
ALECE
ASSEMBLEIA LEGISLATIVA
DO ESTADO DO CEARÁ
MANUAL DE
COMPOSTAGEM
EM LEIRAS
EDIÇÕES
INESP

MANUAL DE COMPOSTAGEM EM LEIRAS





ALECE
ASSEMBLEIA LEGISLATIVA
DO ESTADO DO CEARÁ

LIVRO ELETRÔNICO
EDIÇÕES INESP DIGITAL

MANUAL DE COMPOSTAGEM EM LEIRAS

Felipe Pereira Vidal Cardozo

Yuri Passos Santos

EDIÇÕES INESP

Copyright by Inesp © 2026

INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ - INESP

João Milton Cunha de Miranda
Diretor-Executivo

Luis Ernandes dos Santos do Carmo
Articulador

Valdemice Costa de Sousa (Valdo)
Orientador da Célula de Produção
e Gestão Editorial

Sara Maria Marques Bastos
Supervisora do Núcleo
de Iniciativas Editoriais

Valdério da Costa
Projeto Gráfico, Diagramação e Capa

Gustavo Rodrigues de Vasconcelos
Orientador da Célula de Redação
e Revisão Preparação Textual

Tiago Melo Casal e Aurenir Lopes Alves
Acessibilidade Digital

Sandra Bastos Mesquita
Nadja Pinheiro
Revisão

Catalogado por Daniele Sousa do Nascimento CRB-3/1023

C294m Ceará. Assembleia Legislativa. Comitê de Responsabilidade Social.
Manual de compostagem em leiras [livro eletrônico] / Comitê de Responsabilidade Social. – Fortaleza: INESP, 2026.
85 p. : il. color. ; 3700 KB ; PDF

ISBN: 978-65-6094-163-2

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Compostagem. 3. Química orgânica. I. Ceará. Assembleia Legislativa. Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado. II. Título.

CDD 333.7

*** DISTRIBUIÇÃO GRATUITA ***
TODOS OS DIREITOS RESERVADOS ÀS EDIÇÕES INESP.
A presente obra não poderá ser comercializada e sua reprodução, total ou parcial, por quaisquer meios reprográficos ou digitais, deverá ter a autorização prévia do Inesp.

Palavra do Presidente

Um dos processos democráticos mais significativos criados pela humanidade é a comunicação. Além da necessidade humana de compor meios e mensagens, comunicar é uma obrigação dos entes públicos. Não foi à toa que nossa gestão à frente da Alece trabalhou com afinco para conquistar o Selo Diamante de Transparência Pública. A certificação máxima do Programa Nacional de Transparência, atribuído pela Associação dos Membros dos Tribunais de Contas do Brasil (Atricon), mostra o respeito com que tratamos os dados e as informações relativas ao povo. Em consequência, o respeito que temos pelas pessoas.

O Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará (Inesp) vem, desde 1989, contribuindo com a percepção de que no Ceará comunicar é algo muito sério. E, com isso, estimulamos uma engrenagem capaz de mover todo um corpo funcional que ajuda a população a se apropriar das políticas públicas.

Foi assim que a educação cearense encantou o Brasil. Elaborada e continuada por uma sequência de governadores, e uma governadora, responsáveis, comunicar processos, resultados, críticas, avanços, possibilidade, estatísticas, transparentemente, dividiu com os cearenses o ato de fiscalizar para desenvolver.

O exemplo da educação é um aspecto de muitos estudos que você encontrará nessas publicações. Acompanhe para contribuir com o crescimento do nosso Ceará.

Com respeito,

DEPUTADO ESTADUAL ROMEU ALDIGUERI
Presidente da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará

Palavra da Primeira-dama

A compostagem representa mais do que uma solução para o gerenciamento de resíduos; trata-se de uma ação estratégica que integra educação ambiental e responsabilidade social, fortalecendo a consciência ecológica e reafirmando nosso compromisso com uma gestão pública eficiente.

Este Manual, enquanto instrumento pedagógico e de orientação técnica, aproxima servidores, estudantes e a comunidade dos ciclos ecológicos e dos princípios da sustentabilidade, fortalecendo a cidadania e contribuindo para a disseminação de uma cultura de responsabilidade socioambiental.

Por meio da Célula de Sustentabilidade do Comitê de Responsabilidade Social (CRS), a Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (Alece) desenvolve e executa iniciativas voltadas à implementação e ao aprimoramento de práticas de logística reversa. Essas ações demonstram o compromisso da instituição com a ética, a sustentabilidade e a redução de custos operacionais.

Alinhada aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), esta publicação reforça nosso papel na construção de uma sociedade mais consciente e participativa, incentivando a criação e o fortalecimento de espaços socioambientais nas instituições e contribuindo para a qualidade de vida das futuras gerações.

TAINAH MARINHO ALDIGUERI
Primeira-Dama da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará

Palavra do Inesp

O Instituto de Estudos e Pesquisas sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará (Inesp), criado em 1988, é um órgão técnico e científico de pesquisa, educação e memória. Ao idealizar e gerenciar projetos atuais que se alinhem às demandas legislativas e culturais do estado, objetiva ser referência no cenário nacional.

Durante seus mais de 30 anos de atuação, o Inesp prestou efetiva contribuição ao desenvolvimento do estado, assessorando, por meio de ações inovadoras, a Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (Alece). Dentre seus mais recentes projetos, destacam-se o Edições Inesp e o Edições Inesp Digital, cujos objetivos são editar livros, coletâneas de legislação e periódicos especializados. O Edições Inesp Digital obedece a um formato que facilita e amplia o acesso às publicações de forma sustentável e inclusiva. Além da produção, revisão e editoração de textos, ambos os projetos contam com um núcleo de design gráfico.

O Edições Inesp Digital já se consolidou. A demanda por suas publicações alcançou uma marca de 5 milhões de downloads. As estatísticas demonstram um crescente interesse nas publicações, com destaque para as de Literatura, Ensino, Legislação e História, estando a Constituição Estadual e o Regimento Interno entre os primeiros colocados.

Os Manual de compostagem em leiras é mais uma obra do diversificado catálogo de publicações da Edições Inesp Digital, que, direta ou indiretamente, colaboram para apresentar respostas às questões que afetam a vida do cidadão.

PROF. DR. JOÃO MILTON CUNHA DE MIRANDA

Diretor-Executivo do Instituto de Estudos e Pesquisas
sobre o Desenvolvimento do Estado do Ceará (Inesp)

SUMÁRIO

Apresentação 10
Fundamentos da Compostagem 13
O que é compostagem 13
Ciclo biogeoquímico e decomposição da matéria orgânica 13
Diferenças entre processos aeróbicos e anaeróbicos 13
Benefícios ambientais, sociais e econômicos 15

COMPOSTAGEM EM LEIRAS 17
Definição e características gerais 17
Tipos de leiras: estáticas, viradas, trapezoidais e prismáticas 17
Leiras estáticas 18
Leiras viradas 19
Leiras trapezoidais 20
Leiras prismáticas 20
Quando escolher o método em leiras 21
Escalas de operação: doméstica, institucional, municipal e agrícola 22
Escala doméstica 22
Escala institucional 22
Escala municipal 22
Escala agrícola 22
Principais Metodologias Reconhecidas 23
Método UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) 23
Método Embrapa – Compostagem Aeróbica Controlada 24
Método Indore (clássico) 25
Método Windrow Turning (EUA / EPA) 26
Método Takakura (para pequenas escalas) 27
Método Quebec (Canadian Composting Council) 28
Comparação entre metodologias 29

PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO 31
Escolha da área 31
Requisitos de solo, drenagem e topografia 31
Infraestrutura mínima 32
Dimensionamento das leiras 32
Materiais necessários para operação 33
Mapeamento de fontes de resíduo 33

MATERIAIS PARA COMPOSTAGEM 35
Classificação dos resíduos segundo Carbono e Nitrogênio 35
Proporção C/N ideal 35
Preparo e trituração dos materiais 36
Materiais proibidos ou restritos 37

MONTAGEM DAS LEIRAS 39
Passo a passo para montagem das leiras 39
Formatos e dimensões recomendadas 39
Cobertura e proteção contra chuvas 40
Ajustes operacionais iniciais 41

MANEJO OPERACIONAL 43
Revolvimento das leiras: frequência e técnicas 43
Controle de umidade 44
Controle de temperatura 44
Controle de odores 45
Monitoramento microbiológico básico 46
Registro e planilhas de operação 46

INDICADORES DE PROCESSO E QUALIDADE.....47
Parâmetros físicoquímicos para avaliação do processo.....47
Teste de maturidade do composto.....48
Normas técnicas aplicáveis.....48
Resolução CONAMA nº 481/2017.....49
Normas e instruções do MAPA.....49

PROBLEMAS COMUNS E SOLUÇÕES....51
Odores desagradáveis.....51
Umidade excessiva.....51
Presença de resíduos não decompostos...52
Ocorrência de pragas.....52
Leira esfriando cedo demais.....52

APLICAÇÃO DO COMPOSTO FINAL 31
Uso agrícola e urbano do composto.....32
Dosagem e formas de aplicação.....32
Riscos e cuidados na aplicação.....33
Certificação e conformidade normativa....33

ESTUDOS DE CASO 59
Experiências brasileiras em compostagem.....59
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).....59
Embrapa e centros de pesquisa agroambiental.....59
Experiências municipais brasileiras.....60
Experiência institucional: Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (Alece).....60

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....37

ANEXOS

- Planilhas de monitoramento
- Modelos de POP
- Tabelas de C/N dos materiais
- Glossário

APRESENTAÇÃO

A compostagem em leiras representa hoje uma das tecnologias mais consolidadas e eficientes para o tratamento da fração orgânica dos resíduos sólidos, especialmente em instituições públicas que buscam alinhar sua gestão interna aos princípios da sustentabilidade e da responsabilidade ambiental. Na Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (Alece), essa prática assume um papel estratégico: além de reduzir significativamente o volume de resíduos encaminhados ao aterro e as emissões associadas ao transporte e à decomposição anaeróbia, ela se integra a uma visão institucional que valoriza a educação ambiental, a economia circular e o uso responsável dos recursos naturais.

Este manual foi elaborado pelo Comitê de Responsabilidade Social, por meio da Célula de Sustentabilidade e Gestão Ambiental, com a finalidade de fornecer uma base técnicooperacional sólida para a operação da compostagem aeróbica em leiras, incorporando conhecimento científico atualizado, diretrizes de engenharia sanitária e parâmetros legais aplicáveis. Embora seja voltado principalmente às equipes que atuam diretamente no manejo, monitoramento e avaliação do processo dentro da Alece, sua estrutura foi concebida para dialogar também com gestores, pesquisadores, estudantes e instituições públicas que buscam compreender e replicar métodos seguros, eficientes e tecnicamente compatíveis com a realidade climática do Ceará.

Ao longo deste documento, o leitor perceberá que a compostagem é compreendida aqui não apenas como uma técnica, mas como um sistema complexo de transformações físicoquímicas e microbiológicas que exige atenção a variáveis críticas: relação carbono/nitrogênio, dinâmica da umidade, taxa de aeração, porosidade do material, sucessão de microrganismos e controle operacional da temperatura. Esses fatores, frequentemente tratados de modo superficial em materiais introdutórios, são abordados nesta publicação com a profundidade necessária para garantir que o processo se mantenha estritamente aeróbico, eficiente na degradação e seguro do ponto de vista sanitário.

A experiência acumulada na operação de compostagem em instituições públicas demonstra que o controle da umidade — idealmente entre 50% e 60% — é determinante para o equilíbrio entre difusão de oxigênio e atividade microbiana. A umidade

excessiva reduz a porosidade e induz condições anaeróbias indesejadas; a umidade insuficiente limita a decomposição e favorece a perda de nitrogênio por volatilização. Do mesmo modo, o manejo da relação C/N inicial, usualmente situada entre 25:1 e 35:1, é fundamental para que os microrganismos disponham simultaneamente de fonte energética (carbono) e de proteína (nitrogênio) para sua multiplicação. Essa compreensão integrada permite ao operador ajustar o processo de acordo com o comportamento da leira e as características dos resíduos disponíveis, evitando improvisações e garantindo maior previsibilidade.

A equipe técnica da Alece, ao construir este manual, também buscou conciliar diferentes linhas metodológicas consolidadas no Brasil e no exterior. Os métodos da Embrapa e da UFSC oferecem grande contribuição em termos de acessibilidade operacional e adequação ao contexto de pequenas e médias escalas, com ênfase no uso de materiais estruturantes locais. Já a metodologia da EPA norteamericana avança nos parâmetros de engenharia e higienização, especialmente no que se refere às curvas de temperatura e tempo de exposição necessárias ao controle de patógenos. O método Indore — uma referência histórica — fornece fundamentos valiosos sobre a alternância de camadas e o ritmo dos revolvimentos. Longe de adotar um único modelo, este manual integra criticamente essas abordagens, construindo diretrizes adaptadas ao clima semiárido, à disponibilidade de resíduos da Alece e às condições reais de operação do setor público.

O propósito central deste documento, portanto, é orientar a prática institucional de forma tecnicamente sólida, cientificamente fundamentada e operacionalmente exequível. Cada instrução, cada recomendação e cada parâmetro sugerido resulta da combinação entre literatura especializada, normas ambientais vigentes, observação empírica, segurança sanitária e experiência local. Ao mesmo tempo, busca-se manter uma linguagem clara e acessível, que permita que equipes com diferentes níveis de formação compreendam não apenas o *como* fazer, mas principalmente o *porquê* fazer de determinada forma, fortalecendo a autonomia técnica e a qualidade das decisões operacionais.

Espera-se que este manual contribua para consolidar a compostagem como prática permanente da Alece, alinhada tanto às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos quanto às metas institucionais de sustentabilidade, e que sirva de referência para outras instituições públicas que desejem adotar soluções integrais para o gerenciamento de resíduos orgânicos. Ao fazer isso, a Alece reafirma que a gestão ambiental não é apenas uma obrigação normativa, mas um compromisso ético com o território, com as pessoas e com as futuras gerações.



IMAGEM SINTÉTICA CRIADA DIGITALMENTE VIA IA

FUNDAMENTOS DA COMPOSTAGEM

O que é compostagem

A compostagem é um processo biotecnológico de decomposição controlada da matéria orgânica, realizado predominantemente por microrganismos aeróbicos que convertem restos de alimentos, resíduos de poda, folhas e outros materiais biodegradáveis em um composto estável e rico em substâncias húmicas. Tratase de uma tecnologia que replica, em condições monitoradas, os mesmos mecanismos que operam nos ecossistemas naturais para transformar biomassa em nutrientes, fechando o ciclo da matéria orgânica.



