

## **EXPERIÊNCIA COM APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DO CORTE DE GRAMA**

Alex Assis Coutinho

*Engenheiro Agrônomo; Condomínio Residencial Comandatuba, 10, CEP: 45.690-970 – Una – Bahia,*

*E-mail: aassis@transamerica.com.br*

### **1. INTRODUÇÃO**

O aproveitamento dos resíduos gerados durante a manutenção de um campo de golfe representa uma oportunidade de reduzir as despesas com aquisição de insumos agrícolas de origem mineral e orgânica, além de possibilitar uma redução do volume de água destinado a irrigação.

A quantidade de nutrientes disponíveis nos restos de podas, seja do gramado ou provenientes do paisagismo, podem voltar para auxiliar na nutrição do gramado novamente, além de manter a flora microbiana benéfica no solo, reduzindo o aparecimento de pragas e doenças.

A fração rica em carbono, representada pelos restos de podas, representa até 60% do volume destinado ao sistema de produção de adubo orgânico, denominado compostagem, os outros 40% são oriundos de material de fácil degradação, geralmente restos de alimentos, gerados nos pontos de consumo: Club House e Refeitório do staff do campo.

O volume e a qualidade dos resíduos destinados a compostagem, variam em função do fluxo de golfistas, da manutenção do campo e da capacitação da mão de obra em separar principalmente o lixo gerado nos pontos de consumo de alimento.

Um desafio em qualquer processo produtivo é o paradigma: quantidade x qualidade, o gerenciamento de resíduos sólidos em um clube de golfe não é exceção. Existe uma tendência natural quando há eventos de grande porte, em haver uma

redução nos índices de reciclagem, ou seja, um aumento do índice do material descartado no lixão.

Para estabelecimento de uma meta de redução do volume descartado no lixão é necessário um maior investimento na capacitação de mão de obra, para diminuir a tendência de aumento de descarte em taxas elevadas de ocupação.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO

O gramado ocupa 30% da área destinada ao campo de golfe, dividindo a propriedade com lagos, vegetação nativa e construções de apoio: sede social, banheiros, oficina de manutenção.

A espécie de grama utilizada é o resultado do cruzamento da *Cynodum dactylom* (Bermuda Comum) e a *Cynodon transvaalensis* (Bermuda africana), o resultado deste cruzamento da geração F1 foi submetido a radiações ionizantes dando origem a variedades como a: Tifton 419, usado nos tees e fairways, e a tifoldwarf usada nos greens. A proporção de cada variedade usada no campo é discriminada na Tabela 1.

A quantidade de grama coletada no campo pode alcançar 17,1 toneladas por mês, representando 57% da compostagem, que produz mensalmente 30 toneladas de composto. Os outros resíduos gerados nas dependências do hotel são adicionados às pilhas: restos de alimentos, palha de coco, composto maturado e o lodo ativado da estação de tratamento de esgoto (cultura de microorganismos aeróbios que desdobram os agentes contaminantes presente no esgoto doméstico gerado no hotel).

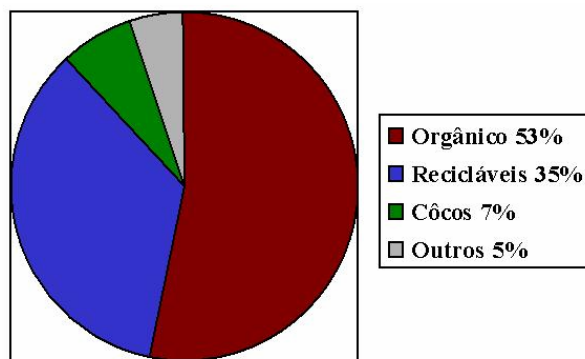
O volume de matéria orgânica gerada no hotel representa 53% do total, dividindo com 35% de material reciclável (papel, vidro, metal e plástico) e material de descarte (coco verde, pano, papel molhado, etc) (Figura 1).

