

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2021

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 3 / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-702-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.021212911>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio. III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A agricultura faz parte da área do conhecimento denominada de Ciências Agrárias. Importante para garantir o crescimento e manutenção da vida humana no planeta, a agricultura precisa ser realizada de forma responsável, considerando os princípios da sustentabilidade.

Esta obra, intitulada “Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis 3”, apresenta-se em três volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura produzidos por pesquisadores brasileiros e de outros países.

Neste terceiro volume, encontram-se trabalhos que abordam as culturas do eucalipto, citros, pera, girassol, tomate, graviola e mandioca, sendo que alguns trabalhos estão relacionados ao controle de pragas e doenças, outros relacionados à propagação de plantas, além de trabalhos nas áreas de bovinocultura e piscicultura.

Agradecemos aos autores dos capítulos pela escolha da Atena Editora. Desejamos a todos uma ótima leitura e convidamos para apreciarem também os outros volumes desta obra.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

CRESCIMENTO INICIAL DE *Eucalyptus grandis* CULTIVADO COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL REMINERALIZADOR E ECTOMICORRIZA

Sinara Barros
Juliano de Oliveira Stumm
Ricardo Turchetto
Ana Paula da Silva
Juliano Borela Magalhães
Rodrigo Ferreira da Silva
Clóvis Orlando Da Ros
Daiane Sartori Andreola
Djavan Antonio Coinaski
Genesio Mario da Rosa
Willian Fernando de Borba

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0212129111>

CAPÍTULO 2..... 12

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CITROS EM FUNÇÃO DO MANEJO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS E DE COMBINAÇÕES DE COPA E PORTA-ENXERTO

Mateus Peixoto Pires
Ana Paula da Silva Costa
Mayra da Silva Saraiva
Yuri Carreira Matias
Raimundo Thiago Lima da Silva
Alberto Cruz da Silva Junior
Valéria Melo do Nascimento
Ana Paula Silva Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0212129112>

CAPÍTULO 3..... 24

DIAGNÓSTICO BIOCLIMÁTICO PARA PRODUÇÃO DA LARANJA VALÊNCIA NO MUNICÍPIO DE ERECHIM – RS

John Edson Chiodi
Dermeval Araújo Furtado
Yokiny Chanti Cordeiro Pessoa
Fernando Meira Lima
Airton Gonçalves De Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0212129113>

CAPÍTULO 4..... 31

SURVIVAL OF *Xanthomonas citri* pv. *fuscans* IN THE PHYLLOSPHERE AND RHIZOSPHERE OF CROPS AND WEEDS

Luana Laurindo de Melo
Daniele Maria do Nascimento
João César da Silva

José Marcelo Soman
João Batista Romano Filho
Antonio Carlos Maringoni
Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0212129114>

CAPÍTULO 5..... 41

DISSEMINATION OF *Xanthomonas campestris* PV. *campestris* BY *Bemisia tabaci* and *Myzus persicae*

João César da Silva
Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior
José Marcelo Soman
Luís Fernando Maranhão Watanabe
Renate Krause Sakate
Antonio Carlos Maringoni

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0212129115>

CAPÍTULO 6..... 52

UTILIZAÇÃO DA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA POR AGRICULTORES DA REGIÃO SERRANA DE SANTA CATARINA

Alberto K. Nagaoka
Fernando C. Bauer
Suelen S. Jesus
Ellen Blainski
Marilda P. T. Nagaoka

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0212129116>

CAPÍTULO 7..... 57

INFLUÊNCIA DO ENRAIZAMENTO *IN VITRO* NA ACLIMATIZAÇÃO DE EXPLANTES DE *Pyrus communis* L.

Fernanda Grimaldi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0212129117>

CAPÍTULO 8..... 59

PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE HÍBRIDOS DE GIRASSOL ANTES E APÓS O ARMAZENAMENTO POR CONGELAMENTO

José Henrique da Silva Taveira
Paulo Gabriel de Sousa Barcelos
Micael Toledo de Oliveira
Maíra Vieira Ataíde
Marcicleia Pereira Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0212129118>

CAPÍTULO 9..... 66

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES PELETIZADAS DE TOMATE

Layanne Muniz Sprey
Sidney Alberto do Nascimento Ferreira

Maylla Muniz Sprey

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0212129119>

CAPÍTULO 10..... 77

CONTROLE DAS BROCAS DOS FRUTOS DE GRAVIOLEIRA EM PLANTIO COMERCIAL NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL PARÁ

