

## **EQUIPAMENTO PARA REVOLVIMENTO DE COMPOSTAGEM EM PEQUENAS PROPRIEDADES**

Geovani Marques Laurindo<sup>1</sup>; Lucas Ambrosano<sup>2</sup>; Douglas Pelegrini Vaz-Tostes<sup>3</sup>; Antônio Carlos Fraga<sup>3</sup> e Pedro Castro Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Engenharia, Campus UFLA. Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG E-mail: geovanimarques@outlook.com, pedroc@deg.ufla.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agrônomicas, Campus de Umuarama. 8 Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: lucasambrosano@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Agricultura, Campus UFLA. Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG E-mail: fraga@dag.ufla.br, douglaspelegrini@hotmail.com

*RESUMO: A preservação ambiental é um fator de grande importância, por isso o aproveitamento de resíduos orgânicos em compostagem se torna um trabalho importante e com grandes volumes de material a ser trabalhado. Na compostagem a maior dificuldade é no processo de revolvimento, fase em que se faz a aeração do material para que o processo de decomposição seja mais eficiente e otimize o tempo de formação do composto. Diante destas circunstâncias o objetivo desse trabalho foi projetar, construir e testar o efeito da rotação no deslocamento de partículas durante o revolvimento de leiras de compostagem. O programa SolidWorks foi utilizado como ferramenta para projetar o equipamento. Os materiais utilizados na construção do implemento são de fácil obtenção no mercado local. A avaliação do efeito da rotação no revolvimento das partículas dentro das leiras de compostagem foi realizada no esquema fatorial 2x3, com 4 repetições, sendo duas alturas das partículas dentro da leira e três rotações. O programa SolidWorks foi uma ferramenta eficaz no desenvolvimento e construção do revolvente de compostagem e a variação da rotação de trabalho afeta o deslocamento das partículas dentro das leiras.*

*PALAVRAS CHAVE: mecanização, Solidworks, adubo orgânico*

## **EQUIPMENT FOR REVOLVEMENT OF COMPOST IN SMALL PROPERTIES**

*ABSTRACT: Environmental preservation is a factor of great importance, so the use of organic waste in composting becomes an important work and with large volumes of material to be worked with. In composting, the greatest difficulty is in the revolving phase, in which the material aeration is done in a way that makes the decomposition process more efficient and that the time spent in compound formation is optimized. Before these circumstances, the objective of this work was to project, construct and test the rotation effect in the displacement of particles during the revolvment of compost piles. The Solidworks program was used as a tool to project the equipment. The materials used for the implement construction are easily obtained in the local market. The evaluation of the rotation effect in the revolvment of particles inside the compost piles was made in the factorial plan 2x3, with 4 repetitions, there being two heights of the particles inside the pile and three rotations. The SolidWorks program was a effective tool in the development and construction of the compost revolver and the rotation work variation affects the displacement of the particles inside the piles.*

*KEY WORDS: mechanization, Solidworks, organic fertilizer*

## INTRODUÇÃO

A atividade humana gera uma grande diversidade de resíduos, dejetos de animais, lixo orgânico e restos culturais em geral, os quais não são aproveitados ou são descartados imprópriamente em lixões, podendo até mesmo provocar sérios problemas de poluição (Carvalho, 1999). Uma alternativa para essa situação é a utilização desses materiais para a produção de compostagem, gerando um material estabilizado, rico em nutrientes e matéria orgânica, que pode ser aplicado no cultivo agrícola, reduzindo os custos com adubação química ou, no caso da agricultura orgânica, fornecendo macro e ou micronutrientes ao desenvolvimento da cultura (Penteado, 2010)

A compostagem é um processo controlado de decomposição microbiana e pode ser dividida em fases, sendo elas: inicial e rápida ou de composto cru, seguida da fase de semicura ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a cura, maturação ou mais tecnicamente, a humificação (Kiehl, 2004).