**Tabela 1.** Área gramada do campo de golfe em cada área de treino ou buraco.

Buraco / Área de Treino	Tee	Fairway	Green	Total por Buraco
m <sup>2</sup>				
1	648,11	12.078,20	713,00	13.439,31
2	594,02	2.113,56	782,72	3.490,30
3	538,98	9.616,13	903,88	11.058,99
4	515,16	8.696,91	640,71	9.852,78
5	432,19	15.646,85	596,62	16.675,66
6	697,61	859,93	385,30	1.942,84
7	296,8	9.774,90	430,04	10.501,74
8	410,62	11.806,63	722,85	12.940,10
9	653,65	17.521,01	884,13	19.058,79
10	403,51	9.409,95	469,21	10.282,67
11	432,19	9.169,19	666,84	10.268,22
12	447,64	16.257,85	562,07	17.267,56
13	415,78	3.278,13	632,35	4.326,26
14	419,36	9.854,88	686,47	10.960,71
15	387,42	13.031,89	808,72	14.228,03
16	482,84	5.801,29	767,24	7.051,37
17	501,54	974,51	961,88	2.437,93
18	457,7	17.416,06	642,10	18.515,86
Putting Green			2.821,64	2,821,64
Chipping Green			828,41	828,41
Drive Range	2.983,92	11.514,52	1.880,85	16.379,29
Contorno do PC CG		8.574,28		8.574,28
<b>Total por Green, Tee e Fairway</b>	<b>11.719,04</b>	<b>193.396,67</b>	<b>17.787,03</b>	<b>222.902,74</b>

### 3. COMPOSTAGEM

Compostagem é a decomposição da matéria orgânica que ocorre por ação de agentes biológicos microbianos e, portanto, precisa de condições físicas e químicas adequadas para levar à formação de um produto de boa qualidade.



**Figura 1.** Proporção de material orgânico e reciclável utilizado no processo de compostagem do hotel.

Dois são os principais graus de decomposição submetido ao processo de compostagem: tecnicamente bioestabilizado e humificado. O primeiro indica que o composto já pode ser empregado como fertilizante sem causar danos às plantas; o segundo indica que está completamente degradado e estabilizado, com qualidade apropriada para ser utilizado.

As análises em laboratório podem avaliar o grau de maturidade do produto, através de determinações de carbono total (C), Nitrogênio total (N) e a mais usada: cálculo da relação carbono/nitrogênio (C/N). Relação C/N igual ou inferior a 18/1 indica que o composto está bioestabilizado, e inferior a 12/1, humificado.

O tempo necessário para a compostagem de resíduos orgânicos está associado aos vários fatores que influem no processo, ao métodos empregados e as técnicas operacionais. Dentro destes aspectos, em torno de 40 dias temos um produto semi-curado (Figura 2).



**Figura 2.** Composto recém formado e composto pronto.

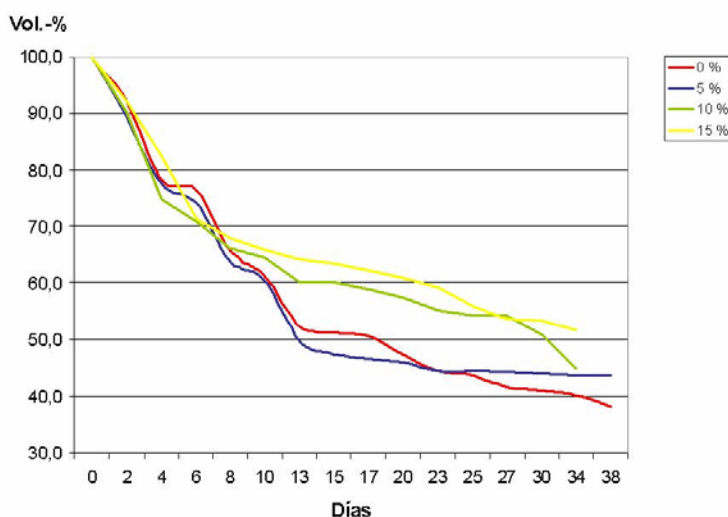
## 4. PARÂMETROS DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

### 4.1 Aeração

É necessária para a atividade biológica e, em níveis adequados, possibilita a decomposição da matéria orgânica que forma mais rápida, sem odores desagradáveis.

