text{Eq.3})$$

$$T = R - C \quad (\text{Eq.4})$$

Onde:

P2 é o valor de 1 pacote com 100 unidades de garrafas

Q2 é a quantidade de pacotes necessária

C é o custo total estimado

R é a receita bruta estimada

T é o total da margem de contribuição estimada

$$C = R\$110,60 * 42 = R\$4.645,20$$

$$T = R\$21.000,00 - R\$4.645,20 = R\$16.354,80$$

Vale ressaltar que todas as pesquisas de preço no custo foram no mercado de varejo, podendo estes serem reduzidos de forma significativa quando comprados em maiores quantidades. Deve-se ressaltar ainda que não foram considerados custos com mão de obra, além de outros custos que podem incidir sobre o produto, tais como o de rotulagem, armazenamento, dentre outros.

Conclusão

O chorume pode ser comercializado como biofertilizante, sendo um produto atrativo no mercado, no entanto, o empreendimento deve se enquadrar nas instruções normativas do Ministério da Agricultura e Pecuária, obedecendo a diversos critérios.

Deve ser feita a diluição para uso do chorume, sendo indicada a de 5%.

Para o empreendimento Roda Verde, se o produto for comercializado em embalagens de 100 ml, a um valor de R\$5,00, a margem de contribuição estimada é de R\$16.354,80 por mês.

REFERÊNCIAS

ROSA, R.; PUJOL KAUFMANN, K.; DORNELES PEDROSO, L.; CARLOS CRUZ COPETTI, A. USO DO CHORUME OBTIDO ATRAVÉS DA VERMICOMPOSTAGEM COMO BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE LACTUCA SATIVA. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 11, n. 2, 28 ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/103937>.

Acesso em: 12 ago. 2021.

TOMITA, Celso; RESENDE, Francisco; CLEMENTE, Flávia; AMARO, Geovani; SOUZA, Ronessa. APRENDA COMO SE FAZ BIOFERTILIZANTE. Embrapa Hortaliças, [S. l.], p. 1-8, out. 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/804/processo-de-fabricacao-de-biofertilizante>. Acesso em: 20 ago. 2021.

STUCHI, Julia; RODRIGUES, Edilson. COMO MONTAR UMA COMPOSTEIRA CASEIRA. Embrapa Amapá, [S. l.], p. 1-2, 10 jun. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1033373/como-montar-uma-composteira-caseira>. Acesso em: 20 ago. 2021.

STUCHI, Julia. Biofertilizante: Um adubo líquido de qualidade que você pode fazer. Embrapa Amapá, DF, p. 1-20, 16 jun. 2015. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1046948/1/CPAFA_P2015CartilhaBiofertilizantefinal.pdf. Acesso em: 20 ago. 2021.

CHORUME Puro E Concentrado 500ml - Biofertilizante Orgânico. [S. l.], 2021. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1953902629-chorume-puro-e-concentrado-500ml-biofertilizante-orgnico- JM#position=9&search_layout=grid&type=item&tracking_id=158b6a76-5c59-40a3-9c88-45e4a9e44d36. Acesso em: 13 set. 2021.

BIOFERTILIZANTE Chorume Concentrado 500 ml. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1875387954-biofertilizante-chorume-conc>

[entrado-500ml-_JM#position=7&search_layout=grid&type=item&tracking_id=be208404-5126-4366-b972-4060107f4414](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1696862128-100-garrafinhas-50-ml-tampa-metal-preco-imbavel-_JM#position=7&search_layout=grid&type=item&tracking_id=be208404-5126-4366-b972-4060107f4414). Acesso em: 13 set. 2021.

100 Garrafinhas 50 ML Tampa Metal - Preço Imbatível !!! [S. /], 2021. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1696862128-100-garrafinhas-50-ml-tampa-metal-preco-imbavel-_JM?matt_tool=40863305&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=12413749863&matt_ad_group_id=117898708693&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=500615083824&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=114075328&matt_product_id=MLB1696862128&matt_product_partition_id=864293977844&matt_target_id=aud-1267094690848:pla-864293977844&qclid=Cj0KCQjwm9yJBhDTARIsABKlcGb3E7BypsV1tXjPVG_mErYR2TklykDJ8cIK0ZgqdRy9AggBBPMGsM0aAnHzEALw_wcB. Acesso em: 13 set. 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 53, de 23 de Outubro de 2013. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 53, [S. /], p. 1-38, 26 jul. 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-53-2013-com-as-alteracoes-da-in-3-de-15-01-2020.pdf>. Acesso em: 9 set. 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 61, de 8 de Julho de 2020. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 61, [S. /], 15 jul. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-53-2013-com-as-alteracoes-da-in-3-de-15-01-2020.pdf>. Acesso em: 9 set. 2021.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. 18º Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, [S. l.], p. 1-246, 1 dez. 2020. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico_RS2019.pdf. Acesso em: 9 set. 2021.