Um dos aspectos fundamentais no processo de compostagem é a aeração, pois o oxigênio é vital para a oxidação biológica do carbono dos resíduos orgânicos, para que ocorra produção de energia necessária aos microrganismos que realizam a decomposição (Guo, 2012). Parte dessa energia é utilizada no metabolismo dos microrganismos e o restante é liberado na forma de calor. Convencionalmente, a aeração da pilha é feita pelo revolvimento do material. Esse processo, apesar de eficiente, possui uma elevada demanda de mão-de-obra, principalmente em pequenas propriedades que não dispõem de equipamentos que realizem esse trabalho. Nesses casos, o revolvimento é feito manualmente, com auxílio de ferramentas como pás, garfos e enxadas (Magalhães, 2006). Visando um menor gasto com mão de obra e um revolvimento mais homogêneo, algumas empresas e produtores necessitam de revolvedores mecânicos, que apresentem desempenho satisfatório quando comparado com o revolvimento manual.

O processo de decomposição da matéria orgânica na compostagem ocorre por aerobiose, sendo assim é um processo que só se desenvolve com a presença de oxigênio livre e organismos aeróbicos, sendo caracterizados pela alta temperatura desenvolvida no composto, pela ausência de maus odores, pelo menor tempo de degradação da matéria orgânica e pelas reações de oxidação e oxigenação que se dão no processo, conduzindo o substrato a pH maior que 7,0 (Kiehl, 2004).

Apesar de 21% da atmosfera ser oxigênio, os microrganismos aeróbios conseguem sobreviver em atmosferas com 5% de oxigênio. No entanto, abaixo de 10% de oxigênio este

elemento poderá ser limitante. Quando o oxigênio reduz abaixo dos 5% criam-se zonas de anaerobiose. No entanto, se a atividade anaeróbia não for excessiva a pilha de compostagem funcionará como um filtro que impedirá a liberação dos gases com maus odores que posteriormente serão degradados no seu interior. Se a atividade anaeróbia for intensa resultarão cheiros desagradáveis que não devem acontecer se o processo de compostagem for bem conduzido. Se o composto começar a cheirar mal é provável que esteja muito molhado e que necessite de arejamento ou de um material poroso.

A aeração é, na prática da compostagem o fator mais importante a ser considerado no processo de decomposição da matéria orgânica. No caso de leiras estáticas de compostagem, o processo de aeração se dá por insuflação ou aspiração do ar contido nos vazios da massa. O consumo de oxigênio pelos microrganismos aeróbios que decompõem a matéria orgânica em uma leira de compostagem apresenta dependência da temperatura, das dimensões das partículas, da composição da matéria-prima, da umidade do fornecimento de oxigênio pelos revolvimentos e aeração forçada (Kiehl, 2004).

O processo de revolvimento das leiras deve ser baseado na concentração de oxigênio, na temperatura e na umidade. O reviramento da leira tem duas funções básicas, propiciar a aeração da massa e a dissipação de temperaturas elevadas ( $>65^{\circ}\text{C}$ ) desenvolvidas na fase termofílica (Pereira Neto, 2007). O ciclo de revolvimento satisfatório deve ser feito a cada três dias, pois favorece a atividade microbiológica e a degradação, homogeneiza a massa e exerce ações físicas de quebra das partículas.

O método mais utilizado de revolvimento é a inversão das camadas interiores, que apresentam maiores temperaturas, com as camadas que estão em contato com a atmosfera, esse método leva também da parte superior, ovos de helmintos, sementes de plantas daninhas e larvas de inseto para o interior da leira, onde a temperatura é maior, ocorrendo a destruição dos mesmos (Pereira Neto, 2007).

O revolvimento manual da compostagem envolve o contato humano com a massa aquecida a temperaturas elevadas, gerando insalubridade para os trabalhadores, além da necessidade de suportar o peso elevado do substrato úmido (Silva et al., 2009). Quando feita a utilização da mecanização do processo obtém-se uma otimização da mão-de-obra e a melhoria das condições de trabalho.