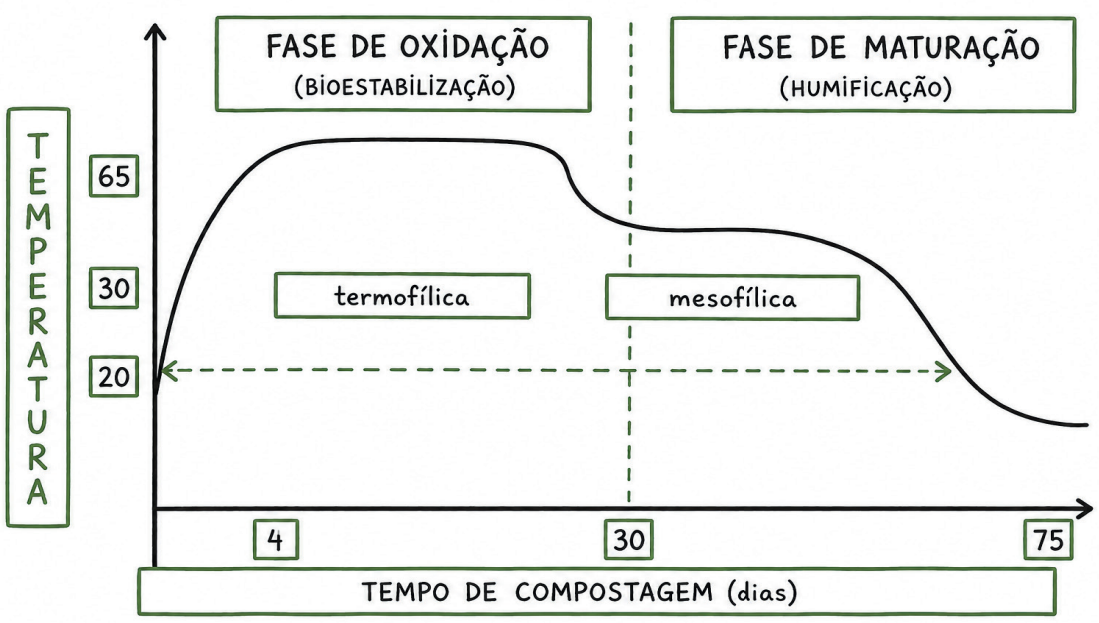
No contexto da gestão ambiental institucional, como no caso da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (Alece), a compostagem atua simultaneamente como método de tratamento de resíduos, mecanismo de redução de impactos ambientais e recurso pedagógico que aproxima servidores e comunidade da compreensão dos ciclos ecológicos. Ao contrário do descarte em aterros, que interrompe o fluxo natural dos nutrientes, a compostagem reintegra ao solo aquilo que, ecologicamente, lhe pertence.

Ciclo biogeoquímico e decomposição da matéria orgânica

A compostagem se insere diretamente no ciclo biogeoquímico do carbono, do nitrogênio e de outros elementos essenciais à vida. Durante o processo, fungos, bactérias e actinobactérias colonizam a leira e iniciam a degradação de moléculas complexas, como celulose, hemicelulose, amidos e proteínas. Essa decomposição ocorre por etapas, acompanhando a sucessão microbiana natural:

1. **Fase mesófila inicial** – com temperaturas até 40 °C, microrganismos mesófilos iniciam a quebra dos materiais mais facilmente degradáveis.
2. **Fase termófila** – as temperaturas elevadas (55–65 °C) resultam da intensa atividade metabólica aeróbica. Nesta fase, ocorre higienização da massa, com inativação de patógenos.
3. **Resfriamento e maturação** – Microrganismos especializados degradam compostos mais resistentes, formando substâncias húmicas e estabilizando o composto.

Figura 1 - Fases de decomposição da matéria orgânica



Fonte: Kiehl (1985) *apud* Moraes (2014).

Essas transformações bioquímicas representam a essência do ciclo natural da matéria orgânica: o carbono retorna à atmosfera sob a forma de CO_2, enquanto o nitrogênio e outros nutrientes permanecem no composto, prontos para serem reintegrados ao solo. Compreender esse ciclo é indispensável para o manejo adequado das leiras, pois cada etapa demanda níveis específicos de oxigênio, umidade e relação C/N.

Diferenças entre processos aeróbicos e anaeróbicos

Embora ambos os processos, aeróbico e anaeróbico, tratem matéria orgânica, eles se baseiam em mecanismos metabólicos radicalmente distintos.

No **processo aeróbico**, característico da compostagem em leiras, o oxigênio atua como aceptor final de elétrons, permitindo que a degradação seja eficiente e gere calor suficiente para alcançar temperaturas termofílicas. O produto resultante é um material estável, com odor de terra, seguro e pronto para aplicação agrícola ou paisagística. O processo aeróbico reduz significativamente o risco de geração de odores ofensivos, forma húmus de boa qualidade e apresenta maior controle sanitário.

No **processo anaeróbico**, que ocorre na ausência de oxigênio, predominam rotas fermentativas ou metanogênicas. O resultado é a formação de metano (CH_4), gás sulfídrico (H_2S) e outros compostos voláteis que conferem odor pútrido à massa. A decomposição é mais lenta, há maior risco sanitário e o produto final exige pós-

-tratamento antes do uso. Apesar de útil em biodigestores para produção de biogás, o processo anaeróbico não é adequado para compostagem em leiras, já que sua dinâmica favorece a perda de nutrientes e o desconforto ambiental.

Assim, a opção pelo método aeróbico em instituições públicas, como a Alece, está diretamente associada à necessidade de um processo seguro, higienizador, de fácil operação e capaz de produzir composto de qualidade com baixo risco ambiental.

Benefícios ambientais, sociais e econômicos

A adoção da compostagem aeróbica oferece uma gama de benefícios que vão além da simples redução do volume de resíduos. Do ponto de vista **ambiental**, o desvio da fração orgânica do aterro sanitário reduz emissões de metano — um dos gases de efeito estufa mais potentes — e diminui a pressão sobre áreas de disposição final. O composto gerado melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando retenção de água, disponibilidade de nutrientes e biodiversidade edáfica.

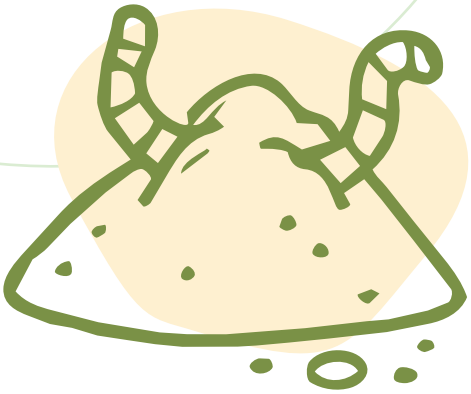
No âmbito **social**, o processo fortalece a educação ambiental ao tangibilizar conceitos como economia circular, ciclos ecológicos e responsabilidade socioambiental. Permite que servidores, estudantes e visitantes compreendam o valor da matéria orgânica e suas possibilidades de reaproveitamento. Projetos vinculados à compostagem podem ainda servir como instrumentos de inclusão, capacitação e envolvimento comunitário.

Do ponto de vista **econômico**, a compostagem reduz custos associados à coleta e transporte de resíduos para aterros sanitários, diminui gastos com aquisição de adubos para áreas verdes e promove eficiência operacional ao diminuir fluxos logísticos desnecessários. O composto produzido internamente torna-se insumo valioso para jardins, hortas institucionais e ações socioambientais, agregando valor público sem incremento de despesas.





COMPOSTAGEM EM LEIRAS



Definição e características gerais

A compostagem em leiras é um método de processamento aeróbico da matéria orgânica no qual os resíduos são dispostos em faixas alongadas — as leiras — permitindo que a decomposição ocorra de forma controlada e eficiente. Trata-se de uma tecnologia robusta, amplamente aplicada em instituições públicas, propriedades agrícolas, municípios e centros de manejo de resíduos devido à sua estabilidade operacional e capacidade de adaptar-se a diferentes volumes de material.

O princípio fundamental da leira é a combinação entre **aeração natural**, **porosidade da mistura**, **estruturação adequada** e **monitoramento sistemático** de parâmetros críticos. A forma da leira favorece a circulação de oxigênio e a dissipação parcial do calor, ao mesmo tempo em que mantém a temperatura interna elevada o suficiente para higienizar o material. A característica mais marcante desse método é sua flexibilidade: pode operar com resíduos de origens diversas, aceita grande variação de umidade e permite ajustes operacionais com relativa facilidade.

A Alece adota essa tecnologia por ser compatível com ambientes institucionais, onde há produção constante de restos alimentares, resíduos de jardim e outros fluxos orgânicos recuperáveis. Além disso, é um método que possibilita ao operador visualizar o processo, entender suas respostas e intervir tecnicamente conforme as necessidades da leira.

Tipos de leiras: estáticas, viradas, trapezoidais e prismáticas

A literatura especializada apresenta variações na configuração das leiras, cada uma com implicações distintas sobre a dinâmica de aeração, temperatura e manejo operacional. As principais são:

LEIRAS ESTÁTICAS

As leiras estáticas são formadas e mantidas sem revolvimentos periódicos. A aeração ocorre por convecção natural ou por sistemas de conduítes perfurados posicionados na base. São apropriadas para situações em que se busca reduzir mão de obra ou nas quais a operação precisa manter estabilidade sanitária com mínima intervenção. Embora demandem menos esforço, exigem maior precisão na mistura inicial para garantir porosidade suficiente.

Figura 2 – Exemplo de leira estática



Fonte: Embrapa (2010).

LEIRAS VIRADAS

A leira virada — modelo amplamente difundido pela EPA e utilizado em grande parte das operações institucionais — requer revolvimentos periódicos que restabelecem a aeração, homogeneízam o material e redistribuem a umidade. Esse tipo de leira tende a apresentar decomposição mais rápida, maiores temperaturas e menor risco de anaerobiose, além de ser o método mais indicado para ambientes sujeitos a variações de mistura e menor uniformidade dos resíduos recebidos.

Figura 3 - Exemplo de leira virada com uso de máquinas

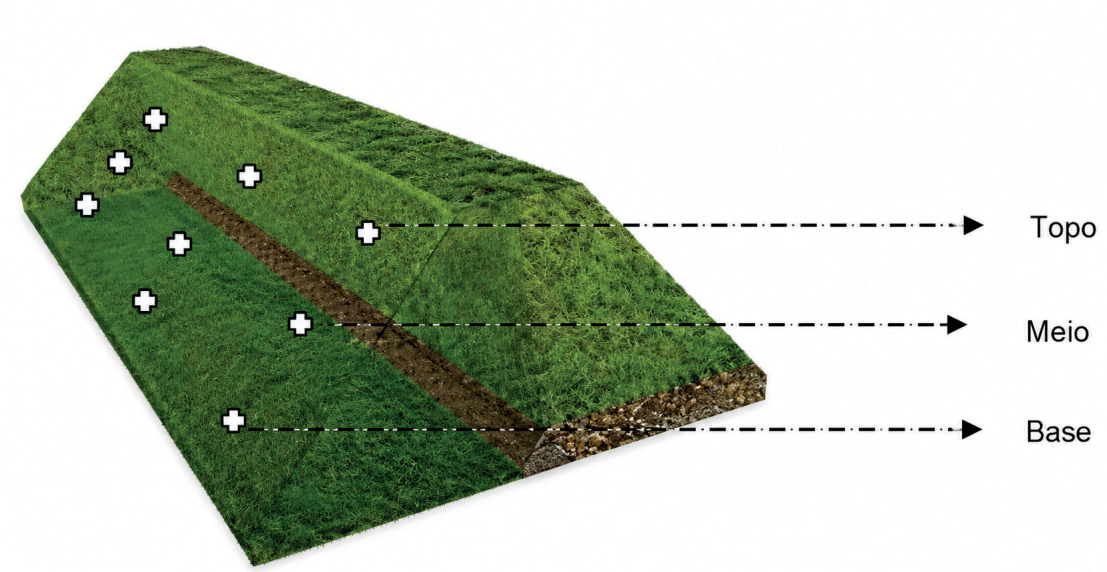


Fonte: Aabhise (2010).

LEIRAS TRAPEZOIDAIS

A leira trapezoidal apresenta base mais larga e topo estreito, promovendo maior estabilidade física e melhor drenagem superficial. Essa configuração reduz riscos de absorção excessiva de água da chuva e facilita a movimentação de equipamentos. É especialmente útil em áreas externas e em sistemas expostos, como os mais comuns no Nordeste brasileiro.

Figura 4 - Exemplo de leira trapezoidal



Fonte: Corrêa e Ricci (2017).

LEIRAS PRISMÁTICAS

De formato triangular ou prismático, são leiras que oferecem maior superfície de contato com o ar, favorecendo trocas gasosas. São adequadas para materiais com alto teor de umidade ou quando se deseja intensificar as condições aeróbicas. Entretanto, seu formato exige maior precisão na montagem e pode demandar mais revolvimentos para preservar a estabilidade estrutural.

Cada formato reflete uma lógica técnica específica. Em instituições como a Alece, onde a simplicidade operacional e a previsibilidade são elementos-chave, as leiras viradas com perfil trapezoidal geralmente apresentam o melhor balanço entre eficiência, controle e segurança sanitária.

Figura 5 – Leiras em formato prismático



Fonte: Agron (s.d.).

Quando escolher o método em leiras

Optar pela compostagem em leiras implica avaliar condições estruturais, logísticas e ambientais. A escolha se justifica quando o sistema precisa atender alguns critérios fundamentais:

- **Produção regular de resíduos orgânicos**, com volume suficiente para formar leiras estáveis, mas não tão grande a ponto de exigir tecnologias mecanizadas mais complexas.
- **Disponibilidade de área aberta**, ventilada, com superfície compactada ou pavimentada, garantindo manejo seguro e evitando contato com o solo natural.
- **Necessidade de visibilidade e pedagogia ambiental**, já que as leiras facilitam monitoramento, visitas técnicas e ações educativas.
- **Operação de baixo custo**, pois o método dispensa estruturas fechadas, sistemas mecanizados sofisticados e altos investimentos.
- **Clima favorável**, como o clima quente do Ceará, que reduz períodos de latência microbiana e favorece ganho térmico natural.

