



## Compostagem em Pilhas

BIANNA RECYCLING PORTUGAL

NIF: 507366867

PROPOSTA: KM-22-001

DATA: 06/09/2022

RESPONSÁVEL: HUGO FIRMINO

TELEFONE: +351 913747217

E-MAIL: hfirmino@bianna.com

# METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DE PILHAS DE COMPOSTAGEM

## Introdução

Como processo biológico, para que seja eficiente, a compostagem necessita que se mantenham umas determinadas condições no material orgânico a degradar, para que os microrganismos mais adequados possam desenvolver a sua atividade de degradação sem nenhum tipo de limitação e/ou inibição.

Deverá procurar-se obter um produto de Classe 2, dentro dos valores estipulados no Decreto-Lei 103/2015, num horizonte de maturação de 1 a 2 semanas em pilhas.

Com a volteadora topturn X45, é possível realizar pilhas até 220cm de altura por 450cm de largura, com 5,1 m<sup>2</sup> de área de seção transversal máxima da pilha o que permite poupar área de armazenamento/maturação.

Porém, as pilhas com estas dimensões, diminuem o processo biológico, pela soma de todos os efeitos de compactação, limitação de auto ventilação, estratificação do material, dificuldade na regulação da humidade, entre outros. Para além disso esta volteadora tem um efeito de abrasão e redução do tamanho do material da pilha muito forte, pelo que é preciso regular convenientemente o número de volteios realizados.

Para se conseguir o maior grau de maturação possível, deve-se manter uma condição de humidade do material nunca inferior a 40% durante a maior parte do tempo possível, algo que não é compatível com a eficiência do sistema de crivagem, que necessita que o material a crivar esteja numa humidade não superior a 35%.

Salientar que um sistema de compostagem por pilhas não permite basicamente mais ação do que voltar a pilha com ou sem rega, portanto existe por definição uma limitação relativamente aos parâmetros sobre os quais se pode atuar diretamente.

Os procedimentos que se descrevem abaixo deverão ser entendidos como procedimentos indicativos para assegurar uma atividade biológica degradativa da matéria orgânica das pilhas, durante o tempo que se mantenham em maturação. Não se trata de um protocolo rígido, pois é necessário monitorizar certos parâmetros do processo no material, que em função da sua evolução deve sempre ser ajustado o protocolo de gestão da pilha.

## Protocolo de gestão de pilhas de compostagem

### Constituição de uma pilha

Após finalizado o processo a montante, o material deverá ser encaminhado e disposto na pilha de maturação. Deve procurar-se que o material não seja descarregado bruscamente, mas procurar desagregar o material com a pá ao colocar este na pilha. As dimensões da pilha no que respeita ao seu comprimento deverão permitir a manobra da volteadora em ambos os extremos, pelo que há que deixar o espaço suficiente. O ideal será que a altura seja inferior a 240cm, está no entanto condicionada pelo comprimento que se possa dar à pilha.

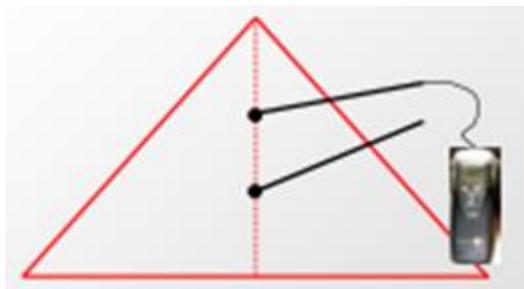
Se a humidade não for superior a 50%, será necessário regar a pilha no primeiro volteio, ou no segundo volteio.

i. Após da descarga da descarga proveniente do processo devem-se realizar no mínimo os seguintes ensaios:

- a. Voltar 1 vez
- b. Medição do teor de humidade
- c. Medição do teor de sólidos voláteis totais
- d. Análise do material ao grau de Rottegrade, recolha de várias amostras seguindo o procedimento do quartil para obtenção da(s) amostra(s) a ensaiar.

ii. 24 horas após:

- a. Medir temperaturas e oxigénio da pilha em 6 pontos por cada pilha (2 amostragens por ponto)



Devem-se registar todos os valores por pilha executada, para sua análise e adequação de um plano de volteios.