Com o uso de implementos mecanizados tem-se um maior nível de revolvimento, podendo ser realizados intervalos maiores entre as operações para obtenção da estabilidade da matéria orgânica em menor tempo (em torno de 60 dias). O revolvimento e a elaboração mecanizada de leiras de compostagem em grande escala têm sido realizado por empresas do

setor, mas requerer pátios amplos e máquinas pesadas, que não se aplicam à pequenos produtores (Silva et al., 2009). Outro fator agravante são os altos valores dessas máquinas no mercado, o que as tornam de difícil aquisição para um pequeno agricultor.

O SolidWorks é um software de desenho assistido por computador e foi desenvolvido pela SolidWorks Corporation em tendo sua primeira versão em 1993. Permite criar corpos tridimensionais com os mais variados formatos, e simular esforços. Basicamente, ele funciona desenhando-se um esboço do perfil em duas dimensões, a partir daí é gerado um sólido ao qual se atribui um material, depois disto é possível realizar simulações de esforços neste sólido.

Entre sólidos que podem ser criados temos os eixos, engrenagens, mancais, caixa de redução, treliças planas, treliças tridimensionais dentre outros infinitos corpos apenas limitado pela habilidade do projetista, e como exemplo de simulações de esforços possíveis de serem realizados temos escoamento de fluidos, fadiga, vibrações e teste de queda. Com esses atributos apresentados, ele se firmou como uma ferramenta indispensável a engenheiros e projetistas, e está presente em muitas das mais importantes empresas das mais variadas áreas: civil, metalúrgica, próteses ortopédicas, dentárias, alimentícia dentre outras.

No desenvolvimento de protótipos ele se mostra muito eficiente, pois muitas de suas ferramentas são utilizadas, desde as ferramentas de desenho, as de simulação e também ao ser possível criar o desenho técnico a ser apresentado para a linha de montagem dentro de todas as normas ABNT, com agilidade, facilidade e qualidade. A visualização do projeto é total, podendo ser corrigido problemas de interferência de materiais. Com as ferramentas de simulação de esforços, dimensões podem ser reduzidas ou aumentadas, as áreas de seção dos elementos podem ser alteradas em diversos pontos, otimizando os projetos, sendo possível reduzir o custo aumentando a segurança.

Todos os estudos que são realizados em um projeto podem ser apresentados em formas de relatórios ilustrados muito explicativos do que foi simulado e os cálculos que o programa executou para chegar aos resultados apresentados.

O objetivo desse trabalho foi projetar, construir e testar o efeito da rotação no deslocamento de partículas durante o revolvimento de leiras de compostagem.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho de projeção e construção, foi desenvolvido no laboratório de pesquisas em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG.

Para o modelamento e simulação foi utilizado o software SolidWorks versão 2014, o projeto e construção foram executados paralelamente, o equipamento foi composto de quatro conjuntos principais, sendo elas a estrutura principal em formato trapezoidal, um eixo helicoidal com função de revolvimento, transmissão e chassi de apoio e acoplamento.

As partes estruturais foram construídas com tubos metálicos de aço com 0,05% de carbono 1050 de média resistência, com três medidas de perfil, dois com perfil quadrado sendo 40x40mm e 50x50mm e um com perfil retangular de 40x50mm, cortados em serra Policorte de 14 polegadas 2000W com discos de corte de 4mm de espessura. Para o torneamento dos eixos e ligações entre eles foi usado aço 1020 com densidade média de 7860kg/m<sup>3</sup>, com o uso de torno mecânico universal e furadeira fresadora para fazer o chavetamento dos eixos. O eixo helicoidal foi construído segundo metodologia proposta por Garcia et al. (2012).