Além disso, o método é ideal para instituições que desejam integrar a compostagem às rotinas internas de sustentabilidade, como a Alece, permitindo controle direto sobre resíduos, educação ambiental e reaproveitamento do composto produzido em áreas verdes institucionais.

Escalas de operação: doméstica, institucional, municipal e agrícola

A compostagem em leiras demonstra ampla versatilidade justamente por adaptar-se a diferentes escalas de operação, com ajustes proporcionais de infraestrutura e manejo.

Escala doméstica

Em residências ou pequenos agrupamentos familiares, as leiras são menores e manuais, operando com resíduos de cozinha e restos de jardim. O volume é reduzido, mas o método permite alto grau de autonomia e educação ambiental. Exige área mínima, porém bem drenada e protegida de chuva excessiva.

Escala institucional

É o caso da Alece. Instituições geram resíduos suficientes para formar leiras de médio porte, possibilitando revolvimento periódico, monitoramento contínuo e produção regular de composto. A escala institucional combina viabilidade técnica, baixo custo e forte potencial educativo, sendo uma das mais adequadas ao método.

Escala municipal

Em governos municipais, o método pode ser aplicado em pátios de compostagem de porte médio, recebendo resíduos de poda, feiras livres e coleta seletiva. Nessa escala, tende a ser necessário uso de equipamentos como tratores ou carregadeiras para o revolvimento, sem perder a essência da compostagem em leiras.

Escala agrícola

Propriedades rurais adotam o método para tratar esterco, restos de colheita e outros materiais agrícolas. A leira é particularmente eficiente em ambientes rurais devido à grande disponibilidade de estruturantes (como palhada) e espaço físico generoso. Pode operar com volumes muito maiores, alinhando-se a práticas de manejo de solo e fertilidade.

Assim, a compostagem em leiras se afirma como uma tecnologia de alta adaptabilidade, capaz de atender desde pequenas famílias até municípios inteiros, sempre com fundamento aeróbico, rigor técnico e valorização da matéria orgânica como recurso e não como resíduo.

PRINCIPAIS METODOLOGIAS RECONHECIDAS

Método UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina)

O método de leiras estáticas com aeração passiva, desenvolvido pela UFSC, consolidou-se no Brasil como uma das abordagens mais acessíveis e tecnicamente consistentes para compostagem aeróbica em ambientes institucionais, comunitários e educacionais. Sua principal característica é a ênfase na simplicidade operacional combinada com rigor no controle das variáveis fundamentais do processo, como temperatura, umidade e relação C/N.

A metodologia parte da premissa de que a compostagem deve ser um processo pedagogicamente claro e tecnicamente robusto. As leiras são formadas com materiais estruturantes abundantes — como restos de poda, serragem ou folhas secas — e os resíduos são incorporados em camadas sucessivas, sempre buscando manter boa porosidade. O método valoriza o revolvimento periódico, que promove reoxigenação e homogeneização, e confere grande estabilidade mesmo quando a qualidade e a composição dos resíduos variam ao longo do tempo.

Figura 6 - Manejo de leira pelo método UFSC



Fonte: Natureza e Conservação (2017).

A força do método UFSC está em sua capacidade de oferecer previsibilidade em ambientes onde os resíduos não são padronizados, como restaurantes institucionais, unidades administrativas e pátios de serviços, exatamente o tipo de contexto encontrado na Alece.

Método Embrapa – Compostagem Aeróbica Controlada

A Embrapa desenvolveu uma metodologia de compostagem amplamente reconhecida no meio técnico e rural brasileiro, estruturada a partir de fundamentos agronômicos e microbiológicos robustos. Seu enfoque está no **controle preciso da relação C/N** e na garantia de que o processo se mantenha estritamente aeróbico, com umidade adequada e estrutura física capaz de sustentar a atividade microbiana.

Esse método orienta a montagem das leiras com proporção equilibrada entre fontes ricas em nitrogênio (resíduos alimentares, esterco, capins verdes) e fontes ricas em carbono (palhada, maravalha, restos de poda), buscando uma relação C/N inicial geralmente entre 25:1 e 30:1. A metodologia também enfatiza revolvimentos estratégicos — não excessivos, mas suficientes para restabelecer o oxigênio e distribuir o calor gerado durante as fases termofílicas.

Figura 7 - Manejo de leira pelo método Embrapa



Fonte: CicloVico (2020).

A abordagem da Embrapa tende a produzir compostos de alta qualidade agronômica, com bom grau de humificação e baixa incidência de fitotoxidade. É um método particularmente apropriado quando o produto final será utilizado em áreas verdes, jardins e viveiros, como ocorre na Alece.

Método Indore (clássico)

O método Indore, sistematizado por Albert Howard no início do século XX, é considerado o ponto de origem da compostagem moderna. Apesar de ser um método histórico, muitos de seus princípios continuam válidos e fortemente influentes. Baseado na montagem de pilhas em camadas alternadas de materiais verdes e secos, o sistema preconiza revolvimentos programados — tradicionalmente, três revolvimentos ao longo do ciclo, realizados em intervalos maiores — e tempo de maturação prolongado.

Figura 8 - Manejo de leira pelo método Indore



Fonte: B. Velankanni Raj/The Hindu (2018).

Embora menos eficiente em termos de velocidade e higienização se comparado às metodologias mais contemporâneas, o método Indore permanece relevante como referência conceitual, especialmente por destacar a importância da estruturação das misturas e da dinâmica aeróbica. É uma metodologia adequada para contextos rurais ou comunitários em que o tempo de processamento não é restritivo.

Método Windrow Turning (EUA / EPA)

O método conhecido como **Windrow Turning** corresponde ao padrão norteamericano oficial para compostagem aeróbica de médio e grande porte, consolidado pela EPA. As leiras são construídas em grandes faixas alongadas (windrows) e revolvidas mecanicamente com frequência definida pelo comportamento da temperatura e da umidade.

Figura 9 - Compostagem em larga escala executada pelo método Windrow Turning



Fonte: Purebred Compost (2025).

O diferencial desta abordagem é a forte base em engenharia do processo: cada revolvimento obedece a critérios sanitários que garantem que toda a massa atinja temperaturas adequadas para inativação de patógenos. É um método que exige maior mecanização, porém extremamente eficiente e padronizado, permitindo operação em escalas municipal e regional com segurança.

Sua lógica orienta boa parte das recomendações técnicas contemporâneas, inclusive em sistemas institucionais menores, como os adotados pela Alece, ainda que sem mecanização pesada.

Método Takakura (para pequenas escalas)

O método Takakura, originalmente criado para ambientes domésticos e comunitários de baixa infraestrutura, caracteriza-se pela utilização de aceleradores microbiológicos produzidos a partir de frutas, vegetais, farelos e microrganismos nativos. Esses inoculantes são incorporados a uma matriz de fibras vegetais que permanece aerada e com alta capacidade de absorção.

Figura 10 - Alimentação de composteira do método Takakura



Fonte: Jiménez-Antillón *et al.* (2018).

Diferentemente das leiras tradicionais, esta técnica opera em pequenos volumes e exige intervenção frequente, mas proporciona decomposição rápida e odor mínimo. Apesar de não ser aplicável diretamente em escala institucional maior, ele é útil como referência para projetos educativos, pequenos espaços e programas de sensibilização ambiental. Sua lógica também demonstra, em pequena escala, a importância da microbiologia ativa para acelerar processos aeróbicos.

Método Quebec (Canadian Composting Council)

O método Quebec, amplamente difundido no Canadá, combina rigor científico com forte atenção à estabilidade climática e ao controle térmico do processo. Ele enfatiza a montagem de leiras com formato uniforme, alto teor de estruturantes e forte monitoramento de temperatura, seguindo protocolos específicos de tempotemperatura que asseguram higienização mesmo em ambientes frios.

Figura 11 - Alimentação de composteira do método Quebec



Fonte: Demers (2024, on-line).

Embora desenvolvido para condições climáticas contrastantes com as brasileiras, este método se destaca pelo detalhamento de fases, uso de indicadores avançados de estabilidade e qualidade, e protocolos de maturação que servem de referência internacional. Muitos manuais de qualidade do composto utilizam padrões inspirados nesse sistema.



Comparação entre metodologias

A coexistência dessas metodologias revela que a compostagem não é um processo único, mas um conjunto de estratégias adaptáveis a diferentes contextos. Em síntese:

- UFSC prioriza simplicidade, educação ambiental e operação com baixa mecanização.
- Embrapa enfatiza equilíbrio C/N, controle da umidade e qualidade agronômica do produto.
- Indore valoriza a lógica de camadas e revolvimentos espaçados, sendo referência histórica.
- EPA/Windrow Turning oferece o modelo mais padronizado do ponto de vista sanitário e de engenharia.
- Takakura é focado em pequena escala e alta atividade microbiana inicial.
- Quebec destaca protocolos rigorosos de higienização e maturação em clima frio.

Em instituições como a Alece, a escolha da metodologia requer equilíbrio entre segurança sanitária, simplicidade operacional, constância do fluxo de resíduos e potencial educativo. Na prática, o modelo que mais se adéqua a esse tipo de ambiente é uma síntese do método UFSC com o Windrow Turning, incorporando também princípios da Embrapa para controle da mistura e obtenção de composto de maior qualidade.



IMAGEM SINTÉTICA CRIADA DIGITALMENTE VIA IA

PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO

Escolha da área

A implantação de um sistema de compostagem em leiras exige seleção criteriosa da área, pois o desempenho do processo está diretamente relacionado às condições físicas, logísticas e ambientais do local. A área deve permitir acesso facilitado para entrada de resíduos e materiais estruturantes, circulação de equipamentos e operação dos revolvimentos, além de garantir afastamento adequado de edificações sensíveis, evitando incômodos com ruído ou poeira.

A escolha deve considerar também a função institucional da compostagem. Em ambientes como o da Alece, a área precisa ser integrada ao planejamento de sustentabilidade, possibilitando uso educativo, monitoramento contínuo e segurança operacional. Não se trata apenas de encontrar espaço físico, mas de posicionar o sistema dentro de um contexto institucional que articule responsabilidade ambiental, operação eficiente e visibilidade pública.

Requisitos de solo, drenagem e topografia

Um dos aspectos mais críticos na implantação do pátio de compostagem é a condição do solo. Solos excessivamente permeáveis favorecem infiltração e percolação de lixiviados, criando riscos ambientais e comprometendo a integridade do aquífero. Já solos demasiadamente compactados tendem a gerar acúmulo superficial de água. Por esse motivo, recomenda-se base compactada, preferencialmente com camada de brita ou pavimentação leve (como piso industrial), que permita drenagem controlada sem contato direto do material com o solo natural.

A drenagem deve ser planejada para evitar acúmulo de água pluvial sobre e entre as leiras. Inclinações suaves (1% a 3%) são geralmente suficientes para conduzir a água a valas laterais ou sistemas de coleta, impedindo erosão e evitando que a precipitação altere o teor de umidade das misturas. A topografia não precisa ser absolutamente plana; pequenas declividades são até recomendáveis para facilitar escoamento superficial, desde que não comprometam a estabilidade das leiras.

Num clima como o de Fortaleza, onde eventos de chuva intensa podem ocorrer apesar da predominância de estiagem prolongada, a drenagem deve ser tratada como elemento estrutural essencial, evitando saturação hídrica que conduza à anaerobiose e à perda de qualidade do composto.

Infraestrutura mínima

A infraestrutura necessária para a operação eficiente da compostagem em leiras depende da escala, mas alguns elementos são indispensáveis. O pátio deve contar com área delimitada, piso resistente, canaletas ou valetas de drenagem, cobertura parcial ou área de sombreamento quando possível, e espaço reservado para armazenamento de estruturantes secos (galhos triturados, folhas secas, serragem).

Além disso, são necessários pontos de água para ajuste de umidade, sistema de coleta e manejo de lixiviados (quando aplicável) e local específico para maturação e armazenamento do composto já estabilizado. A depender da política institucional, podem ser incluídos painéis explicativos, identificação de leiras e estrutura para atividades educativas.

Equipamentos simples como pás, enxadas, baldes graduados e termômetros de haste longa são suficientes para sistemas de porte institucional. Quando há maior produção de resíduos, o uso de carrinhos, caçambas e trituradores de galhos torna-se importante para manter uniformidade do material e evitar sobrecarga operacional.

Dimensionamento das leiras

O dimensionamento adequado das leiras é fundamental para garantir eficiência do processo e estabilidade operacional. Leiras muito pequenas não atingem temperaturas suficientes para higienização; leiras excessivamente grandes dificultam aeração e geram risco de anaerobiose. A literatura técnica aponta alturas entre 1,2 m e 1,8 m como adequadas, variando conforme o tipo de material, disponibilidade de estruturantes e frequência dos revolvimentos.

A largura costuma situar-se entre 2,0 e 3,0 metros, garantindo equilíbrio entre volume interno — necessário para manter aquecimento — e superfície exposta — essencial para permitir difusão de oxigênio. O comprimento das leiras é variável e depende do espaço disponível e da logística de recepção dos resíduos.

Para a Alece, que opera em escala institucional, as leiras devem ser dimensionadas de modo a receber o fluxo semanal dos resíduos orgânicos gerados no restaurante, áreas verdes e serviços internos, permitindo montagem progressiva sem comprometer a estabilidade térmica. O dimensionamento deve considerar ainda a relação C/N, o teor de umidade e o tempo de maturação, evitando acúmulo excessivo de material sem processamento.

Materiais necessários para operação

O funcionamento adequado do sistema depende de materiais que garantam estrutura, equilíbrio químico e aerobiose. Os principais são:

- Material estruturante seco: restos de poda triturados, folhas secas, serragem, palhada — fundamentais para manter porosidade, reter umidade e ajustar o teor de carbono.
- Resíduos ricos em nitrogênio: resíduos alimentares do restaurante, capins verdes, restos frescos de jardim — responsáveis por alimentar a atividade microbiana inicial.
- Água: utilizada para ajustar a umidade quando necessário, mantendo níveis entre 50% e 60%.
- Ferramentas de manejo: termômetro de compostagem, pás, garfos, carrinhos, lona de cobertura e equipamentos simples de medição.

A qualidade do composto produzido depende diretamente da qualidade e da proporção desses materiais. Materiais mal triturados, com granulometria muito fina ou extremamente úmidos podem comprometer a dinâmica aeróbica. A operação deve sempre buscar heterogeneidade equilibrada, garantindo mistura estruturada e biologicamente ativa.