## 4.2 Umidade

O teor de umidade dos resíduos depende da sua granulometria, porosidade e grau de compactação. Para uma boa compostagem, a umidade deve-se manter em torno de 50%. Se for muito baixa, a atividade biológica é reduzida, se for muito elevada, a aeração é prejudicada e ocorre anaerobiose. Nessas condições, forma-se o chorume, líquido negro e de odor desagradável, que escorre das pilhas do material em decomposição. Sua produção é mais elevada quando as pilhas de lixo molhado são muito altas, compactando e espremendo as camadas inferiores do resíduo (Figura 3).



**Figura 3.** Volume da pilha de compostagem ao longo do processo de compostagem (as porcentagens são referentes ao volume de glicerina – resíduo do óleo - adicionado nas pilha).

## 4.3 Temperatura

O processo tem início à temperatura ambiente, mas a medida que a ação microbiana se intensifica, com a aeração apropriada, a temperatura se eleva até atingir valores acima de 55-60°C, onde permanece por um período de tempo que depende das características dos resíduos e da operação da usina. Essa fase, denominada termófila, é importante para a eliminação de micróbios patogênicos e sementes de ervas daninhas, eventualmente presentes no material. A mesófila acontece na faixa de

45-50°C, onde se dá a bioestabilização da matéria orgânica, quando a relação C/N alcança níveis abaixo de 18/1. A humificação segue-se numa fase de abaixamento da temperatura, entre 30-35°C e, onde a relação C/N pode atingir valores inferiores a 12.

#### **4.4 Nutrientes**

A relação C/N desejável para o início da compostagem deve ser da ordem de 35/1. Ao longo do processo, o carbono é transformado em: gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e a outra parte é usado para crescimento microbiano. O nitrogênio fica retido no material como nitrogênio orgânico e inorgânico. Relações C/N elevadas devem-se incorporar a pilha, materiais residuais ricos em carbono para que a compostagem seja adequada. A relação C/N adequada para aplicação do composto deve ser, no máximo, de 18/1.

### **5. METODOLOGIA PARA O PROCESSO DE COMPOSTAGEM**

A composição da pilha de compostagem é formada, basicamente, de resíduos de cozinha, lodo ativado, poda de grama e material carbonáceo (palha de coqueiro, podas de arbustos, etc.). Para garantir a qualidade ambiental e produtividade do sistema, a operação segue os seguintes passos:

- Processo contínuo – algumas pilhas são formadas com resíduos de frutas e verduras de fácil digestão, sendo que após oito dias será novamente incorporado este tipo de resíduo, repetindo-se o processo por mais duas vezes, garantindo a boa evolução do processo sem gerar impactos indesejáveis. Este procedimento permite absorver aproximadamente 154kg a mais de material por dia;
- Juntar as pilhas após 15 dias em uma só, com diferença de idade de 05 dias, garantindo maior aproveitamento do galpão;

- Aproveitamento do material podado no aeroporto e centro de apoio, buscando maior produtividade;
- Coleta por área do material gerado no paisagismo comprometendo todos os jardineiros;
- Reservas de fibras trituradas para eventual correção da relação C-N, umidade e aeração, fundamental para o sucesso do processo.
- Aumento no ciclo de reviramento das pilhas.

O processo de compostagem do HT-IC ainda utiliza uma metodologia diferenciada, quando usa o lodo ativado da E.T.E. (Estação de Tratamento de Efluentes), devido às características físico-químicas a mistura deve ser feita de modo a garantir níveis de umidade, relação C-N e aeração adequada, contribuindo para melhorias do produto final.

Outro aspecto igualmente impactante diz respeito ao aproveitamento de resíduo orgânico de origem animal (peixes, crustáceos, etc.), sendo orientado por literaturas especializadas a não utilização no processo devido às características de atrair e proliferar macro e micro vetores. Este tipo de material vem sendo utilizado com sucesso na usina do HT-IC, tomando-se sempre o cuidado para que seja incorporado no centro da pilha.

Em razão do conjunto de fatores condicionantes para o pleno desenvolvimento de um sistema biologicamente complexo como o da compostagem, a condução técnica do processo exige um monitoramento mais rigoroso. Para melhor acompanhá-lo, elaboramos uma planilha (Figura 4), com os dados necessários.