Para a montagem da transmissão foi usado além dos eixos um redutor com carcaça em ferro fundido e engrenagens do tipo coroa e pinhão em 90° feito em aço 1045 com redução de 1:2, lubrificado em imersão com óleo SAE 90. Duas polias em ferro fundido com três canais para correias do tipo B, foram usadas fazendo ligação entre o cardan e o redutor, as correias usadas foram do tipo B com 15mm de largura e 1450mm de comprimento, mancais em ferro fundido fazem o apoio dos eixos sendo usados dois tipos, torre e flange, ambos lubrificados com uso de graxa de sabão de lítio ISL MP 2 EP, por meio de bicos de engraxar.

No apoio da máquina foi usado uma roda de aço para pneu 16x6.50-8, com cubo em ferro fundido e rolamento cônicos de roletes e na montagem dos componentes foi usada solda elétrica com eletrodos revestidos E7013 de 2,5mm de espessura para as peças com espessura de 3mm ou mais e para a chapa de revestimento foi usado eletrodos de 1,5mm usados em uma inversora de solda MMA de 200 amperes e para proteção anticorrosiva, foi usado duas camadas de primer fundo anticorrosivo verde e tinta esmalte na cor amarelo Caterpillar para revestimento e proteção final.

Para o teste de avaliação da eficiência do equipamento, para o revolvimento da leira de compostagem, foi utilizado um trator Massey Ferguson, modelo MF290, com 90cv de potência, como tracionador do equipamento, em primeira marcha reduzida. Para a avaliação da eficiência do revolvimento dos materiais dentro da leira, foi utilizado o método de deslocamento de seis cubos de madeira, com faces de 2 cm, que foram colocados em duas alturas 10 e 30 cm no centro da leira, metodologia adaptada de Kiehl (2004). A leira utilizada foi composta de material na fase termofílica (45 dias) e suas dimensões foram fixadas em 1,5 m de largura por 2,0 m de comprimento e 0,7 m de altura.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 2x3 com 4 repetições, sendo duas alturas dos cubos na leira, 10 e 30 cm e três rotações do motor, 1200, 1600 e 2000 rpm. Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e regressão com o auxílio do software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira parte projetada e construída foi a armação da estrutura principal, montada em metalon de perfil quadrado em aço carbono com dimensão de perfil de 40x40mm, nela foram gastos 18,9m de tubos. A quadro estrutural foi construído em formato trapezoidal de forma que a leira de compostagem não perca a forma, sendo assim, o material foi revolvido sem perder conformação e sem espalhar pelas laterais, foi adotada a medida de 1,5m de altura com uma base de 2,2m (figura 1).



**Figura 1** – Vista frontal da estrutura principal de revolvimento com medidas em mm.

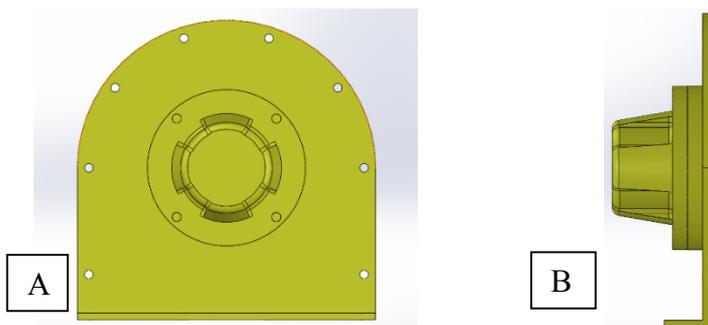
Por conter partes moveis na parte inferior foi necessário fazer uma estruturação cruzada no quadro, no topo em formato de x e nas laterais com peças inclinadas em posições opostas, para que não ocorra torções e empenamento, prejudicando e danificando o equipamento podendo ser avaliado na figura 2. Na parte inferior da estrutura, centralizada ao eixo helicoidal posicionado em sua parte posterior com 1cm de folga das hastes revolventoras, foi fixada uma barra com 2,12m de comprimento, mesmo formato e dimensões do restante do quadro, para maior estabilidade e evitar danos ao eixo helicoidal, uma vez que, quando o eixo se encontra em rotação pode gerar oscilações na estrutura do quadro principal podendo ser vista na figura 2.