Mapeamento de fontes de resíduo

O sucesso de um sistema de compostagem institucional começa com o diagnóstico preciso das fontes de resíduos disponíveis. Na Alece, é necessário identificar a produção diária e semanal de resíduos orgânicos provenientes do restaurante, copa, cantinas, áreas administrativas e serviços de jardinagem. Esse mapeamento permite estimar volumes, sazonalidade, variações na composição e etapas de pré-segregação necessárias.

É importante quantificar não apenas os resíduos alimentares, mas também a disponibilidade de estruturantes internos, como restos de poda produzidos pelo serviço de jardinagem. A ausência de estruturantes adequados é um dos principais fatores que levam à falha de sistemas de compostagem, especialmente em instituições públicas.

A etapa de mapeamento deve integrar também ações de sensibilização e treinamento, garantindo que as unidades geradoras segreguem corretamente os resíduos, evitando contaminações com plástico, papel plastificado, vidro ou metais. Um sistema de compostagem é tão eficiente quanto a qualidade do resíduo que recebe. Por isso, o mapeamento deve articular logística, educação ambiental e vigilância contínua sobre o fluxo gerado.



IMAGEM SINTÉTICA CRIADA DIGITALMENTE VIA IA

MATERIAIS PARA COMPOSTAGEM

Classificação dos resíduos segundo Carbono e Nitrogênio

O equilíbrio entre materiais ricos em carbono e materiais ricos em nitrogênio é o fundamento químico que sustenta a dinâmica da compostagem aeróbica. Cada resíduo se comporta como uma fonte predominantemente energética (carbono) ou proteica (nitrogênio), e entender essa classificação é indispensável para formar misturas estáveis, aeradas e biologicamente ativas.

Os materiais **ricos em Carbono (C)** — frequentemente chamados de "materiais marrons" — incluem restos secos de poda, folhas secas, serragem, palhada, papel não plastificado e cascas fibrosas. São responsáveis pela estrutura física da leira, contribuindo para porosidade e difusão de oxigênio. Seu papel energético é vital: fornecem carbono como substrato metabólico para microrganismos, estabilizando a liberação de calor e sustentando a fase termofílica.

Já os materiais **ricos em Nitrogênio (N)** — conhecidos como "materiais verdes" — incluem resíduos alimentares frescos, cascas de frutas e verduras, restos de cozinha, grama recémcortada e esterco fresco. Esses materiais impulsionam a multiplicação microbiológica, pois o nitrogênio compõe proteínas, enzimas e ácidos nucleicos essenciais ao crescimento bacteriano. Contudo, quando utilizados em excesso, tendem a saturar o sistema, gerando odores, compactação e risco de anaerobiose.

A correta classificação dos resíduos é o primeiro passo para uma leira equilibrada. Sistemas institucionais, como o da Alece, dependem de uma segregação cuidadosa, pois resíduos alimentares mal triados — contendo plásticos, papéis engordurados ou embalagens — comprometem todo o processo produtivo.

Proporção C/N ideal

A literatura técnica convergiu para uma relação **C/N inicial ideal entre 25:1 e 35:1**, faixa que garante metabolismo intenso sem perda excessiva de nitrogênio por volatilização. Valores muito baixos de C/N (predomínio de nitrogênio) resultam em maus odores, condições anaeróbias e instabilidade térmica. Valores muito altos (predomínio de carbono) desaceleram o processo, prolongam a maturação e reduzem a temperatura máxima atingida pela leira.

Em operações institucionais, a relação C/N é ajustada na prática pela proporção de materiais secos e úmidos adicionados à mistura. O uso constante de estruturantes —

principalmente restos secos de poda triturados — é essencial para estabilizar o fluxo de resíduos alimentares, que costuma apresentar forte predominância de nitrogênio. Uma leira com boa relação C/N se aquece rapidamente, mantém atividade termofílica consistente e evolui para maturação com menor probabilidade de odores ou falhas.

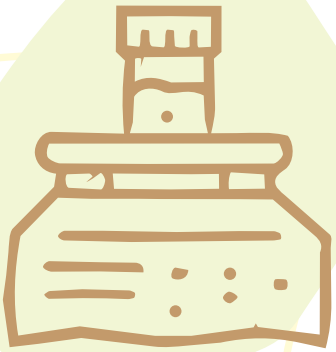
Na Alece, onde o fluxo de resíduos alimentares tende a ser contínuo e relativamente padronizado, o uso sistemático de estruturantes é fundamental para manter a relação C/N dentro da faixa ideal e assegurar que os microrganismos atuem de forma eficiente, garantindo compostagem segura e previsível.

Preparo e trituração dos materiais

A preparação prévia dos materiais determina não apenas a velocidade, mas também a qualidade da compostagem. A trituração de galhos, restos de poda e materiais fibrosos aumenta a superfície de contato para ação enzimática, reduz bolsões de ar e melhora a homogeneidade da mistura. Materiais muito grandes dificultam revolvimentos, retardam a decomposição e prejudicam a uniformidade térmica da massa.

É importante, porém, evitar pulverização excessiva: partículas finas demais compactam a leira, bloqueando a passagem de ar e dificultando o fluxo de oxigênio. A granulometria ideal é variável, mas em geral materiais estruturantes devem manter fragmentos entre 1 cm e 5 cm de tamanho. No caso de resíduos alimentares, o preparo consiste principalmente na correta segregação e na remoção de elementos contaminantes antes da mistura.

A homogeneização dos materiais no momento da montagem da leira é igualmente crítica. O operador deve misturar estruturantes secos e resíduos frescos de forma equilibrada, garantindo que cada porção da leira contenha proporções semelhantes de carbono e nitrogênio. Uma mistura bem-preparada reduz a necessidade de correções posteriores e dá início ao processo com maior estabilidade.



Materiais proibidos ou restritos

O processo de compostagem depende da presença de microrganismos benéficos e da manutenção de condições controladas de umidade, temperatura e aerobiose. Alguns materiais interferem negativamente nesse equilíbrio e, por isso, são classificados como proibidos ou restritos.

Entre os **materiais proibidos**, destacamse:

- plásticos, borrachas, isopor e outros itens não biodegradáveis;
- metais, vidros e cerâmicas;
- embalagens plastificadas ou metalizadas;
- resíduos químicos, solventes, óleos lubrificantes, tintas e produtos tóxicos;
- resíduos hospitalares, sanitários ou potencialmente patogênicos;
- papel toalha ou guardanapos contaminados com produtos químicos ou gorduras saturadas.

Os **materiais restritos**, que só devem ser usados com cautela ou em condições muito específicas, incluem:

- carnes, vísceras e laticínios (alta carga proteica, risco sanitário e odor intenso);
- óleos e gorduras culinárias em quantidade significativa;
- frutos cítricos em excesso (acidificação e inibição microbiológica);
- grandes volumes de poda fresca sem mistura com estruturantes;
- serragem de madeira tratada, pintada ou resinosa.

A operação institucional depende da disciplina de segregação. A presença de material proibido contamina o lote inteiro e pode exigir descarte total da leira, além de comprometer a credibilidade do sistema. Por isso, a Alece deve manter campanhas constantes de sensibilização interna e rotinas de fiscalização na origem.



IMAGEM SINTÉTICA CRIADA DIGITALMENTE VIA IA

MONTAGEM DAS LEIRAS

Passo a passo para montagem das leiras

A montagem adequada das leiras é uma etapa decisiva para o sucesso do processo de compostagem. É nesse momento que se estabelece o equilíbrio físico, químico e biológico que sustentará toda a dinâmica de decomposição. Uma leira corretamente montada reduz a necessidade de correções posteriores, atinge temperatura adequada mais rapidamente e apresenta menor risco de odores, compactação ou falhas sanitárias.

O processo iniciase com a **preparação da base**, que deve estar limpa, nivelada e com drenagem funcional. Recomendase que a leira seja montada diretamente sobre piso impermeável ou base compactada, nunca sobre solo natural exposto, evitando contaminação do solo e perdas por lixiviação. Em seguida, distribuise uma **camada inicial de material estruturante seco**, com espessura suficiente para garantir porosidade e permitir circulação de ar na base da leira.

Sobre essa camada, adicionase o **resíduo orgânico rico em nitrogênio**, previamente segregado e livre de contaminantes. Esse material não deve formar camadas espessas isoladas; deve ser imediatamente coberto e misturado com material rico em carbono. O processo segue com a **alternância e homogeneização dos materiais**, buscando equilíbrio entre resíduos úmidos e secos desde o início. A montagem não deve se limitar à sobreposição em camadas rígidas, mas priorizar a mistura simultânea, garantindo uniformidade da relação C/N em toda a massa.

Durante a montagem, a **umidade deve ser ajustada**. O material deve apresentar aspecto úmido, semelhante a uma esponja bem torcida, sem escorrer água ao ser comprimido. Finalizada a altura prevista, a leira é conformada manual ou mecanicamente, corrigindo irregularidades e garantindo estabilidade estrutural antes do início da fase ativa do processo.

Formatos e dimensões recomendadas

O formato e o dimensionamento das leiras influenciam diretamente a eficiência da compostagem. A geometria deve permitir equilíbrio entre conservação do calor interno e adequada troca gasosa com o ambiente externo. Leiras excessivamente compactas tendem à anaerobiose; leiras muito baixas ou estreitas dissipam calor rapidamente e não atingem temperaturas sanitizantes.

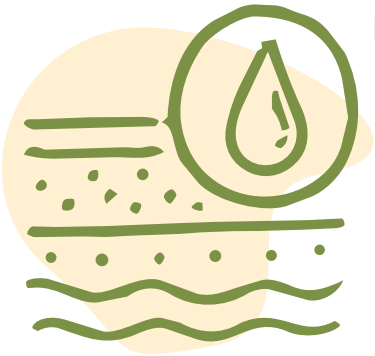
Em sistemas institucionais, como o da Alece, recomendase a adoção de **leiras trapezoidais ou prismáticas**, que oferecem boa estabilidade física e favorecem drenagem superficial. Esses formatos também facilitam o revolvimento manual ou mecanizado, reduzindo esforço operacional.

As dimensões recomendadas situamse, de modo geral, entre:

- **Altura:** 1,20 m a 1,60 m.
- **Largura na base:** 2,0 m a 3,0 m.
- **Comprimento:** variável, conforme disponibilidade de área e volume de resíduos.

Esses parâmetros garantem volume crítico suficiente para elevar e manter temperaturas termofílicas, ao mesmo tempo em que preservam porosidade e acesso ao oxigênio. O dimensionamento deve considerar não apenas o volume diário de resíduos, mas também o ritmo de geração, evitando leiras excessivamente pequenas ou interrompidas durante a montagem.

Cobertura e proteção contra chuvas



Em regiões de clima tropical, como Fortaleza, a proteção da leira contra intempéries é elemento essencial do planejamento. Chuvas intensas podem elevar rapidamente a umidade do material, causando lixiviação de nutrientes, compactação e indução de condições anaeróbias. Por outro lado, períodos prolongados de seca podem reduzir excessivamente a umidade, desacelerando a atividade microbiana.

Sempre que possível, recomendase a instalação de **cobertura fixa**, como telhado leve ou estrutura de sombreamento, que impeça a incidência direta da chuva sem comprometer a ventilação lateral. Quando essa estrutura não estiver disponível, podese utilizar **cobertura móvel**, como lonas permeáveis ao vapor, aplicadas apenas em eventos de chuva e retiradas quando cessar a precipitação.

A cobertura nunca deve vedar completamente a leira. O objetivo é proteger contra o excesso de água, e não bloquear a troca gasosa. A má gestão da cobertura é uma das causas mais comuns de falhas operacionais em pátios de compostagem, especialmente em ambientes institucionais.

Ajustes operacionais iniciais



Após a montagem, iniciase o período mais sensível do processo, no qual ajustes operacionais são frequentemente necessários. O **monitoramento da temperatura** nos primeiros dias serve como indicador direto da qualidade da montagem. Elevação gradual da temperatura indica boa atividade microbiana e adequada relação C/N. Ausência de aquecimento sugere excesso de carbono, baixa umidade ou mistura inadequada; aquecimento excessivo e odores indicam excesso de nitrogênio ou compactação.

A **umidade deve ser observada diariamente nos primeiros dias**, ajustandose com adição controlada de água ou de material seco, conforme necessário. O revolvimento inicial, quando adotado, geralmente ocorre após o pico de temperatura, restabelecendo oxigenação e redistribuindo materiais menos ativos da periferia para o centro da leira.

Esses ajustes iniciais definem o comportamento do processo ao longo de todo o ciclo. Quanto mais preciso for o manejo nesse estágio, menor será a necessidade de intervenções corretivas futuras. Em operações institucionais, a padronização desses ajustes contribui para previsibilidade, segurança sanitária e qualidade homogênea do composto final.



IMAGEM SINTÉTICA CRIADA DIGITALMENTE VIA IA

MANEJO OPERACIONAL

Revolvimento das leiras: frequência e técnicas

O revolvimento é uma das principais ferramentas de controle do processo de compostagem aeróbica em leiras. Sua função não se limita à simples movimentação do material: tratase de uma intervenção técnica destinada a restabelecer a oxigenação da massa, redistribuir umidade e temperatura, homogeneizar a mistura e prevenir a formação de zonas anaeróbias.

A **frequência do revolvimento** deve ser definida a partir do comportamento térmico da leira e das características dos resíduos utilizados. Em sistemas institucionais, recomendase que o primeiro revolvimento ocorra após o pico de temperatura termofílica inicial, geralmente entre o 5º e o 10º dia após a montagem. Revolvimentos subsequentes podem ser realizados em intervalos de 7 a 15 dias durante a fase ativa, reduzindo a frequência à medida que o processo evolui para a fase de maturação.

Do ponto de vista técnico, o revolvimento deve trazer o material das bordas externas para o centro da leira, assegurando que todas as porções atinjam temperaturas adequadas para higienização. Técnicas inadequadas — como revolver apenas superficialmente ou fazer movimentos parciais — comprometem a eficiência do processo, criando zonas frias e mal decompostas. Em pátios institucionais como o da Alece, o revolvimento pode ser manual, com ferramentas apropriadas, ou semimecanizado, dependendo do volume da leira, sempre priorizando a homogeneização completa da massa.

Figura 12 - Ilustração do processo de revolvimento da leira



Fonte: Greta Hoffman, 2021.

Controle de umidade

A umidade é uma das variáveis operacionais mais sensíveis da compostagem, pois regula diretamente a atividade microbiológica e a difusão de oxigênio na leira. Microrganismos aeróbicos dependem de água para o transporte de nutrientes e reações metabólicas, mas o excesso de umidade preenche os poros do material, deslocando o ar e induzindo condições anaeróbias.