FICHA DE CONTROLE							
Temperatura, período de compostagem e ciclo de reviramento.							
DATA DA MONTAGEM DA PILHA				Materiais Utilizados			
Data	Idade da Pilha	Hora da Leitura	Temperatura Ambiente	Temperatura da Pilha	Pilha Revirada		Observações
			°C	°C	Sim	Não	

Figura 4. Ficha de controle do processo de compostagem.

### 5.1 Composição da pilha

O material incorporado durante o processo de compostagem se divide basicamente em graus diferentes de decomposição. A proporção ideal é que a mistura durante a formação da pilha tenha aproximadamente 60% de material de difícil degradação e 40% de material de decomposição rápida, sendo as proporções discriminadas no gráfico abaixo:

A grama coletada durante a manutenção campo de golfe está na classe dos materiais de difícil degradação, usando este tipo de resíduo apenas com matéria prima no processo de compostagem, o produto final será mais pobre em nutrientes e tardio, principalmente na região temperada, que a nos períodos frios aumenta a duração do processo de compostagem.

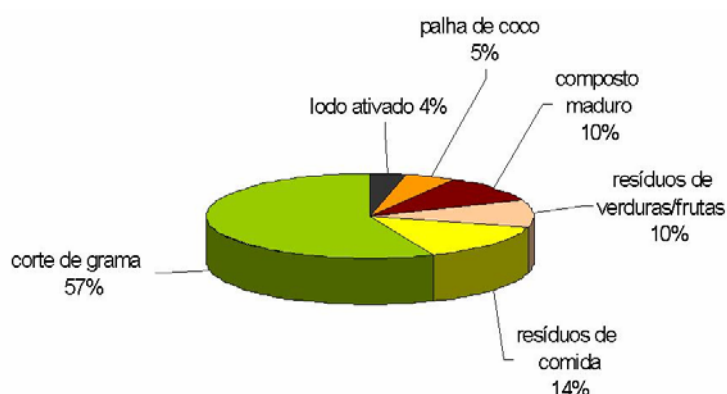
Mesmo que a grama do green possua um maior teor de nutrientes e uma maior velocidade de degradação, por ser mais adubada e irrigada (reduz a possibilidade de ativar as defesas da planta contra o estresse hídrico formando compostos celulósicos a base de lignina, material de difícil degradação, que poderia reduzir a velocidade de decomposição microbiana durante o processo de compostagem) uma pilha de compostagem apenas a base de grama do green aumentaria a quantidade de reviramento até que a pilha estivesse pronta, pois quando se tem um material com



mesma granulometria, a troca gasosa fica comprometida, principalmente quando a pilha é recém formada, é o momento que acontece a maior perda de água, aumento de temperatura e sedimentação (o material começa a se acomodar, reduzindo o tamanho da pilha e dos espaços internos – dificultando a fluxo de saída de vapor d'água e gás carbônico e entrada de oxigênio).

As diferentes participações de cada componente (tanto em tamanho, como em origem) presente na pilha garantem não só um a redução dos números de reviramento por pilha durante o processo, mas mantém o equilíbrio na relação C/N, mais uma diversidade de elementos nutritivos de origem orgânica e mineral (Figura 5)

O objetivo desta proporções é que a relação C/N esteja em torno de 35/1, bem explicado nos itens dos parâmetros do processo de compostagem.



**Figura 5.** Proporção dos materiais utilizados no processo de compostagem.

## 5.2 Dimensões da pilha

É muito importante que as pilhas tenham dimensões que interfiram positivamente no processo, já que pilhas pequenas demais não conservam a temperatura ideal e pilhas grandes demais reduzem a troca gasosa e estratificam a pilha com temperaturas diferentes, ou seja, muito fria na superfície e muito quente na região central (Figura 6).