## Registo de dados e amostras

Para se poder executar um seguimento das condições e parâmetros do processo de compostagem nas pilhas é preciso realizar em certos intervalos de tempo uma recolha de dados nas pilhas:

- i. Temperatura das pilhas – deve-se a cada 2-3 dias em pelo menos 4 pontos da pilha, numa das laterais a uma altura média e a cerca de 80-100 cm de profundidade. Antes de se efetuar a medição deverá ser medida a temperatura ambiente e regista-la nos dados de cada medição de temperaturas
- ii. Nos mesmos pontos onde se meça a temperatura deverá ser medida a concentração do oxigénio intersticial na pilha
- iii. No mínimo uma vez por semana deverá ser recolhida uma amostra, utilizando o método dos quartis e em laboratório analisar a humidade (sólidos totais) e o pH. É altamente recomendável que o dia em que seja recolhida esta amostra, coincida com a toma de dados de temperatura e oxigénio, deste modo termos mais informação sobre o estado da pilha.

## Sistemas de Medição

### Humidade

Para efeito da medição da Humidade serão considerados 2 equipamentos a montante do processo de maturação em pilhas nomeadamente antes e após o equipamento Biodrum.



O equipamento a instalar é o MoistTech IR3000, com tecnologia NIR e cuja especificação técnica se detalha abaixo:

Sensor para medição instantânea e sem contato com tecnologia NIR (Near Infrared) para diversos produtos e matérias-primas válidas para as condições de produção mais exigentes. Insensível ao tamanho da partícula, altura do material ou cor, oferece medição contínua e confiável.

#### Especificações Particulares:

- Resolução de dados de 16 bits e processador de 32 bits para maior precisão de resposta
- Filtragem de possíveis ruídos para eliminar erros de medição de campo com filtros ópticos de precisão
- Algoritmos pré-programados e calibrados de acordo com suas necessidades
- Configuração de sensor compatível e programa de calibração para sistemas operacionais PC ou MAC
- Programa de monitorização de calibração
- Armazenamento de dados em flash
- Encapsulado em I65 (NEMA 4) (também disponível em IP67)
- Alimentação e conectores
- Janela de amostragem com diâmetro de 3,7 cm, distância ao material de 10 a 40 cm

O sistema funciona com alimentação de 80 a 260 Vac (50/60 Hz) 24 Vdc. Possui 3 saídas isoladas e autoalimentadas 4-20mA, RS-232/485 e Ethernet TCP/IP.

Outras opções de comunicação a pedido são Profibus, Profinet, DeviceNet e Ethernet IP.



## Temperatura

Para efeito da medição da Temperatura será instalado 1 equipamentos a montante do processo de maturação em pilhas nomeadamente após o equipamento Biodrum.

O equipamento a instalar é uma câmara Termografica CG 320 com lente focal 4,8mm.



### Especificações Particulares:

- Resolução IR: 384 x 288 pixels.
- Medição de 0 a 500 °C
- Ajuste de foco manual
- Campo de visão: 68° x 54° com lente de 4,8 mm o Sensibilidade térmica/NETD: 50 mK.
- Inclui: cabo Ethernet e cabo de alimentação. Comunicação via Ethernet gigabit
- 2 saídas de alarme de câmara direta

## Temperatura e Oxigénio em Pilhas de Compostagem

No processo estão consideradas a existência de até 17 pilhas de compostagem/maturação, sendo que cada uma das pilhas está equipada com 1 Sistema de Leitura de Temperatura + 1 Sistema de Leitura de Oxigénio, conforme imagem abaixo.



A compostagem de resíduos ocorre de forma natural nas pilhas de compostagem, em que as etapas do processo são acompanhadas e interpretadas através dos registos de temperatura e oxigénio recolhidos. A definição da etapa em que o processo se encontra é realizada através de uma relação entre os dias decorridos e as temperaturas registadas. A necessidade de monitorização das temperaturas e oxigénia permite realizar o enquadramento na etapa e perceber as transições entre as mesmas.

O registo de temperaturas é uma tarefa que, tradicionalmente, é realizada de forma manual por um operador que, enquanto processo de controlo de qualidade no terreno, tem sempre riscos associados tanto para os operadores como para a eficiência do mesmo. A modernização e automatização desta tarefa vem eliminar esses riscos e garantir uma total digitalização deste processo industrial. Mas as diferenças entre o registo de temperaturas de forma manual ou automática são mais abrangentes. Na tabela seguinte podemos constatar algumas das melhorias em diversos pontos.