O teor de umidade ideal situase, de modo geral, entre **50% e 60%**, e seu controle deve ser contínuo. A avaliação prática pode ser feita por inspeção manual: ao apertar o material com a mão, ele deve permanecer úmido, sem escorrer água. Leiras excessivamente secas apresentam decomposição lenta e dificuldade de aquecimento; leiras saturadas geram odores, compactação e perda de nutrientes por lixiviação.

O ajuste de umidade deve ser realizado de forma gradual, preferencialmente com **adição de água durante o revolvimento**, garantindo distribuição homogênea. Em caso de excesso de umidade, o procedimento correto é a incorporação de material estruturante seco, nunca a compactação ou cobertura hermética da leira. Em regiões de clima como o de Fortaleza, onde alternamse períodos de estiagem e chuvas intensas, o manejo da umidade deve ser tratado como ação prioritária de rotina operacional.

Controle de temperatura

A temperatura é o principal indicador indireto da atividade microbiológica e do desempenho global do processo. Leiras bem manejadas apresentam elevação progressiva da temperatura, atingindo a **fase termofílica**, normalmente entre 55 °C e 65 °C, faixa essencial para a inativação de patógenos, sementes de plantas invasoras e organismos indesejáveis.

O controle não significa intervir para "regular" a temperatura, mas sim **interpretar o que ela revela sobre o estado da leira.** Temperaturas persistentemente baixas indicam falha na mistura inicial, excesso de carbono, baixa umidade ou falta de volume. Temperaturas excessivamente elevadas e prolongadas podem sinalizar compactação, deficiência de oxigênio e risco de perda de nitrogênio por volatilização.

O monitoramento deve ser realizado com termômetro apropriado, inserido no centro da leira, preferencialmente diário na fase inicial e semanal nas fases posteriores. O revolvimento é o principal instrumento de ajuste térmico, pois redistribui oxigênio e calor, reativando áreas menos ativas da massa. Em sistemas institucionais, o registro sistemático da temperatura é fundamental para demonstrar controle sanitário e rastreabilidade do processo.

Figura 13 – Controle de temperatura e umidade realizados de forma manual



Fonte: Maria Urbana Corrêa Nunes, 2005.

Controle de odores

A presença de odores desagradáveis durante a compostagem não é inerente ao processo, mas um **indicador claro de falha operacional. O**dores como amônia, enxofre ou putrefação geralmente decorrem de excesso de nitrogênio, umidade elevada ou deficiência de oxigênio, que conduzem o sistema a rotas metabólicas indesejadas.

O controle efetivo de odores ocorre de forma preventiva, por meio de:

- mistura equilibrada entre resíduos úmidos e estruturantes secos;
- garantia de porosidade da leira;
- revolvimento adequado e oportuno;
- proteção contra excesso de chuvas;
- correta segregação dos resíduos na origem.

Medidas corretivas como uso de cal, produtos químicos ou mascaradores de odor não devem ser adotadas, pois interferem na microbiota e comprometem a qualidade do composto. Em ambiente institucional, como o da Alece, o controle de odores é essencial não só por razões ambientais, mas também para garantir aceitação social e continuidade do programa de compostagem.

Monitoramento microbiológico básico

Embora a compostagem seja um processo essencialmente biológico, o monitoramento microbiológico em sistemas institucionais não exige análises laboratoriais complexas de rotina. O acompanhamento indireto da microbiota ocorre por meio da observação integrada de temperatura, umidade, tempo de processo e aspecto do material.

A ocorrência consistente da fase termofílica é o principal indicador de atividade microbiana saudável e de redução de patógenos. A ausência dessa fase sugere baixa atividade metabólica e requer ajustes operacionais. Em fases mais avançadas, a presença de fungos filamentosos e o odor característico de terra indicam progressão adequada para a maturação.

Ensaios laboratoriais específicos podem ser adotados pontualmente, quando houver necessidade institucional de certificação da qualidade do composto ou de comprovação sanitária, especialmente se o produto for destinado a uso agrícola ampliado. No contexto da Alece, o monitoramento microbiológico básico é plenamente alcançado por controle operacional rigoroso aliado a registros consistentes.

Registro e planilhas de operação

A credibilidade e a eficiência de um sistema de compostagem institucional dependem da **organização e rastreabilidade das informações operacionais.** O registro contínuo permite identificar padrões, antecipar problemas, avaliar desempenho e subsidiar relatórios ambientais e auditorias.

Devem ser mantidas planilhas ou formulários contendo, no mínimo:

- data de montagem da leira;
- origem e tipo dos resíduos adicionados;
- volume estimado ou peso;
- registros de temperatura;
- datas e observações de revolvimento;
- ajustes de umidade realizados;
- ocorrência de odores ou anomalias.

Esses registros não devem ser vistos como burocracia, mas como ferramenta essencial de gestão ambiental e aprendizado institucional. Ao consolidar dados ao longo do tempo, a Alece fortalece sua capacidade de aprimorar o processo, capacitar equipes e demonstrar responsabilidade ambiental com base em evidências técnicas.

INDICADORES DE PROCESSO E QUALIDADE

Parâmetros físicoquímicos para avaliação do processo

A avaliação da eficiência da compostagem e da qualidade do composto produzido depende de um conjunto de indicadores físicoquímicos que traduzem as transformações ocorridas na leira ao longo do processo. Esses parâmetros permitem acompanhar a evolução da matéria orgânica, identificar desvios operacionais e comprovar a segurança do produto final. Em sistemas institucionais como o da Alece, seu monitoramento sistemático é indispensável para assegurar rastreabilidade, transparência e conformidade legal.

O **pH** é um dos indicadores centrais. Durante as fases iniciais da compostagem, o pH tende a se reduzir devido à formação de ácidos orgânicos. Com o avanço do processo e estabilização microbiológica, o pH retorna à faixa neutra ou levemente alcalina (entre 6,5 e 8,0), indicando maturidade. Valores persistentemente ácidos sugerem anaerobiose ou falhas na mistura inicial; valores excessivamente alcalinos podem sinalizar perda de nitrogênio via volatilização de amônia.

Outro parâmetro fundamental é o **teor de umidade**, que deve permanecer entre 40% e 60% na fase de maturação. Composto excessivamente úmido tende à compactação e instabilidade; composto muito seco dificulta a atividade microbiana e prejudica a integridade física das partículas húmicas.

O **teor de matéria orgânica (MO)** é indicador direto do grau de decomposição e humificação. Durante o processo, a MO se reduz gradualmente, concentrando minerais e aumentando a fração húmica estável. Compostos maduros apresentam MO entre 15% e 45% (dependendo dos materiais de origem), com menor presença de compostos voláteis.

A **condutividade elétrica (CE)** também compõe os parâmetros de qualidade, refletindo a presença de sais solúveis. Em compostos destinados ao uso agrícola ou em jardins institucionais, a CE deve situar-se preferencialmente abaixo de 6,0 mS/cm. Valores elevados podem prejudicar o desenvolvimento de plantas sensíveis.

Por fim, o **teor de nutrientes (N, P, K)**, embora variado conforme os materiais, é essencial para avaliação da utilidade agronômica do produto. A compostagem não é apenas técnica de tratamento, mas processo de valorização de resíduos, e a caracterização final dos nutrientes reforça sua aplicabilidade no paisagismo e nas ações socioambientais da Alece.

Teste de maturidade do composto

A maturidade é a condição em que o composto se torna estável, seguro e pronto para uso. Não se trata apenas da ausência de calor, mas da conclusão das transformações bioquímicas que convertem resíduos brutos em húmus estáveis. A avaliação da maturidade combina indicadores laboratoriais e sensoriais, além de testes específicos.

Um dos sinais mais confiáveis é a **estabilidade da temperatura**, que deve permanecer igual ou muito próxima à temperatura ambiente por vários dias consecutivos, mesmo após revolvimento. A estabilidade térmica indica que a atividade microbiana degradadora diminuiu significativamente, e que a fase termofílica foi concluída.

Outros indicadores importantes incluem o **odor característico de terra**, a ausência de odores voláteis, a coloração escura e textura granular. O composto maduro não deve apresentar traços de materiais frescos reconhecíveis nem sensação de calor ao toque.

Do ponto de vista técnico, o **teste de germinação (bioensaio)** é um dos mais utilizados. Consiste em avaliar a germinação e o crescimento de sementes sensíveis (como agrião, rabanete ou pepino) em substrato contendo composto. Compostos imaturos podem apresentar fitotoxicidade devido à presença de compostos intermediários da decomposição ou excesso de sais.

Testes complementares incluem:

- **Índice de estabilidade da respiração microbiana**, medindo liberação de CO_2;
- **Avaliação da relação C/N**, que tende a aproximar-se de 10:1 a 20:1 na maturidade;
- **Análise da matéria orgânica e substâncias húmicas**, indicando grau de humificação.

A Alece deve adotar o teste de maturidade como etapa formal antes do uso interno do composto, garantindo segurança e qualidade agronômica.

Normas técnicas aplicáveis

A operação de compostagem institucional e a caracterização do composto produzido devem observar os padrões legais brasileiros, que estabelecem critérios de qualidade, limites de contaminantes e requisitos sanitários. Duas normas são particularmente relevantes para compostagem em instituições públicas: **CONAMA 481** e a legislação do **MAPA** para fertilizantes orgânicos.

Resolução CONAMA nº 481/2017

A Resolução CONAMA 481 estabelece diretrizes para o uso agrícola de resíduos sólidos e define parâmetros de segurança sanitária e ambiental aplicáveis aos produtos derivados da compostagem. Entre os principais requisitos, destacam-se:

- limites máximos para metais pesados (cádmio, chumbo, mercúrio, arsênio, entre outros);
- ausência de patógenos de relevância sanitária (Salmonella sp., coliformes termotolerantes em níveis seguros);
- comprovação de estabilidade e maturidade do composto;
- restrições para teor de contaminantes físicos, como plástico, vidro e metal.

Embora o composto produzido pela Alece seja destinado principalmente ao uso interno em áreas verdes, seguir a CONAMA 481 reforça a qualidade e demonstra conformidade ambiental institucional.

Normas e instruções do MAPA

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regula a produção, comercialização e registro de fertilizantes orgânicos por meio de normativas técnicas que estabelecem padrões mínimos de qualidade.

Entre os critérios aplicáveis ao composto, estão:

- teor mínimo de nutrientes (N, P_2O_5, K_2O), conforme categoria do fertilizante;
- limites de contaminantes inorgânicos;
- requisitos de estabilidade, granulometria e matéria orgânica;
- parâmetros sanitários equivalentes aos da CONAMA, quando aplicáveis;
- exigência de análises laboratoriais periódicas para compostos destinados à comercialização.

Ainda que o composto da Alece não se enquadre na categoria de fertilizante comercializado, o alinhamento às exigências do MAPA fortalece a credibilidade técnica e permite eventual ampliação futura do uso do composto em projetos externos ou parcerias institucionais.



IMAGEM SINTÉTICA CRIADA DIGITALMENTE VIA IA

PROBLEMAS COMUNS E SOLUÇÕES

A compostagem em leiras, quando corretamente planejada e operada, é um processo estável e previsível. Ainda assim, por se tratar de um sistema biológico dinâmico, falhas operacionais podem ocorrer, sobretudo quando variáveis críticas como umidade, aeração e relação C/N não são adequadamente controladas. Este capítulo apresenta os problemas mais frequentes em sistemas institucionais de compostagem, como o da Alece, suas causas técnicas prováveis e as medidas corretivas recomendadas.

Odores desagradáveis

A emissão de odores intensos — geralmente associados a amônia, enxofre ou putrefação — é um dos problemas mais sensíveis na compostagem institucional, pois afeta diretamente a aceitação social do sistema. Tecnicamente, odores persistentes indicam desvio do metabolismo aeróbico desejado para rotas anaeróbias ou fermentativas.

As causas mais comuns incluem excesso de resíduos ricos em nitrogênio, compactação da leira, umidade excessiva e aeração insuficiente. A presença de resíduos inadequados, como restos de carne ou gorduras em grande volume, também contribui significativamente.

A solução passa, prioritariamente, pela recomposição da mistura. Devese incorporar material estruturante seco em quantidade suficiente para restabelecer porosidade e relação C/N adequada, seguida de revolvimento profundo que traga oxigênio para o interior da leira. Ajustes na segregação na origem e no controle da umidade são igualmente essenciais. Métodos paliativos, como mascaradores de odor ou produtos químicos, não devem ser utilizados, pois não corrigem a causa do problema e comprometem a microbiologia do processo.

Umidade excessiva

A umidade excessiva é uma das principais causas de falha operacional e está diretamente associada à perda de eficiência da compostagem. Leiras encharcadas apresentam baixa difusão de oxigênio, compactação do material e aumento significativo do risco de odores e lixiviação de nutrientes.

Esse problema é comum em períodos chuvosos ou quando resíduos alimentares muito úmidos são incorporados sem compensação adequada com materiais secos. A ausência de cobertura ou falhas no sistema de drenagem agravam o cenário.

A correção exige **intervenção imediata**, com adição de estruturantes secos (folhas secas, restos de poda triturados, serragem não tratada) e revolvimento completo da leira para redistribuição da umidade. Em casos recorrentes, é necessário revisar a infraestrutura de drenagem e a estratégia de cobertura contra chuvas, além de reforçar o controle sobre o tipo e a quantidade de resíduos úmidos recebidos diariamente.

Presença de resíduos não decompostos

A presença persistente de resíduos reconhecíveis — como pedaços de alimento, galhos grossos ou materiais fibrosos intactos — indica decomposição incompleta ou falhas na preparação dos materiais. Embora seja normal que fragmentos estruturantes permaneçam visíveis durante parte do processo, sua ocorrência na fase final do ciclo aponta problemas de manejo.

As principais causas incluem granulometria inadequada (materiais muito grandes), mistura insuficiente, relação C/N desequilibrada ou interrupção prematura do processo antes da maturação completa. Em alguns casos, o problema decorre da montagem de leiras heterogêneas, com zonas pobres em nitrogênio ou umidade.

A solução envolve **reprocessamento parcial da leira**: novo revolvimento, correção da umidade e, quando necessário, trituração complementar dos materiais estruturantes mais grossos. Também pode ser indicado prolongar o tempo de maturação. Em sistemas institucionais, ajustes na rotina de preparo dos resíduos têm impacto direto na redução desse tipo de ocorrência.