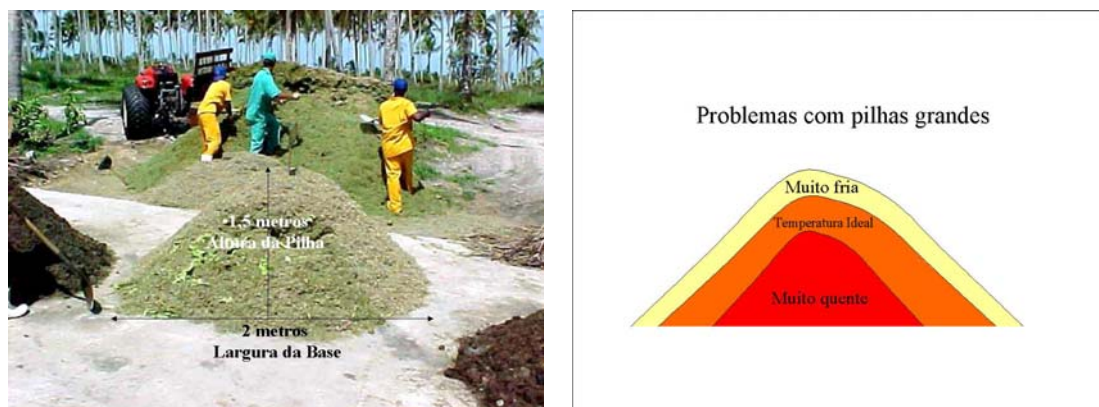


Figura 6. Dimensão da pilha utilizada no processo de compostagem.

### 5.3 Disposição das pilhas

A dinâmica do processo de compostagem já acontece durante a formação da pilha, devido a diversos fatores de ordem química, física e biológica, há necessidade de reviramento da pilha, para facilitar essa operação é necessário uma distância mínima de 1 metro entre pilhas, assim se cria um espaço operacional, movimentando cada pilha livremente até a sua bioestabilização (Figura 7).

### 5.4 Marcação das pilhas

Cada pilha tem o seu histórico, com curvas de temperatura características, composição, data de formação e estabilização diferentes. O seu comportamento é registrado em planilha e referenciado através de números, estes números são fixados na crista de cada pilha, assim o operador anota todos os parâmetros necessários para sua avaliação e manejo (Figura 7).



**Figura 7.** Disposição e marcação das pilhas de compostagem.

### **5.5 Reviramento das pilhas**

Para uma operação bem sucedida da compostagem, o reviramento da pilha é uma etapa do manejo imprescindível, já que durante o processo de degradação da massa de resíduos há uma redução do nível de oxigênio.

Do ponto de vista físico a ação microbiana reduz a granulometria da massa orgânica, dificultando a troca gasosa entre o meio e a pilha, do ponto de vista biológico a redução de oxigênio acontece pelo próprio consumo da massa.

Quando acontece o reviramento há tanto uma renovação de oxigênio e também a homogeneização da massa, distribuindo uniformemente grãos de tamanhos diferentes, facilitando o fluxo de oxigênio (Figura 8).

### **5.6 Aferição da temperatura**

Com auxílio de um termômetro o operador terá condições de saber se a pilha deve ser revirada (temperatura alta) ou umedecida (baixas temperaturas) (Figura 8). Essas aferições são registradas na planilha, criando o histórico diferenciado para cada pilha e respectivamente a sua curva de temperatura (Figura 9).



Figura 8. Reviramento da pilha e aferição da temperatura.

### 5.7 Irrigação da pilha

Durante a decomposição da massa orgânica os microorganismos consomem oxigênio, liberam gás carbônico, consomem água e liberam calor. Quando uma pilha necessita ser umedecida, a temperatura está baixa, já que houve uma interrupção da ação microbiana, após o restabelecimento da umidade, naturalmente a pilha aumenta a sua temperatura, acusando a retomada da atividade de decomposição dos resíduos (Figura 9).

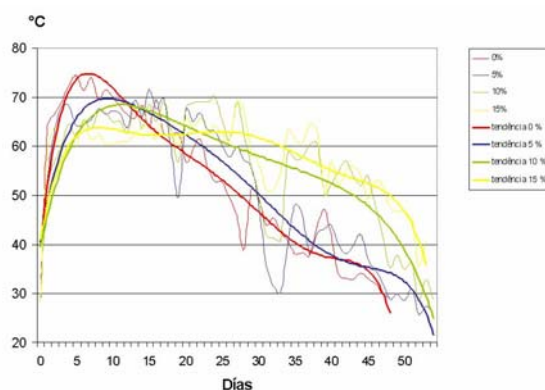


Figura 9. Curva de temperatura da pilha e irrigação das pilhas (as porcentagens são referentes ao volume de glicerina – resíduo do óleo - adicionado nas pilhas).