## Diferenças entre registos automáticos e manuais

	<b>Registos Automáticos</b>	<b>Registos Manuais</b>
<b>Infraestrutura</b>	Melhor gestão dos processos	Gestão menos otimizada
<b>Risco dos trabalhadores</b>	Sem interferência do trabalhador	Risco associado à medição periódica
<b>Fiabilidade</b>	Sistema de medição eletrónico	Medição adquirida visualmente
<b>Rastreabilidade</b>	Rápido acesso ao histórico	Necessidade de compilação de registos
<b>Monitorização</b>	Em tempo real	Registo periódico mais alargado
<b>Acompanhamento remoto</b>	Acesso aos dados por automação ou plataforma	Sem visibilidade
<b>Combustão</b>	Deteção atempada da ocorrência de incêndios	Impossível de prever a ocorrência de incêndios

Os sistemas sem fios para monitorização de compostagem permitem agilizar e simplificar a gestão dos processos de compostagem de resíduos. Além de toda a automatização do processo de registo de temperaturas também é possível beneficiar de outras funcionalidades que a tecnologia oferece:

- Sistema de alertas e notificações de utilizadores;
- Elaborar relatórios de registos estruturados para efeitos de cumprimentos de conformidade normativa;
- Leituras automáticas regulares;



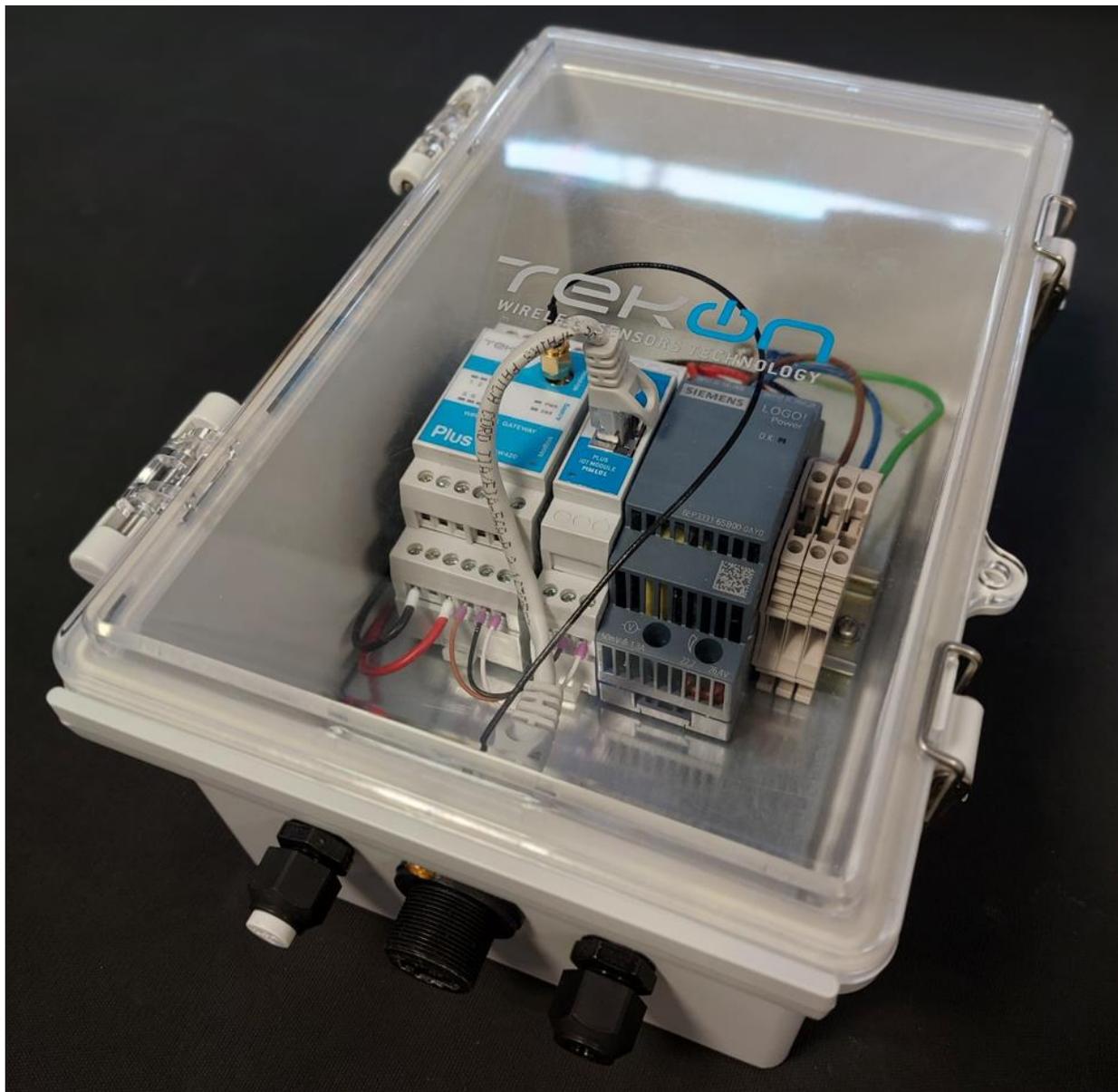
Cada 1 dos 17 Sistema de Leitura de Temperatura + 17 Sistema de Leitura de Oxigênio, estarão em comunicação continua com um sistema de supervisão e controlo que permitirá controlar os parâmetros do processo em cada fase.