Ocorrência de pragas

A atração de vetores como moscas, roedores ou insetos é um indicador claro de falha na gestão dos resíduos orgânicos. Pragas são atraídas principalmente por materiais ricos em proteína expostos na superfície, leiras mal cobertas ou resíduos inadequados introduzidos no sistema.

Em compostagem aeróbica bem manejada, com mistura correta e cobertura adequada dos resíduos frescos com material seco, a ocorrência de pragas é mínima. O problema surge quando resíduos alimentares são depositados sem incorporação imediata ou quando a leira apresenta zonas anaeróbias e baixa temperatura.

O controle deve ser feito por **técnicas de manejo**, e não por métodos químicos. A solução inclui enterrar completamente os resíduos frescos na massa da leira, manter cobertura contínua com estruturantes secos, garantir elevação adequada da temperatura e revisar práticas de segregação na origem. Em ambientes institucionais, o treinamento contínuo das equipes é decisivo para prevenir esse problema.

Leira esfriando cedo demais

A queda prematura da temperatura é um sinal de baixa atividade microbiana e compromete tanto a eficiência da decomposição quanto a higienização do composto. Em condições normais, a fase termofílica deve se manter por período suficiente antes da transição gradual para resfriamento e maturação.

As causas mais frequentes desse problema incluem volume insuficiente da leira, excesso de carbono, baixa umidade inicial, falta de revolvimento ou uso de resíduos pobres em nitrogênio. Em alguns casos, a perda de calor excessiva está associada a leiras muito baixas ou estreitas, que não alcançam a massa crítica necessária.

A correção requer **reanálise do dimensionamento e da composição da leira**. Pode ser necessário aumentar o volume, incorporar materiais ricos em nitrogênio, ajustar a umidade e realizar revolvimento para reativar o metabolismo aeróbico. Em sistemas como o da Alece, o acompanhamento da temperatura desde os primeiros dias é essencial para identificar rapidamente esse desvio e atuar de forma preventiva.

Os problemas descritos neste capítulo não devem ser vistos como falhas inevitáveis, mas como **indicadores técnicos do estado do processo**. A compostagem em leiras responde de forma clara às intervenções do operador: temperatura, odor, aparência e textura são ferramentas diagnósticas valiosas. Um sistema institucional bem-sucedido é aquele que combina observação qualificada, registros consistentes e capacidade de correção tempestiva, transformando cada desvio em oportunidade de aprimoramento operacional.



APLICAÇÃO DO COMPOSTO FINAL

Uso agrícola e urbano do composto

O composto orgânico resultante da compostagem em leiras, quando corretamente maturado e estabilizado, constitui um insumo ambientalmente seguro e agronomicamente valioso. Sua aplicação deve ser compreendida não apenas como destino final do processo, mas como etapa estratégica de fechamento do ciclo da matéria orgânica, reintegrando nutrientes ao solo e promovendo melhoria das suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

No **uso agrícola**, o composto atua como condicionador de solo, contribuindo para aumento da matéria orgânica, melhoria da estrutura, maior retenção de água e estímulo à atividade microbiológica benéfica. Diferentemente de fertilizantes minerais solúveis, sua liberação de nutrientes é gradual, reduzindo riscos de lixiviação e perdas. É indicado para preparo de canteiros, adubação de base, recuperação de áreas degradadas, horticultura e sistemas agroecológicos.

No **uso urbano**, especialmente no contexto institucional da Alece, o composto tem aplicação prioritária em jardins, áreas verdes, arborização, canteiros ornamentais, viveiros e projetos paisagísticos. Nesses ambientes, o benefício vai além do aporte nutricional: o composto melhora a estrutura do solo urbano compactado, reduz necessidade de irrigação e fortalece a resiliência das plantas ao estresse hídrico e térmico, características particularmente relevantes em clima semiárido.

Independentemente do uso, o composto só deve ser aplicado após confirmação de sua maturidade e estabilidade, evitando impactos negativos sobre plantas, solo ou usuários.

Figura 14 – Composto orgânico produzido e utilizado nos jardins da Alece



Fonte: José Leomar (2025), Alece.

Dosagem e formas de aplicação

A dosagem do composto deve considerar o tipo de solo, o uso pretendido, a exigência das culturas ou espécies ornamentais e a concentração de matéria orgânica do produto. Como regra geral, o composto não deve ser tratado como fertilizante químico de alta concentração, mas como insumo orgânico de melhoria contínua do solo.

Em **canteiros agrícolas ou hortas**, recomendase aplicação de 2 a 5 kg de composto por metro quadrado, incorporado superficialmente ao solo antes do plantio. Em solos muito pobres em matéria orgânica, essa dosagem pode ser ajustada gradualmente ao longo dos ciclos, evitando aplicações excessivas em um único momento.

Para **jardins e áreas verdes urbanas**, a aplicação pode ocorrer de forma localizada, ao redor de plantas e árvores, ou em cobertura superficial (*mulching*), com camadas de 2 a 5 cm, respeitando a distância do colo da planta para evitar umidade excessiva e doenças. Em gramados, o composto peneirado pode ser aplicado em camadas finas, seguido de irrigação leve.

A incorporação ao solo não deve ser profunda, pois o composto exerce melhor função na camada superficial, onde se concentra a atividade biológica. Aplicações periódicas e moderadas produzem resultados mais consistentes do que aplicações pontuais em grandes volumes.

Riscos e cuidados na aplicação

Apesar de seus inúmeros benefícios, o uso do composto exige cuidados técnicos para evitar riscos ambientais, agronômicos ou sanitários. O principal risco associado à aplicação é o uso de composto **imaturo**, que ainda contenha compostos orgânicos instáveis, ácidos orgânicos ou sais solúveis em excesso. Esses elementos podem causar fitotoxicidade, reduzir a germinação de sementes e prejudicar o desenvolvimento radicular.

Outro cuidado relevante diz respeito à **contaminação física ou química**. A presença de fragmentos de plástico, vidro ou metal compromete o uso urbano e agrícola, além de contrariar normas técnicas. Da mesma forma, teores elevados de metais pesados ou patógenos inviabilizam a aplicação, especialmente em áreas de uso público.

Em ambiente institucional, é fundamental garantir que o composto seja utilizado apenas em áreas compatíveis com seu nível de controle sanitário. Mesmo quando destinado a jardins internos da Alece, o composto deve atender critérios mínimos de qualidade, evitando riscos ocupacionais e ambientais.

Por fim, recomendase que o composto não seja aplicado diretamente em contato com sementes sensíveis ou mudas recémplantadas sem avaliação prévia, especialmente em sistemas que não realizam análises laboratoriais frequentes.

Certificação e conformidade normativa

A aplicação do composto deve estar alinhada às normas técnicas e legais vigentes, mesmo quando não há intenção de comercialização. A conformidade normativa não apenas assegura segurança ambiental e sanitária, mas também fortalece a credibilidade institucional do programa de compostagem.

A **Resolução CONAMA nº 481/2017** estabelece critérios para uso de resíduos orgânicos tratados, incluindo limites para metais pesados, ausência de patógenos e exigência de estabilidade do material. Seguir esses parâmetros garante que o composto seja ambientalmente seguro para uso em solos.

Já as normas do **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)** definem padrões para fertilizantes orgânicos quanto à composição, à qualidade, aos contaminantes e à rotulagem. Embora o composto produzido pela Alece não tenha finalidade comercial, a adoção desses padrões como referência técnica assegura que o produto esteja dentro de parâmetros reconhecidos nacionalmente.

A certificação formal só é exigida quando há comercialização, mas a **conformidade técnica voluntária,** por meio de análises periódicas, registros operacionais e testes de maturidade, é uma boa prática recomendada para instituições públicas. Ela permite demonstrar transparência, responsabilidade ambiental e alinhamento com políticas públicas de gestão de resíduos e sustentabilidade.

A aplicação do composto final representa o fechamento virtuoso do sistema de compostagem: resíduos antes tratados como passivo ambiental retornam ao solo como recurso. Quando bem manejada, essa etapa consolida os benefícios ambientais, econômicos e educativos do processo, transformando a compostagem em ferramenta estratégica de sustentabilidade institucional da Alece.





IMAGEM SINTÉTICA CRIADA DIGITALMENTE VIA IA

ESTUDOS DE CASO

Experiências brasileiras em compostagem

A consolidação da compostagem como tecnologia de gestão de resíduos orgânicos no Brasil decorre, em grande medida, de experiências acumuladas em universidades, instituições de pesquisa e administrações públicas municipais. Esses casos demonstram que o êxito da compostagem não depende apenas da escolha da metodologia, mas da sua adequada adaptação ao contexto climático, institucional, operacional e social.

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

A UFSC constitui uma das experiências mais emblemáticas de compostagem institucional no país. O sistema implantado pela universidade foi concebido com forte caráter pedagógico, aliando rigor técnico à simplicidade operacional. A compostagem em leiras, associada ao uso intensivo de materiais estruturantes oriundos da poda e da manutenção das áreas verdes do *campus*, permitiu tratamento contínuo dos resíduos orgânicos gerados por restaurantes universitários e atividades administrativas.

A experiência da UFSC demonstra que a previsibilidade do processo está diretamente ligada à padronização do manejo, ao acompanhamento sistemático da temperatura e à formação continuada das equipes envolvidas. Um dos aprendizados centrais foi a importância do dimensionamento adequado das leiras para garantir fase termofílica consistente, mesmo diante de flutuações no volume e na composição dos resíduos. Além disso, a integração da compostagem com ações de ensino, pesquisa e extensão consolidou o sistema como ferramenta permanente de educação ambiental, e não como iniciativa pontual.

Embrapa e centros de pesquisa agroambiental

A Embrapa, por meio de suas unidades descentralizadas, acumulou vasta experiência na aplicação da compostagem aeróbica controlada, sobretudo em contextos rurais e agroindustriais. Diferentemente de ambientes universitários, essas experiências priorizam a qualidade agronômica do composto, com controle rigoroso da relação C/N, da umidade e da maturação, visando garantir segurança fitotécnica.

Os estudos conduzidos pela Embrapa evidenciam que a compostagem é altamente dependente da qualidade dos materiais estruturantes e da regularidade dos revolvimentos. Em climas tropicais, observouse que a elevação térmica rápida favorece a higienização, mas também exige atenção para evitar perdas de nitrogênio. O uso do composto como condicionador de solo mostrou ganhos consistentes em fertili-

dade, estrutura e retenção de água, reforçando a compostagem como instrumento técnico e não apenas ambiental.

Essas experiências servem de referência direta para instituições públicas urbanas, pois fornecem parâmetros sólidos para avaliação da maturidade, prevenção de fitotoxicidade e definição de dosagens seguras.

Experiências municipais brasileiras

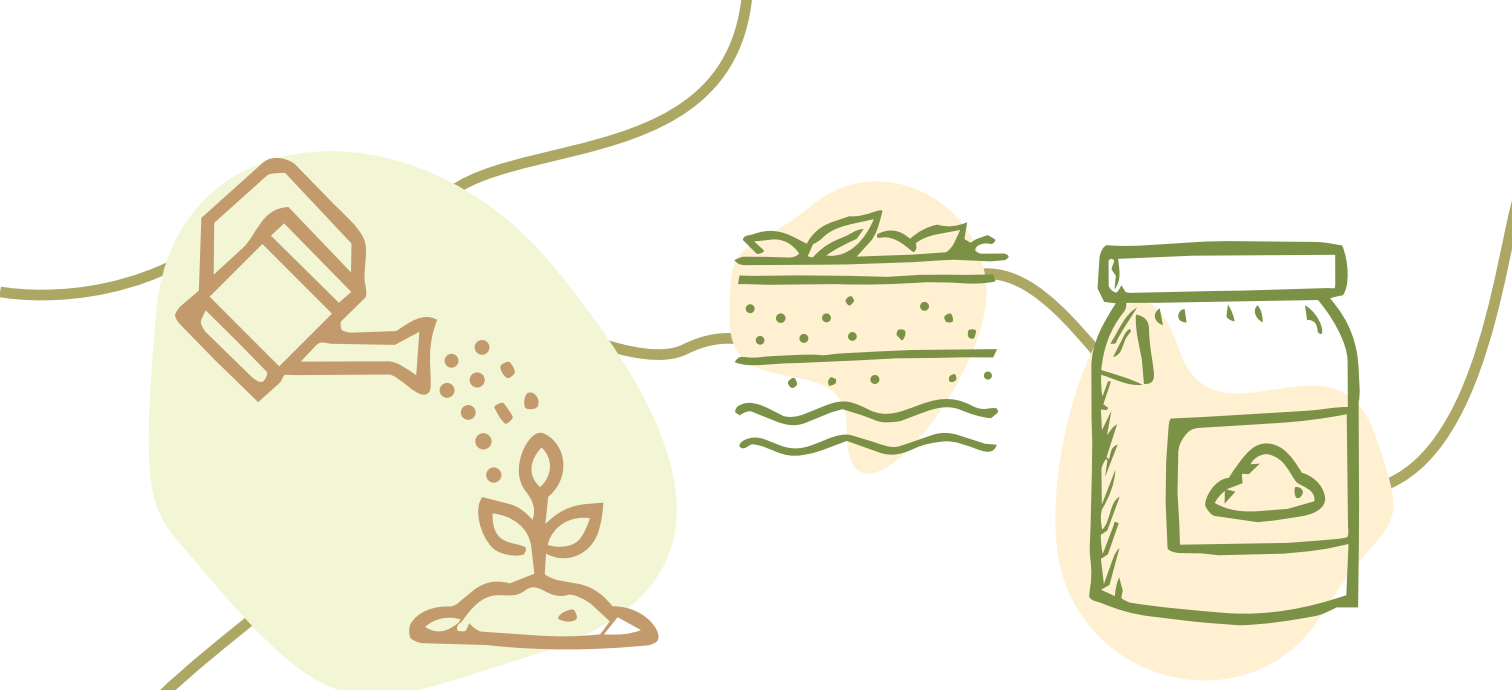
Diversos municípios brasileiros adotaram a compostagem como estratégia de desviar resíduos orgânicos de aterros sanitários, especialmente os provenientes de feiras livres, poda urbana e coleta seletiva. Em geral, os casos bem-sucedidos compartilham características comuns: pátios de compostagem bem localizados, uso do método de leiras viradas, investimento em capacitação das equipes operacionais e integração com políticas públicas de educação ambiental.