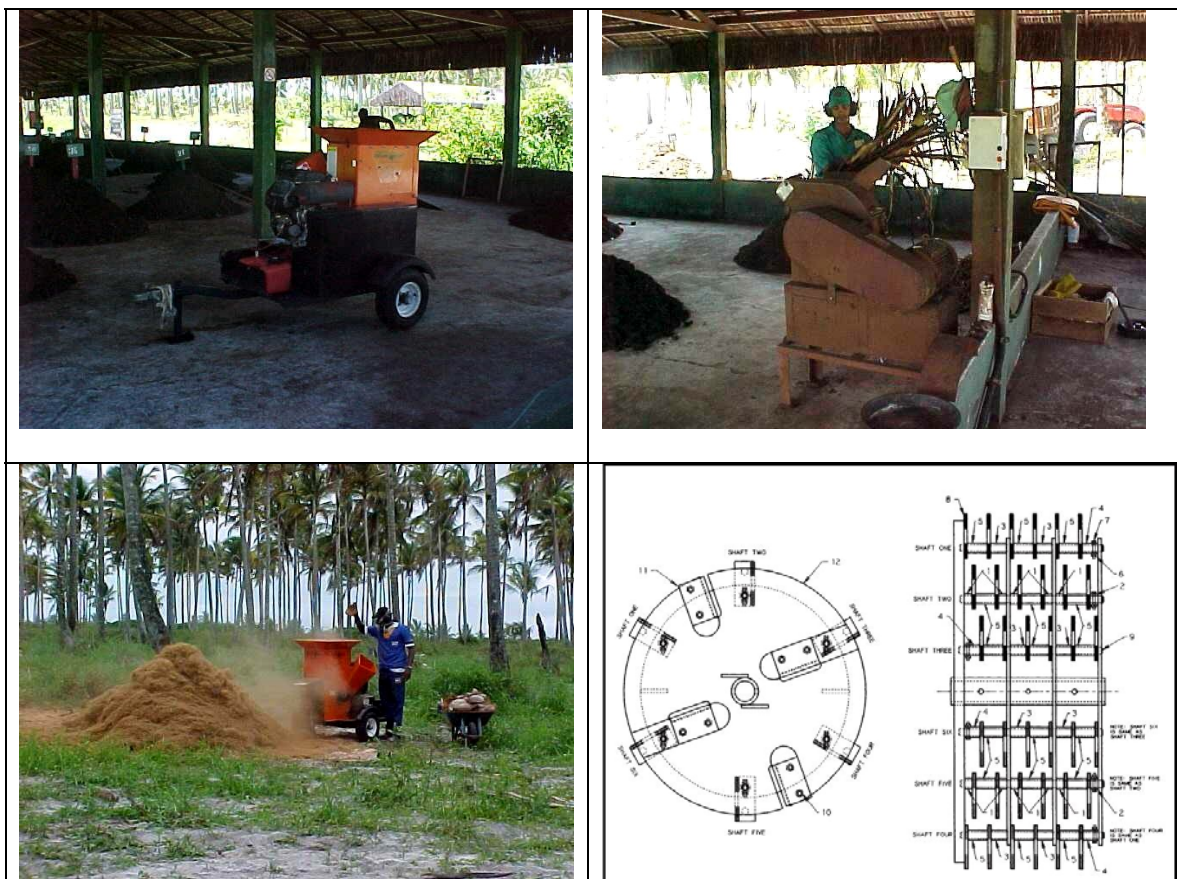
### 5.8 Beneficiamento do produto final

A depender do grau de exigência, o composto pronto pode ser incorporado nos canteiros sem nenhum beneficiamento. Quando utilizado nas áreas internas do paisagismo ou no campo de golfe, há necessidade de ser triturado e peneirado.