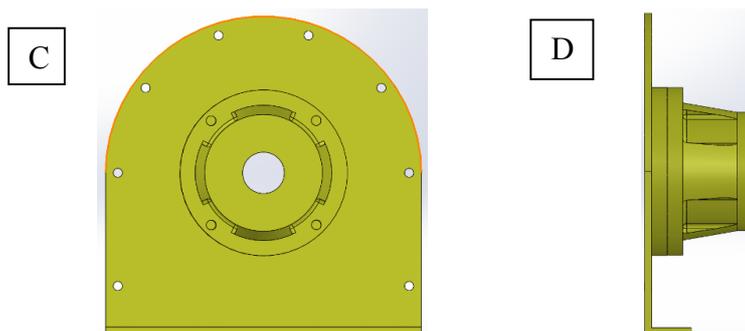


**Figura 2** –Vista isométrica com ênfase nas estruturas de reforço.

Nas laterais da base foram soldadas peças para fixação dos mancais de apoio do eixo helicoidal, compostas de duas barras de metalon perfil quadrado de 40x40mm e um cantoneira de 50x50mm para cada lado da estrutura. A fixação das chapas de apoio e base dos mancais, foi feita com o uso de dez parafusos de aço, passantes de cabeça sextavada e rosca parcial com 8mm de diâmetro e 65mm de comprimento com arruelas de pressão e porca sextavada. As laterais da estrutura foram revestidas com chapa de aço carbono de 1,2mm de espessura para que durante o revolvimento a leira de composto não perca a conformação e também que não ocorra espalhamento indesejado do material a ser revolvido.

Os mancais do tipo flange que apoiam o eixo helicoidal de revolvimento, foram fixados cada um em uma chapa de aço carbono 1020 com 10 mm de espessura, com parafusos sextavados não passantes com rosca na peça. O mancal externo (Figura 3A) diferente do interno (Figura 3C) não possui rolamento interno, conta com um embuchamento de aço e lubrificação por graxa, com diâmetro interno de 60 mm. O mancal interno, possui um rolamento de esferas com diâmetro interno de 60 mm e lubrificação por graxa, esse mancal faz a ligação entre o eixo helicoidal e a transmissão do movimento de rotação vindo da tomada de potência do trator o mancal interno possui uma furação central de forma que o eixo se ligue a transmissão.





**Figura 3** – Mancais de apoio (A) mancal externo vista frontal, (B) mancal externo vista lateral, (C) mancal interno vista frontal, (D) mancal interno vista lateral.

O eixo helicóide foi construído usando como base um tubo schedule com diâmetro externo de 78 mm com parede de 6 mm de espessura e comprimento de 2,20 m, o helicóide foi feito com chapa de aço 1050 com 5 mm de espessura.

O primeiro passo para calcular o helicóide foi definir o diâmetro de 370 mm para o eixo, sendo escolhido o tubo já especificado anteriormente com 78 mm de diâmetro, após a escolha do tubo veio a especificação do passo do helicóide que foi de 220 mm, tendo em mãos esses três dados, passou-se para a fase de cálculo para definição das medidas dos discos de aço a serem cortados para montagem do helicóide e com os cálculos prontos passou-se então para a fase de montagem, primeiramente veio a preparação dos discos, que constitui-se de corte com plasma, a partir de uma chapa de aço 1020 já comentado, seguindo da junção dos discos (figura 4A e 4B) em duas pilhas, pois o eixo helicóide é composto por dois helicóides de sentido contrário, com função de transportar o material das extremidades para o centro do revolvedor, após a junção os discos foram esticados e soldados no eixo formando a rosca.