As experiências municipais mostram que a compostagem em leiras é particularmente eficiente quando há clareza quanto ao fluxo de resíduos e comprometimento institucional de longo prazo. Municípios que trataram a compostagem como solução isolada ou experimental enfrentaram maiores dificuldades, como contaminação do material, rejeição social ou interrupção do processo. Já aqueles que articularam a compostagem com planejamento urbano e gestão integrada de resíduos obtiveram impactos ambientais e econômicos relevantes.

Experiência institucional: Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (Alece)

A experiência da Alece com compostagem em leiras inserese em um contexto institucional de fortalecimento da gestão ambiental e da responsabilidade social, coordenada pelo Comitê de Responsabilidade Social e executada pela Célula de Sustentabilidade e Gestão Ambiental. Diferentemente de iniciativas isoladas, o sistema foi concebido como parte integrante da política institucional de sustentabilidade, alinhado ao Plano de Logística Sustentável e às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O foco da experiência da Alece está no tratamento da fração orgânica gerada internamente — especialmente resíduos alimentares e resíduos de jardinagem — por meio de metodologia aeróbica em leiras, com controle operacional compatível com a escala institucional. A escolha desse método decorreu da necessidade de um sistema robusto, de fácil monitoramento, adaptável ao clima local e capaz de gerar composto para uso em áreas verdes internas.



Desde sua concepção, a experiência enfatiza alguns princípios fundamentais: segregação correta na origem; uso sistemático de materiais estruturantes oriundos da própria instituição; monitoramento contínuo de temperatura e umidade; e registro das operações. Um dos aprendizados iniciais foi a importância da sensibilização permanente dos setores geradores de resíduos, demonstrando que a qualidade do composto começa fora do pátio de compostagem.

A experiência da Alece, ainda em processo de consolidação, reafirma que a compostagem institucional é tanto um desafio técnico quanto organizacional. Seus principais resultados não se limitam à redução do volume de resíduos destinados ao aterro, mas incluem o fortalecimento da cultura ambiental interna, a geração de insumo orgânico para manutenção paisagística e a construção de um modelo replicável para outros órgãos públicos do estado do Ceará.

Mais do que um estudo de caso encerrado, a compostagem na Alece deve ser compreendida como um processo contínuo de aprendizagem institucional, no qual ajustes operacionais, avaliação de indicadores e aprimoramento normativo caminham conjuntamente. Essa abordagem permite que a instituição avance com segurança técnica, transparência e coerência entre discurso e prática ambiental.

Os estudos de caso apresentados demonstram que a compostagem em leiras é uma tecnologia madura, amplamente validada e adaptável a diferentes realidades brasileiras. Universidades, centros de pesquisa, municípios e instituições públicas compartilham desafios semelhantes — variabilidade de resíduos, limitações operacionais e necessidade de engajamento humano — e obtêm sucesso quando tratam a compostagem como sistema integrado, e não como ação isolada. Nesse contexto, a experiência da Alece se insere como exemplo institucional em evolução, fundamentado em boas práticas nacionais e internacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004:** Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.591:** Compostagem - Resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

BARTHOD, J.; et al. **Compost Science and Technology**. London: Elsevier, 2011.

BERNAL, M. P.; et al. **Compost maturity and stability**: a review. Compost Science & Utilization, v. 6, n. 2, p. 96–110, diversos números.

CANADIAN COMPOSTING COUNCIL (CCC). Canadian Guidelines for Compost Quality. Ottawa: CCME, 2005. Atualizações 2012–2019.

CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT (CCME). Guidelines for Compost Facility Design and Operation. Ottawa, 2005.

CORNELL WASTE MANAGEMENT INSTITUTE (CWMI). Designing a Compost Facility. Ithaca: Cornell University, 2010–2020.

DÍAZ, L. F.; SAVAGE, G. M.; EGGERTH, L. L.; GOLUEKE, C. G. Composting and Recycling Municipal Solid Waste. Boca Raton: CRC Press, 1993.

DÍAZ, L. F.; DE BERTOLDI, M.; BIDLINGMAIER, W.; STENTIFORD, E. The Composting Handbook. Amsterdam: Elsevier, 2010.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Guia Prático de Compostagem. Brasília: Embrapa, 2010.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Qualidade dos Materiais Estruturantes na Compostagem. Brasília: Embrapa, s.d.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Tecnologia de Compostagem Aeróbica Controlada. Jaguariúna: Embrapa, s.d.

EMBRAPA SOLOS. Manual de Compostagem: Processo de Baixo Custo. Rio de Janeiro: Embrapa, várias edições.

EMBRAPA SOLOS. Parâmetros para Dimensionamento de Leiras em Climas Tropicais. Rio de Janeiro: Embrapa, s.d.

EUROPEAN COMPOST NETWORK (ECN). Best Available Techniques for Composting. Brussels, 2010.

EUROPEAN COMPOST NETWORK (ECN). Quality Assurance and Infrastructure Standards for Composting Plants. Brussels, 2014.

FAO — FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. On-Farm Composting Methods. Rome: FAO, 2003.

FAO — FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Comparative Review of Composting Systems for Organic Waste Management. Rome: FAO, 2013.

FAO — FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Siting and Design of Composting Facilities. Rome: FAO, s.d.

GOLUEKE, C. G. Principles of Composting. Emmaus: Rodale Press, 1972.

HAUG, R. T. The Practical Handbook of Compost Engineering. Boca Raton: CRC Press, 1993.

HOWARD, A. The Waste Products of Agriculture: Their Utilization as Humus. London: Oxford University Press, 1931.

HOWARD, A.; WAD, Y. D. The Indore Method of Composting. New Delhi: Indian Agricultural Research Institute, 1931.

ICLEI BRASIL. Manual de Compostagem Institucional para Órgãos Públicos. São Paulo: ICLEI, s.d.

INSAM, H.; DE BERTOLDI, M. Microbiology of the composting process. In: Waste Management & Research, diversos volumes.

KIEHL, E. J. Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto. Piracicaba: Ceres, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Brasília: MMA, 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Guia de Gestão e Segregação Interna de Resíduos Orgânicos em Instituições Públicas. Brasília: MMA, s.d.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC. Guide de Compostage en Andains. Québec, 2015.

PEREIRA, J. C. B.; SOARES, H. M. Compostagem: Manual para Escolas, Comunidades e Instituições. Florianópolis: UFSC, várias edições.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília: SNIS, edições anuais.

SUSTAINABLE ORGANIC WASTE MANAGEMENT (SOWM). Infrastructure Essentials for Institutional Composting Systems. s.l., s.d.

TAKAKURA, K.; et al. The Takakura Composting Method: A Simple and Efficient Approach for Household Waste. Nairobi: UNHabitat; Tóquio: JICA, s.d.

TIQUIA, S. M. Microbial ecology of composting. Microbial Ecology, diversos volumes.

UFSC — UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Método UFSC de Compostagem. Florianópolis: Laboratório de Compostagem, s.d.

UFSC — UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Notas Técnicas e Protocolos Operacionais de Compostagem. Florianópolis: Grupo de Pesquisa em Compostagem, 2012–2022.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Organic Waste Management Guidelines. Nairobi: UNEP, 2015.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Windrow Composting Technical Guide. Washington, DC: NRCS, s.d.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Windrow Composting. EPA Document Series 625/R95/004. Washington, DC, 1995.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Composting at Work. EPA 530F12016. Washington, DC, 2012.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Test Methods for the Examination of Composting and Compost. Washington, DC, s.d

AABHISE. Wikimedia Commons. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prince600.jpg >. Acesso em: 16 abr. 2026.

Embrapa. Compostagem de resíduos agrícolas em leiras estáticas. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1420/compostagem-de-residuos-agricolas-em-leiras-estaticas . Acesso em: 16 abr. 2026.

MORAES, Taciane Pupo de. Estudo dos aspectos físico-químicos da compostagem à base da casca de mandioca. 2014. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

CORRÊA, Rony Felipe Marcelino; RICCI, Alexandro Batista. Compostagem de lodo de esgoto por meio de leira estática aerada com duas taxas de aeração. 2017.

Agron. Compostagem 3-3-3 é mais rápida, usa menos água e tem menor custo operacional. Disponível em: https://agron.com.br/compostagem-3-3-3-e-mais-rapida-usa-menos-agua-e-tem-menor-custo-operacional/ . Acesso em: 16 abr. 2026.

MARCELINO, Dianes. Conheça o método UFSC de compostagem de resíduos orgânicos. Natureza e Conservação, 2017. Disponível em: https://www.naturezaeconservacao.eco.br/2017/07/conheca-o-metodo-ufsc-de-compostagem-de.html . Acesso em: 16 abr. 2026.

The Hindu. Tiruchi Corporation to boost functioning of micro composting centres. Disponível em: https://www.thehindu.com/news/cities/Tiruchirapalli/tiruchi-corporation-to-boost-functioning-of-micro-composting-centres/article70549870.ece. Acesso em: 16 abr. 2026.

JIMÉNEZ-ANTILLÓN, Joaquín; CALLEJA-AMADOR, Carlos; ROMERO-ESQUIVEL, Luis G. Food Waste Recovery with Takakura Portable Compost Boxes in Offices and Working Places. Resources, v. 7, n. 4, p. 84, 2018. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-9276/7/4/84 . Acesso em: 16 abr. 2026.

HOFFMAN, Greta. Mãos segurando solo. Pexels. Disponível em: https://www.pexels.com/pt-br/foto/maos-segurando-holding-solo-7728706/ . Acesso em: 16 abr. 2026.

NUNES, Maria Urbana Corrêa. Manejo da leira. Embrapa. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco/pos-producao/coprodutos/casca-fibras-e-po-/biodegradacao-de-residuos-do-coqueiro/manejo-da-leira . Acesso em: 16 abr. 2026.

VERAS, Paulo. Adubo orgânico produzido na Alece é distribuído para servidores da Casa. Portal do Servidor – Alece, 2025. Disponível em: https://portaldoservidor.al.ce.gov.br/noticias/adubo-organico-produzido-na-alece-e-distribuido-para-servidores-da-casa . Acesso em: 16 abr. 2026.



ANEXOS

- Planilhas de monitoramento
- Modelos de POP
- Tabelas de C/N dos materiais
- Glossário



QUADRO 1 - MATERIAL DE ORIGEM VEGETAL

NOME	%C	%N	C:N	FONTE
Alface	33,8	2,9	11,7	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Algodão	41,8	0,1	596,9	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Bagaço de cana	42,4	0,5	84,7	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Beterraba	37,2	1,6	24,0	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Braquiária	40,2	0,7	57,4	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Capim Elefante	39,2	1,1	35,7	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Casca de café	43,1	1,7	25,4	Carmo, 2011.
Casca de café	42,0	3,0	14,0	Pinheiro et al., 2013.
Casca de café (lavador)	41,5	2,5	16,6	Carmo, 2011.
Casca de café em coco	44,1	2,1	21,0	Carmo, 2011.
Casca de coco	18,2	1,7	10,7	Carmo, 2011.
Casca de pinus	45,8	0,4	114,5	Pinheiro et al., 2013.
Casca de pinus (a)	46,6	0,7	66,6	Carmo, 2011.
Casca de pinus (b)	51,4	0,6	85,7	Carmo, 2011.
Fibra de coco	48,2	0,7	68,9	Carmo, 2011.
Fibra de coco	45,4	0,4	113,5	Pinheiro et al., 2013.
Folha Flemingea	44,7	2,7	16,4	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.



NOME	%C	%N	C:N	FONTE
Gliricídia 1 (Caule+peciolo+foliolo)	43,9	2,6	16,9	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Gliricídia 2 (peciolo+foliolo)	44,4	3,7	12,1	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Gliricídia 3 (Caule)	43,2	1,3	32,7	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Gliricídia 4 (peciolo)	42,0	1,3	32,3	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Gliricídia 5 (foliolo)	44,0	3,5	12,6	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Palha de Bambu	38,2	1,5	25,3	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Pergaminho de café	45,1	0,6	75,2	Carmo, 2011.
Rúcula	34,0	3,6	9,5	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Serragem	48,2	0,3	160,7	Carmo, 2011.
Serragem	44,6	0,3	148,7	Pinheiro et al., 2013.
Serragem branca	43,9	0,2	253,6	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Serragem vermelha	47,3	0,2	290,5	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Tephrosia	42,0	1,3	31,8	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Titonia	38,6	2,9	13,2	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.

Fonte: Embrapa (s.d.), com base em Carmo (2011), Pinheiro *et al.* (2013) e Melo *et al.* (2008).



QUADRO 2 - ESTERCOS

NOME	%C	%N	C:N	FONTE
Cama de frango (a)	36,7	5,9	6,2	Carmo, 2011.
Cama de frango (b)	31,5	3,9	8,1	Carmo, 2011.
Cama de frango (c)	31,8	3,3	9,6	Carmo, 2011.
Cama de frango (d)	32,9	3,1	10,6	Carmo, 2011.
Cama de suíno (a)	23,9	2,2	10,9	Carmo, 2011.
Cama de suíno (b)	39,0	3,0	13,0	Carmo, 2011.
Esterco bovino	32,2	1,8	18,2	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Esterco bovino	18,0	1,6	11,3	Carmo, 2011.
Esterco bovino	23,9	1,8	13,3	Pinheiro *et al.*, 2013.
Esterco bovino	12,2	1,1	11,1	Melo *et al.*, 2008.
Esterco de aves	28,6	4,1	7,0	Carmo, 2011.
Esterco de cavalo	39,4	0,6	65,7	Pinheiro *et al.*, 2013.
Esterco de cavalo	41,3	1,7	24,3	Carmo, 2011.
Esterco de codorna	25,5	2,4	10,6	Pinheiro *et al.*, 2013.
Esterco de codorna	22,7	3,3	6,9	Melo *et al.*, 2008.
Esterco de codorna	30,8	5,3	5,8	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Esterco de codorna (a)	28,8	6,8	4,2	Carmo, 2011.