### **5.9 Aplicação**

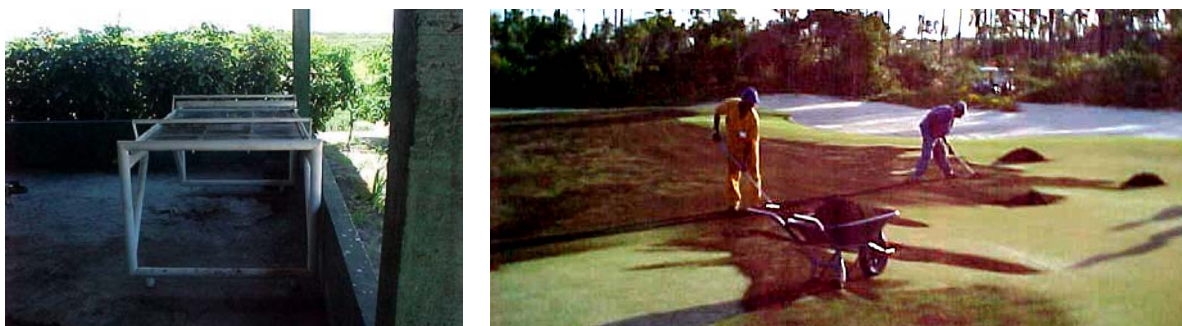
Adicionar o composto em superfície é o mais indicado, já que permite níveis de oxigenação favoráveis para os microorganismos do solo, a sua cobertura protege o solo contra a erosão, invasão de ervas daninhas, reduz aumento de insolação direta, permite nivelamento melhorando o aspecto do ponto de vista estético e qualidade de superfície de jogo (no caso do golfe) e reduz a formação de thatch (colchão).

O composto para ser aplicado no campo de golfe deve estar bem triturado, o tipo de triturador mais recomendado é o tipo marteletes de impacto (Figura 10). Após a trituração do material deve ser peneirado para evitar impurezas que prejudiquem a uniformidade das superfícies de jogo, ou com tamanho e dureza suficiente que possa prejudicar as unidades de corte do equipamento (Figura 11).



**Figura 10.** Processo de trituração do material a ser compostado e do próprio composto e detalhes do triturador.

A incorporação do composto no gramado pode ser na concentração de 100, 75 a 50%, misturado com areia. A quantidade varia em função da estação do ano e necessidade de recuperação do green. Uma cobertura com o mix de areia e composto no gramado pode ser leve ( $0,8 \text{ m}^3$  por  $1000\text{m}^2$ ), média ( $1,0\text{m}^3$  por  $1000\text{m}^2$ ) ou pesada ( $1,6 \text{ m}^3$  por  $1000\text{m}^2$ ).



**Figura 11.** Peneira utilizada no peneiramento do composto e a aplicação do composto sobre a superfície do gramado.

## **6. BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DO COMPOSTO**

### **6.1 Ponto de vista físico**

Melhora a estrutura e textura do solo: reduz compactação e facilita drenagem.  
Aumenta a capacidade de retenção de água e oxigênio: reduz consumo de água para irrigação, e incidência de doenças fúngicas causada por falta de oxigenação do solo (Figura 13).

### **6.2 Ponto de vista químico**

Incorporação de macro e micronutrientes.

Funciona como efeito tampão

Aumento da Capacidade de Troca de Cátions (CTC)

Neutraliza o pH do solo

### **6.3 Ponto de vista biológico**

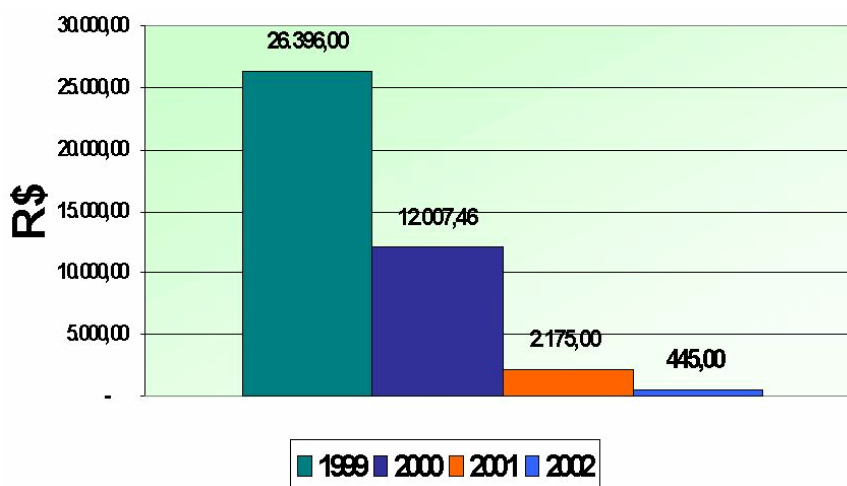
Aumento da flora microbiana benéfica.