A transmissão de informação entre as sondas e o receptor será efetuada por Wireless, por aplicação de 17 transmissores Wireless, conforme imagem abaixo.



Por fim, existirá no final um receptor comum e carta RS-485 para o autómato SIEMENS S7-1200, onde se fará a gestão de toda a informação recebida e sairão os outputs relativamente aos procedimentos a adoptar em cada momento.



## Esquema de volteios

Os volteios permitem manter as melhores condições de processo que sejam possíveis na pilha, assim como aferir sobre a sua humidade. Deste modo distinguimos dois tipos de volteios, volteios normais (sem rega) e volteios com rega. Na tabela 1 são indicadas frequências de volteios e regas aconselháveis para os objetivos e tempo disponível para a maturação. O processo de rega durante os volteios dependerá de qual seja a evolução da humidade, pois deverão adequar-se às necessidades da pilha a cada momento.

**Tabela 1 - Regime de volteios para as pilhas de maturação**

<b>Tempo</b>	<b>Nº de volteios</b>	<b>Rega</b>
Semana 1	1	Se a humidade estiver entre 30-40%
	2	Sem rega, se a humidade >40%
Semana 2	1	Se a humidade <45%
Semana 3	1	Se a humidade <40%
Semana 4	1	Se a humidade <40%
Semana 5	1	Se a humidade <40%

Com este regime de volteios procura-se alcançar as nove semanas de maturação com uma humidade e uma dimensão de partículas adequados aos sistemas de crivagem e afinação.

No caso em que se tenham mantido as condições de processo adequadas durante o período dos túneis e pilhas, o material alcançará uma boa qualidade final, embora exista sempre um certo grau de incerteza.

Em todo o caso podem-se variar as condições de rega, subindo os valores condicionantes da humidade na tabela 1 em 5 pontos percentuais em todos os casos.

## **Amostra da qualidade final de uma pilha**

Um dos pontos mais importantes na hora de efetuar um seguimento e/ou avaliação de um material em alguma das fases da compostagem numa instalação industrial é a recolha de amostras do material em processo.

Para uma análise da qualidade e composição do composto, a amostra deverá ser recolhida no final do processo de afinação, embora se possam definir dois protocolos de recolhas: para uma amostra na pilha antes de ser crivado, e para uma amostra do composto.

### *Recolha de amostra em pilha*

A recolha de uma amostra para análise deverá ser realizada depois do último volteio, uma vez que o material estará mais homogeneizado, contudo isso não implica que deva ser no mesmo dia, somente quando vá ser crivado e afinado.

Para que a amostra seja representativa, devem-se tomar várias amostras ao longo da pilha, tanto nas laterais como na zona superior, sendo aconselhável recolher a amostra nos mesmos pontos onde se meçam a temperatura e oxigénio intersticial da pilha nos controlos periódicos, em oito pontos.

Em cada um deles deverá ser escavado até aproximadamente uns 20cm de profundidade e recolhidos cerca de 5 litros de material. Uma vez se possuam todas as amostras de todos os pontos, deverão ser misturados e homogeneizados, e desta mistura obter um quartil que será a amostra a partir da qual se realizarão as análíticas correspondentes.

No total deverão recolher-se pelo menos 15 litros de amostra de cada pilha, para se poderem executar todas as análises, especialmente o Rottegrade. Caso não seja suficiente o primeiro quartil, deverá ser misturada toda a amostra e repetir o procedimento.

### *Recolha de amostra do material crivado*

Neste caso, para obter uma amostra representativa de toda a pilha, deve-se ir recolhendo parte do composto da saída da afinação, ao longo do processo de crivagem da pilha. A ideia é recolher oito amostras de cinco litros, que deverão ser misturadas e das quais se recolherá um quartil, a partir do qual se realizarão as análíticas correspondentes. No total deverá recolher-se 10 litros de amostra.

As amostras deverão ser analisadas à luz dos requisitos presentes no decreto de lei 103/2015.