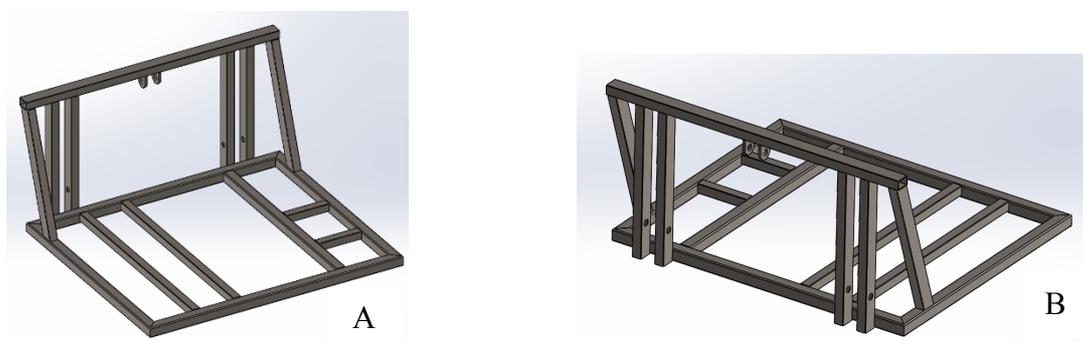


**Figura 4** – (A) Disco de aço para construção do helicóide e (B) montagem do helicóide.

A terceira parte da máquina foi constituída pela transmissão que consistiu de quatro partes: cardam, polias com correias, esticador e redutor. O cardam possui duas cruzetas, em uma de suas extremidades e foi soldado uma flange com 130 mm de diâmetro com 10 mm de

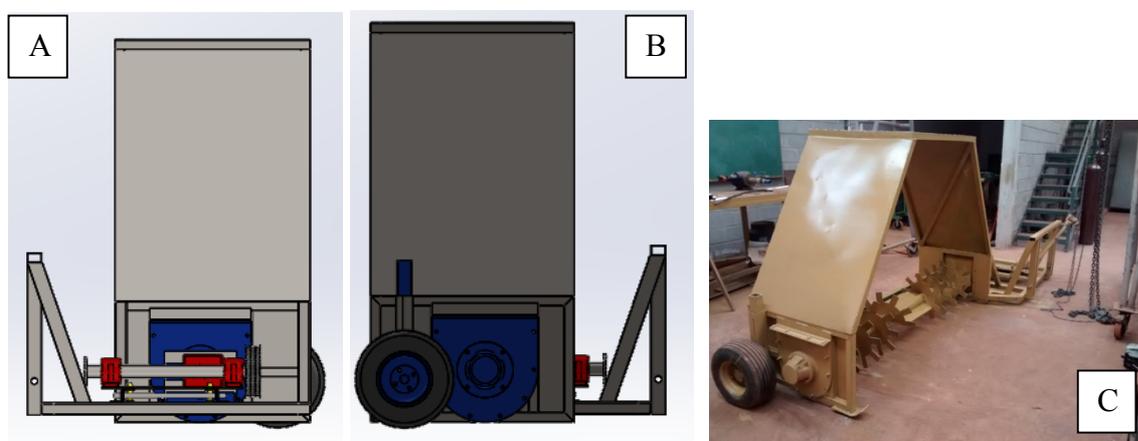
espessura e quatro furos para fixação com uso de parafusos sextavados com porca. Parafusado a flange do cardam, um eixo em aço 1045 com 50,8 mm de diâmetro e 700 mm de comprimento, o qual foi preso e apoiado por dois mancais de torre com rolamentos autocompensador de esferas, sendo que os mancais foram fixados em uma chapa de aço 1020 que atuou como esticador de correias, que são esticadas por dois parafusos de aço de 20 mm de diâmetro de rosca, com porca e contra porca. Na outra extremidade do eixo foi fixado uma polia de três correias, com 220mm de diâmetro externo e 3 canais para correias tipo B, que se ligou a outra polia de mesma especificação. Fazendo ligação na outra extremidade da correia outra polia que tracionou um redutor em 90° de coroa e pinhão com relação de redução de 2:1, diminuindo assim a rotação pela metade, o que é ideal pois revolve satisfatoriamente, e também o eixo helicoidal não deve ter uma rotação muito alta, pois gera instabilidade na máquina, podendo ocasionar acidentes e quebras na estrutura. Na sequência do redutor foi instalado um acoplamento elástico composto por dois cubos simétricos de ferro fundido cinzento, e um elemento elástico alojado entre eles, de borracha sintética de elevada resistência a abrasão, com 95mm de diâmetro, para que houvesse amortecimento de impactos provindos do helicoides, ligado ao acoplamento tem-se uma luva que faz a ligação com o eixo helicoides.