NOME	%C	%N	C:N	FONTE
Esterco de codorna (b)	33,7	2,6	13,0	Carmo, 2011.
Esterco de galinha	22,7	4,8	4,7	Pinheiro *et al.*, 2013.
Esterco de galinha	19,2	4,6	4,2	Melo *et al.*, 2008.
Esterco de galinha (a)	21,2	2,3	9,2	Carmo, 2011.
Esterco de galinha 1	32,7	3,6	9,0	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Esterco de galinha 2	30,1	2,6	11,5	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Esterco de galinha (b)	27,2	5,3	5,1	Carmo, 2011.
Esterco de galinha industrial	17,0	1,9	8,9	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Esterco de suíno	26,3	2,0	13,2	Pinheiro *et al.*, 2013.
Esterco de suíno	22,8	1,9	12,0	Melo *et al.*, 2008.
Esterco de suíno	30,5	3,4	9,0	Carmo, 2011.
Esterco seco (a)	32,9	4,7	7,0	Carmo, 2011.
Esterco seco (b)	35,6	2,5	14,2	Carmo, 2011.
Esterco úmido	27,7	2,5	11,1	Carmo, 2011.
Esterco: galinha + co-dorna	27,3	3,1	8,8	Carmo, 2011.

Fonte: Embrapa (s.d.), com base em Carmo (2011), Pinheiro *et al.* (2013) e Melo *et al.* (2008).



QUADRO 3 - OUTROS TIPOS DE MATERIAIS

NOME	%C	%N	C:N	FONTE
Farelo de Trigo	40,0	2,6	15,4	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Farinha de Trigo	39,9	1,9	20,7	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Torta de Mamona	36,4	6,8	5,4	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Açúcar	41,8	0,0	4179,0	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Carvão	80,7	0,7	115,3	Pinheiro *et al.*, 2013.
Casca de café + esterco suíno	44,6	2,4	18,6	Carmo, 2011.
Composto (a)	31,9	1,8	17,7	Carmo, 2011.
Composto (b)	25,8	2,3	11,2	Carmo, 2011.
Composto (c)	20,0	1,9	10,5	Carmo, 2011.
Composto (c)	27,9	2,1	13,3	Carmo, 2011.
Composto de dejetos de suínos	29,8	1,6	18,6	Pinheiro et al., 2013.
Composto de lixo	18,4	2,4	7,7	Pinheiro et al., 2013.
Composto (e)	16,6	1,5	11,1	Carmo, 2011.
Composto (f)	19,9	1,9	10,5	Carmo, 2011.
Composto (g)	27,1	1,5	18,1	Carmo, 2011.
Composto SHIMEJI	39,0	1,8	22,3	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.



NOME	%C	%N	C:N	FONTE
Composto SHIMEJI preto	31,3	1,0	32,5	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Fino de Carvão	74,6	0,4	173,4	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Lodo 1	19,8	2,2	9,0	Pinheiro *et al.*, 2013.
Lodo 2	21,4	2,1	10,2	Pinheiro *et al.*, 2013.
Lodo de biodigestor	32,2	3,6	8,9	Carmo, 2011.
Lodo de esgoto (a)	12,9	0,9	14,3	Carmo, 2011.
Lodo de esgoto (b)	24,7	3,4	7,3	Carmo, 2011.
Lodo de esgoto (c)	20,7	2,3	9,0	Carmo, 2011.
Lodo de esgoto compostado	27,4	3,4	8,1	Carmo, 2011.
Maisena	38,6	0,1	550,9	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Papel Filtro	41,4	0,0	1380,3	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.
Substrato	38,0	0,2	190,0	Pinheiro *et al.*, 2013.
Substrato comercial	19,7	0,9	21,9	Carmo, 2011.
Turfa	8,5	0,5	17,0	Carmo, 2011.
Turfa	7,8	1,2	6,5	Pinheiro *et al.*, 2013.
Vermicomposto	20,3	2,0	10,0	Amostras analisadas na Embrapa Agrobiologia.

Fonte: Embrapa (s.d.), com base em Carmo (2011), Pinheiro *et al.* (2013) e Melo *et al.* (2008).

POP - Compostagem em Leiras com Revolvimento e Rega Manual



1. Identificação do documento

Código: POP-COMP-001
Versão: 1.0
Data: _____/_____/_____
Elaborado por: _____
Aprovado por: _____

2. Objetivo

Padronizar o processo de compostagem em leiras com revolvimento e rega manual, garantindo eficiência operacional e qualidade do composto final.

3. Campo de aplicação

Aplicável às atividades de compostagem realizadas em leiras operadas manualmente.

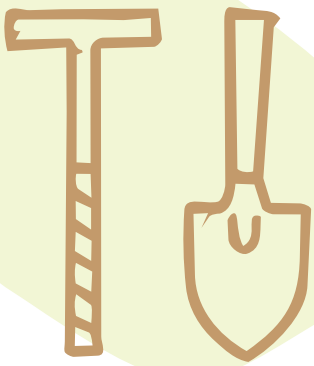
4. Definições

- Leira: montante de resíduos orgânicos organizado para compostagem.
- Relação C/N: proporção entre carbono e nitrogênio.
- Material estruturante: material rico em carbono que promove aeração
- Fase termofílica: fase de alta temperatura da compostagem.

5. Responsabilidades

- Operador: execução das atividades.
- Supervisor: monitoramento.
- Responsável técnico: validação do processo.

6. Materiais e Equipamentos



- Resíduos orgânicos
- Materiais secos
- Água
- Ferramentas manuais
- Termômetro

7. Procedimento operacional

7.1 Preparação dos materiais

Os resíduos orgânicos devem ser previamente separados, removendo-se materiais inadequados como plásticos, metais, vidros e outros contaminantes.

Os materiais devem ser classificados em:

- Ricos em nitrogênio (úmidos): restos de alimentos, esterco, resíduos verdes.
- Ricos em carbono (secos): folhas secas, palha, serragem.

Sempre que possível, os resíduos devem ser reduzidos de tamanho (trituração ou fragmentação), visando aumentar a área de contato e acelerar o processo de decomposição.

A relação carbono/nitrogênio (C/N) deve ser ajustada para valores entre 25:1 e 30:1, garantindo condições adequadas para a atividade microbiológica.

7.2 Montagem da leira

A leira deve ser montada sobre solo drenado, preferencialmente com leve inclinação para evitar acúmulo de água.

- A montagem deve seguir as seguintes etapas:
    - dispor uma camada inicial de material estruturante (aproximadamente 20 cm), com função de promover aeração na base;
    - alternar camadas de resíduos ricos em nitrogênio e carbono;
    - garantir homogeneidade na distribuição dos materiais.

As dimensões recomendadas da leira são:

- Altura: 1,2 a 1,5 m.
- Largura: 1,5 a 2,0 m.
- Comprimento: variável conforme disponibilidade de material.

7.3 Controle de umidade (rega manual)

A umidade da leira deve ser mantida entre 50% e 60% durante todo o processo.

A verificação pode ser realizada por meio do método prático:

- Ao apertar o material com a mão, este deve manter a forma sem escorrer água.
- Caso a umidade esteja abaixo do ideal, deve-se realizar rega manual uniforme, evitando encharcamento.

A frequência da rega deve ser ajustada conforme:

- condições climáticas;
- tipo de material;
- fase do processo.

7.4 Monitoramento de temperatura

A temperatura deve ser monitorada regularmente utilizando termômetro apropriado. Durante a fase ativa, a temperatura deve permanecer entre **55°C e 65°C**, indicando atividade microbiológica adequada.

Situações e ações:

- Temperatura baixa (<40°C): verificar umidade e proporção de materiais.
- Temperatura excessiva (>70°C): realizar revolvimento para dissipação de calor.
- As medições devem ser realizadas em diferentes pontos da leira.

7.5 Revolvimento da leira

O revolvimento deve ser realizado periodicamente com o objetivo de:

- promover a oxigenação;
- homogeneizar os materiais;
- controlar a temperatura.

A frequência recomendada é de cinco a sete dias, podendo ser ajustada conforme o comportamento da leira. O revolvimento deve ser completo, deslocando o material das extremidades para o centro e vice-versa.

7.6 Tempo de compostagem

O processo de compostagem ocorre em duas fases principais:

- Fase ativa (decomposição): intensa atividade microbiológica.
- Fase de maturação: estabilização do material.

O tempo total pode variar entre 60 e 120 dias, dependendo das condições operacionais.

7.7 Critérios de finalização

O composto será considerado pronto quando apresentar:

- coloração escura e uniforme;
- odor característico de terra;
- temperatura próxima à ambiente;
- ausência de materiais não decompostos visíveis.

O material deve apresentar aspecto homogêneo e estável, sem geração de odores desagradáveis.

8. Controle e registros

Registrar temperatura, umidade e revolvimento (utilizar planilha em anexo para registro dos dados).

9. Segurança e cuidados operacionais

9.1 Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)

Durante a execução das atividades de compostagem, é obrigatório o uso dos seguintes EPIs:

- Luvas de proteção (borracha ou nitrílica): protegem as mãos contra contato direto com resíduos orgânicos, microrganismos, umidade excessiva e possíveis contaminantes.
- Botas de segurança impermeáveis: evitam contato com chorume, umidade e materiais contaminados, além de reduzir o risco de escorregões e acidentes.
- Máscara de proteção respiratória (PFF2 ou similar): protege contra inalação de poeiras, bioaerossóis, fungos e odores provenientes do processo de decomposição.
- Óculos de proteção: evitam contato de partículas, poeira e respingos com os olhos durante o manejo e revolvimento.
- Vestimenta adequada (calça comprida e camisa de manga longa): minimiza o contato da pele com resíduos e reduz o risco de irritações ou contaminações.
- Protetor solar (quando em área aberta): indicado para proteção contra exposição prolongada à radiação solar.

9.2 Hábitos e práticas seguras

Os profissionais envolvidos devem adotar as seguintes práticas:

- higienizar as mãos após o manuseio dos resíduos, mesmo com uso de luvas;
- evitar levar as mãos ao rosto durante as atividades;
- não se alimentar ou ingerir bebidas na área de compostagem;
- manter os EPIs em bom estado de conservação e realizar substituição quando necessário;
- evitar contato direto com materiais em decomposição sem proteção adequada;

- realizar o revolvimento com atenção para evitar esforços excessivos ou posturas inadequadas;
- manter a área de trabalho organizada, reduzindo riscos de acidentes;
- evitar acúmulo de água ao redor da leira, prevenindo escorregamentos e proliferação de vetores

9.3 Riscos envolvidos no processo

As atividades de compostagem podem apresentar os seguintes riscos:

- exposição a microrganismos (fungos e bactérias);
- inalação de poeiras e bioaerossóis;
- contato com materiais contaminados;
- esforço físico durante o revolvimento;
- exposição ao calor e à radiação solar.

9.4 Medidas preventivas

Para minimizar os riscos, devem ser adotadas as seguintes medidas:

- uso contínuo e correto dos EPIs;
- monitoramento das condições da leira (evitando odores e condições anaeróbias);
- realização de pausas durante atividades intensas;
- treinamento prévio dos operadores;
- supervisão das atividades por responsável capacitado.





IMAGEM SINTÉTICA CRIADA DIGITALMENTE VIA IA

Operação da compostagem

Processos

1. Revolvimento - o processo é para ser feito três vezes por semana
2. Medição da temperatura - Aferida a cada dois dias
3. Irrigação - Feita três vezes por semana ou quando a temperatura ultrapassar 55ºC

ID da Leira	Data	Houve revolvimento?	Mediu-se a temperatura?	Temperatura registrada	Irrigou-se a composteira?

Ciclos da Compostagem

Descrição:

Nesta aba, será informado o dia de início de alimentação da leira, bem como a data em que a leira encheu (até a altura de 1,20m no centro). A partir daí, serão contados três meses e o adubo orgânico será recolhido.

ID da leira	Data de início	Data de enchimento da leira	Data de retirada do composto	Status da leira	Irrigou-se a composteira?

Quantitativo de resíduos orgânicos compostados

ID da Leira	Dia	Massa total de resíduos orgânicos (kg)	Massa de resíduos - Fonte 1 (kg)	Massa de resíduos - Fonte 2 (kg)	Massa de resíduos - Fonte 3 (kg)



ANEXO - GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS (COMPOSTAGEM EM LEIRAS)

Aeração: processo de incorporação de oxigênio na leira por meio do revolvimento manual, essencial para manter condições aeróbias.

Atividade microbiológica: conjunto de processos realizados por microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica.

Bioaerossóis: partículas microscópicas presentes no ar contendo microrganismos, liberadas durante o manejo das leiras.

Carbono (C): elemento presente em materiais secos (folhas, serragem), utilizado como fonte de energia pelos microrganismos.

Composto orgânico: produto final estabilizado da compostagem, com aspecto homogêneo, sem odor forte e apto ao uso agrícola.

Compostagem em leiras: sistema de compostagem no qual os resíduos são dispostos em montes alongados e manejados periodicamente.

Contaminantes: materiais indesejáveis como plásticos, vidros e metais que devem ser removidos antes do processo.

Fase inicial (mesofílica): fase inicial da compostagem, com temperaturas moderadas e início da degradação da matéria orgânica.

Fase termofílica: etapa de altas temperaturas (aprox. 55°C a 65°C), com intensa atividade microbiológica e eliminação de patógenos.

Fase de maturação: fase final em que o composto se estabiliza e adquire características adequadas para uso.

Leira: montante de resíduos disposto de forma alongada para realização da compostagem.

Material estruturante: material seco que melhora a porosidade e a circulação de ar na leira.

Matéria orgânica: material de origem vegetal ou animal passível de decomposição biológica.

Microrganismos: seres microscópicos responsáveis pela decomposição (bactérias e fungos).

Nitrogênio (N): elemento presente em materiais úmidos, essencial para o crescimento dos microrganismos.

Odor anaeróbio: cheiro desagradável gerado pela decomposição na ausência de oxigênio.

Revolvimento: ato de revirar a leira manualmente para promover aeração e homogeneização.

Relação C/N: proporção entre carbono e nitrogênio que influencia diretamente a eficiência da compostagem.

Resíduos orgânicos: materiais biodegradáveis utilizados como matéria-prima no processo.

Temperatura: indicador da atividade biológica, utilizado para monitorar o processo.

Umidade: quantidade de água presente na leira, essencial para a atividade dos microrganismos.

Zona anaeróbia: região da leira sem presença de oxigênio, onde ocorrem processos indesejáveis.



Comitê de
Responsabilidade
Social

ALECE



ALECE

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA
DO ESTADO DO CEARÁ

Mesa Diretora
2025-2026

Deputado Romeu Aldigueri
Presidente

Deputado Danniel Oliveira
1º Vice-Presidente

Deputada Larissa Gaspar
2ª Vice-Presidente

Deputado De Assis Diniz
1º Secretário

Deputado Jeová Mota
2º Secretário

Deputado Felipe Mota
3º Secretário

Deputado João Jaime
4º Secretário

EDIÇÕES INESP DIGITAL

Escaneie o QR CODE e acesse nossas publicações