## Classificação das Pilhas

---

<b>Volume / pilha :</b>	178,5 m <sup>3</sup>
<b>Área Secção Transversal da pilha:</b>	5,1 m <sup>2</sup>
<b>Comprimento por pilha :</b>	38 m
<b>Área de Superfície / Pilha:</b>	171 m <sup>2</sup>
<b>Número de pilhas :</b>	17
<b>Volume Total de Maturação :</b>	3.294,6 m <sup>2</sup>

---

## Volteadora Komptech Topturn X45



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: PRODUÇÃO

---

Densidade média material	0,8 tn/m <sup>3</sup>
Capacidade material)	3.000 m <sup>3</sup> /h aprox. (dependendo da densidade do material)

### CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO

---

Temperatura ambiente	-20°C / +66°C
----------------------	---------------

---

### MEDIDAS PARA TRANSPORTE

---

Largura: 2.996 mm  
Comprimento: 4.851 mm  
Altura: 3.319 mm  
Peso da máquina: aprox. 14.500 Kg (dependendo da configuração)

## **DIMENSÕES DO ROTOR**

---

Diâmetro: 1.200 mm  
Comprimento: 3.660 mm  
Regulação em altura: 380 mm

## **DIMENSÕES DO TÚNEL**

---

Largura: 3.700 mm  
Altura: 2.200 mm

## **DIMENSÕES DAS PILHAS**

---

Máxima largura de trabalho: Até 4.5 m  
Máxima secção transversal da pilha: Aprox 5.1 m<sup>2</sup>  
Máxima altura da pilha: 2.200 mm Avanço da pilha: 3.000 mm

## **SISTEMA ELÉCTRICO**

---

Unidade de controlo do motor  
Tensão 24 v  
Gerador de corrente trifásico 95 A  
2 baterias de arranque em frio de 180 Ah  
Chave central de bloqueio da bateria de serviço.

## **ACCIONAMENTO TAMBOR**

---

O accionamento é efectuado de forma hidráulica, pelo que se pode regular o funcionamento em modo progressivo sendo igualmente reversível.  
Rotações nominais do motor: 195 rpm

## **FREIOS**

---

Freio de serviço e freio de accionamento hidrostático

## **DIRECÇÃO**

---

Direcção hidrostática mediante regulação das bombas de caudal variável.  
É possível girar o equipamento sobre si mesmo.

## **ACESSO DE SERVIÇO**

---

Acesso integrado pelo lado esquerdo e pelo lado direito

## **SISTEMA DE ENCAMINHAMENTO DO MATERIAL**

---

Placa de encaminhamento com accionamento hidráulico para guiar o material para o interior da máquina.



### **CABINA “CONFORT”**

---

Visão total com vidros panorâmicos  
Completa insonorização  
Preparação para ventilação protegida  
Purificação do ar da cabina através de um sistema de aspiração e circulação com filtros EU4  
Instalação de ar condicionado  
CD/MP3/radio  
5 limpa pábrabrisas (frente, traseiro, direita e 2x esquerda)  
Abertura traseira com saída de emergência  
Cabina fixa  
Cabina elevável hidráulicamente: a cabina baixa até ao solo para ter um fácil acesso ao interior.

### **PINTURA**

---

Hydro-Declack 3 cores:  
RAL 6029 verde  
RAL 7042 gris                      RAL 7021 negro  
Espessura: 80 µm.

### **DEPÓSITO**

---

O equipamento vem equipado com depósito com uma capacidade de 400 litros

### **MOTOR**

---

Marca: Caterpillar  
Tipo: C7 Tier 4f  
Potência: 205 kW (275 CV)  
Cilindros: 6 em serie  
Sistema de refrigeração: Por líquido e por ar Rotações: 1.900 rpm  
Depósito AdBlue com capacidade de 24 litros.

### **CHASSIS de RODAS**

---

Funcionamento:  
Tração hidrostática  
Bomba de caudal variável de alta pressão e motor de deslocamento fixo  
Velocidade:  
l: 0-4 km / h  
Jantes:  
4x 14,5 x 20 12PR  
4x Lamer 11 x 20, com rodas maçisas (cheias com espuma)

### **TAMBOR “X-GENERATION”**

---

Sistema com ferramentas rectangulares anti-desgaste de metal resistente Peças de desgaste do tambor com aço de alta resistência



### **CONNECT FX006**

---

Connect! é a solução telemática inovadora da Komptech.  
Uma interface moderno e simples que dá aos utilizadores uma visão geral em tempo real como por exemplo:

- Modo de funcionamento
- Todos os parâmetros detalhados
- Mensagens de erro
- Estatísticas
- Localização GPS
- Carga