O chassi (Figura 5) ligando, apoiando e estruturando o quadro da estrutura principal e a transmissão foi desenvolvido em estrutura de tubos metálicos quadrados com medida de perfil 50x50 mm e 40x40 mm ambos com parede de 3 mm e metálico de perfil retangular 40x60 mm e espessura 3 mm, sendo o quadro principal feito com o metálico de perfil 50x50 mm com formato retangular com medidas de 1,3x 1,1 m. Com os tubos de perfil 40x40 mm foram feitos os suportes da transmissão, sendo posicionados de forma estratégica para que tivesse um melhor acomodamento das partes da transmissão e com os metálicos de perfil retangular, foi feita a parte de acoplamento no sistema hidráulico de 3 pontos do trator.



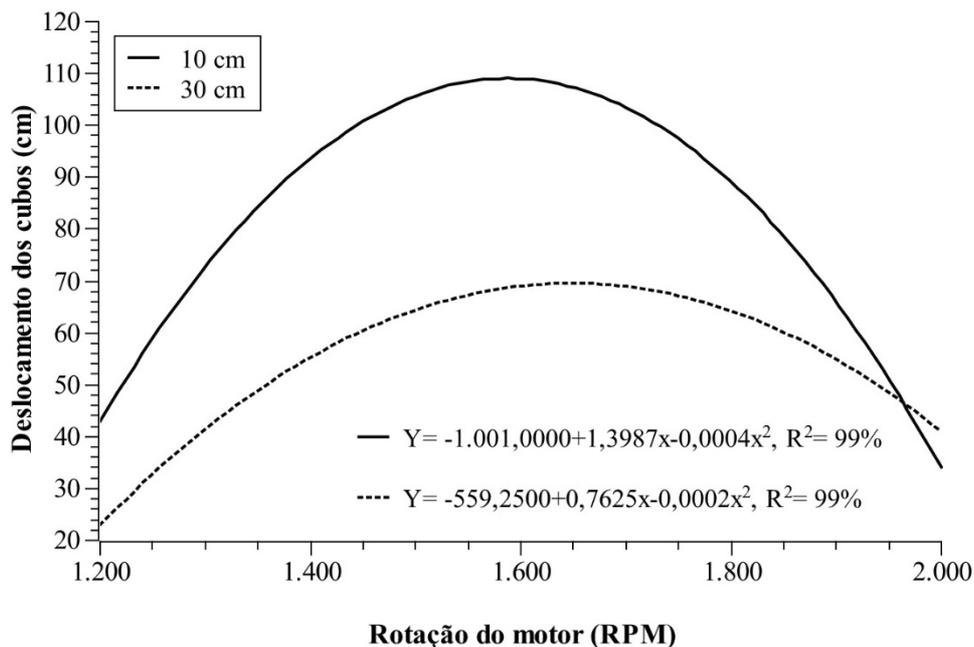
**Figura 5** – (A) Vista isométrica traseira do chassi e (B) vista isométrica frontal do chassi.