Redução de doenças e pragas.

Incorporação de enzimas e hormônios benéficos ao sistema radicular.

### **6.4 Ponto de vista econômico**

Redução de consumo de energia elétrica, água e insumos agrícolas (defensivos e fertilizantes) (Figura 12 e Tabela 3).



**Figura 12.** Redução nos custos com a utilização de defensivos agrícolas e fertilizantes com a utilização do composto no período de 1999 a 2002.

### 6.5 Ponto de vista ambiental

Redução de volume de resíduos em aterro sanitário, aumentando sua vida útil.

Redução de contaminação do lençóis subterrâneos próximos a aterros e lixões.

Consciência ecológica: durante capacitação da mão de obra e divulgação dos resultados positivos.

Melhoria da saúde pública.

**Tabela 3.** Quantidade de N aplicada no campo de golfe no período de 2001 a 2003.

2001	2002	2003
----- t de N aplicado no campo de golfe ano <sup>-1</sup> -----		
9,291	6,455	3,452

## 7. AVALIAÇÃO DO COMPOSTO

Do ponto de vista quantitativo o composto possui concentrações bem menores que os adubos minerais comercializados. O fator quantitativo não aponta sua eficácia na nutrição (Tabela 4).





**Figura 13.** Muda de cocoloba (espécie ornamental) adubada com composto (derivado do campo de golfe) e adubada com adubo convencional.

A velocidade que os nutrientes estão disponíveis às plantas é a chave para o melhor aproveitamento do adubo, já que adubos muitos solúveis liberam uma quantidade de elementos maior que a capacidade de absorção das plantas, causando perda por evaporação, lavagem após chuva e irrigação, mobilização por elementos bióticos (microorganismos) e abióticos do solo (elementos tóxicos). Níveis muito altos de nutrientes no solo acarretam efeitos tóxicos às plantas, aos microorganismos benéficos ao solo e redução de disponibilidade de outros nutrientes.

O composto libera gradualmente seus nutrientes para as raízes das plantas porque participa de forma integrada no seu processo fisiológico, junto com os nutrientes, o composto fornece uma variedade de microorganismos que realiza uma sinergia perfeita com as plantas, sem contar com os hormônios e enzimas que facilitam o processo de absorção dos nutrientes disponíveis e anteriormente indisponíveis no solo.

Os nutrientes são absorvidos junto com o pacote biológico hormonal e enzimático produzido durante o processo de compostagem, aumentando sua resistência a falta de água, já que o equilíbrio entre nutrientes (principalmente nitrogênio e potássio) reduz a perda de água durante a fotossíntese. As enzimas e os hormônios facilitam todos os processos fisiológicos reduzindo o consumo de energia, portanto a planta pode melhor responder as adversidades do meio.

**Tabela 4.** Características químicas do composto produzido no campo de golfe de Comandatuba.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N	M.O.	UM.
----- % -----						----- ppm -----					----- % -----		
1,6	0,23	1,50	0,36	0,10	0,21	15	5	1500	40	150	10,2	28,3	34,5

M.O. – matéria orgânica; UM. - umidade

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliar do ponto de vista macro a disposição final de resíduos gerados em um campo de golfe é uma responsabilidade que deve ser distribuída por todos envolvidos no processo.

Seja na forma de palestras, trabalhos científicos ou visitas técnicas, o processo é divulgado, discutido e reconhecido pela comunidade como referência em gestão ambiental.

O ponto de vista positivo de reconhecimento e integração com a comunidade coloca a empresa numa posição privilegiada, já que há comprometimento em difundir a concepção de manejo sustentável, principalmente no segmento de conservação do meio ambiente.