O chassi foi fixado de forma que a estrutura principal ficasse 3cm abaixo, visando a integridade do chassi, pois assim não haveria risco de encostar no chão, para fazer a ligação entre o chassi e a estrutura principal foram soldadas três tubos de perfil 50x50mm inclinados, fornecendo suporte e sustentação à estrutura e na parte inferior entre as duas partes foram soldadas 4 tubos também de perfil 50x50m com 10cm de comprimento para que houvesse um distanciamento entre estruturas. Na extremidade da estrutura principal foi fixada uma roda com pneu de medida 16 x 6.50-8 com regulagem de altura para dar apoio no momento da operação e também delimitar a altura de trabalho.



**Figura 6** – (A) Vista lateral esquerda, (B) direita e (C) equipamento montado.

Para os testes de deslocamento dos cubos houve interação entre os fatores, altura dos cubos nas leiras e a rotação durante as operações de revolvimento. O modelo que melhor representa o efeito das diferentes rotações no revolvimento foi o modelo quadrático (Figura 7).



**Figura 7** – Equação de regressão para o deslocamento dos cubos em função da rotação do motor.

Nas diferentes alturas foi observado um aumento do deslocamento dos cubos em função do aumento da rotação durante a operação de revolvimento até atingir um ponto máximo de 1588 e 1648 para as alturas de 10 e 30 cm, respectivamente. Do ponto de vista do trator que propulsiona a máquina, a rotação em torno de 1600rpm está na faixa ideal de trabalho, o que não causa desgaste excessivo no trator e dos implementos (Frantz, 2014).

A rotação de 1200rpm foi a que menos realizou o revolvimento da leira considerando o deslocamento dos cubos posicionados a 30 cm de altura. Já para os cubos posicionados a 10 cm de altura na leira a rotação que propiciou o menor deslocamento foi a de 2000rpm, por causar espalhamento da leira, fazendo com que ela perdesse sua conformação inicial tendo um grande espalhamento de material ao redor do local de conformação inicial da leira de composto.

## CONCLUSÃO

O programa SolidWorks foi uma ferramenta eficaz no desenvolvimento e construção do revolvedor de compostagem.

A variação da rotação de trabalho afeta o deslocamento das partículas dentro das leiras.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, G. J. **Compostagem de resíduos agrícolas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999. p. 12. (UFLA. Circular Técnica).
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Sociedade Internacional de Biometria, 2000. p. 255-258.
- FRANTZ, U. G.; SCHLOSSER, J. F.; FARIAS, M. S.; FERIGOLO, L. F.; EBERT, L. C. Eficiência energética de um trator agrícola utilizando duas configurações de tomada de potência. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p. 1219-1222, 2014.
- GARCIA, A. P.; CAPPELLI, N. L.; UMEZU, C. K. Auger-type granular fertilizer distributor: mathematical model and dynamic simulation. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 151-163, 2012.
- GUO, R.; LI, G.; JIANG, T.; SCHUCHARDT, F.; CHEN, T.; ZHAO, Y.; SHEN, Y. Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. **Bioresource Technology**, v. 112, p. 171-178, 2012.
- KHIEL, E.J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4.ed. Piracicaba: Editora Degaspari, 2004. 173p.
- MAGALHÃES, M. A.; MATOS, A. T.; DENÍCULI, W.; TINOCO, I. F. F. Compostagem de bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande , v. 10, n. 2, p. 466-471, 2006.
- PENTEADO, S.R. **Adubação na agricultura ecológica: cálculo e recomendação de adubação numa abordagem simplificada**. 2. ed. Campinas: Via Orgânica, 2010, 168 p.
- PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo** Viçosa: UFV, 2007. 81p.
- SILVA, V. M.; FORMENTINI, E.; SALES, A. E. F.; TEIXEIRA, A. F. R. Mecanização da compostagem orgânica na Unidade Experimental de Produção Animal Agroecológica (UEPA), Linhares, Espírito Santo. In: VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino-Americano de Agroecologia, 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba-PR, 2009.