Thalia Maria de Sousa Dias
Tinayra Teyller Alves Costa
Jorge Junior da Silva Nascimento
Hamilton Ferreira de Souza Neto
Alef Ferreira Martins
Graziele Rabelo Rodrigues
Jaqueline Araújo da Silva
Jaqueline Lima da Silva
Sinara de Nazaré Santana Brito
Harleson Sidney Almeida Monteiro
Wenderson Nonato Ferreira da Conceição
Antônia Benedita da Silva Bronze

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02121291110>

CAPÍTULO 11 89

FRAÇÃO SÓLIDA DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE SUINOCULTURA PARA O CRESCIMENTO INICIAL DE *Eucalyptus grandis*

Juliano Borela Magalhães
Juliano de Oliveira Stumm
Djavan Antônio Coinaski
Daiane Sartori Andreola
Ricardo Turchetto
Sinara Barros
Ana Paula da Silva
Willian Fernando de Borba
Rodrigo Ferreira da Silva
Clóvis Orlando Da Ros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02121291111>

CAPÍTULO 12..... 100

SISTEMA PARA CÁLCULO DE ADUBOS SIMPLES PARA A CULTURA DA MANDIOCA NO ESTADO DO PARÁ

Raimundo Sátiro dos Santos Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02121291112>

CAPÍTULO 13..... 108

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO NO TRANSPORTE A GRANEL DE TOMATE INDUSTRIAL

Lara Nascimento Guimarães
Tulio de Almeida Machado
Cristiane Fernandes Lisboa

Jordanne Tominaga
Nathália Nascimento Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02121291113>

CAPÍTULO 14..... 119

ADESÃO DE LEITE EM PÓ EM UMA SUPERFÍCIE DE AÇO INOXIDÁVEL

Jeferson da Silva Correa Junior

Marcieli Karina Rodrigues

Raquel Borin

Marcos Alceu Felicetti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02121291114>

CAPÍTULO 15..... 127

DEGRADABILIDADE IN SITU DA CASCA DO TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*) EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM DIETA PARA BOVINOS

Tasso Ramos Tavares

Francisca das Chagas do Amaral Souza

Jaime Paiva Lopes Aguiar

Ercvania Rodrigues Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02121291115>

CAPÍTULO 16..... 135

COMPARACION DEL RENDIMIENTO PESQUERO DEL MIXÍNIDO “BRUJA PINTADA” (*Eptatretus stouttii*) EN LA PRIMAVERA DEL 2010-2011 Y 2021 PARA SU MANEJO PESQUERO EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Jorge Flores Olivares

Alfredo Emmanuel Vázquez Olivares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02121291116>

CAPÍTULO 17..... 145

CARACTERIZAÇÃO HEMATOLÓGICA DE TRAÍRA (*Hoplias* sp.) E JEJU (*Hoplerythrinus* sp.) CAPTURADOS NO RIO MANOEL CORREIA – RONDÔNIA

Wilson Gómez Manrique

Mayra Araguaia Pereira Figueiredo

Dominique Oliveira Cavalcante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.02121291117>

SOBRE OS ORGANIZADORES 159

ÍNDICE REMISSIVO..... 160

ADESÃO DE LEITE EM PÓ EM UMA SUPERFÍCIE DE AÇO INOXIDÁVEL

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 23/07/2021

Jeferson da Silva Correa Junior

Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus*
Laranjeiras do Sul, discente

Marceli Karina Rodrigues

Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus*
Laranjeiras do sul, discente

Raquel Borin

Universidade Federal da Fronteira Sul,
Programa de Pós-Graduação em Ciências e
Tecnologia de Alimentos, mestranda

Marcos Alceu Felicetti

Universidade Federal da Fronteira Sul,
Programa de Pós-Graduação em Ciências e
Tecnologia de Alimentos, Laranjeiras do sul –
Paraná, coordenador/orientador

RESUMO – O objetivo desta pesquisa foi investigar a influência do tamanho das partículas do material pulverulento orgânico sobre a força de adesão partícula superfície, utilizando a técnica centrífuga para diferentes velocidades de compressão e desprendimento e em diferentes superfícies. Uma centrífuga (marca Hettich, modelo Rotina 380), cuja velocidade máxima de rotação era de 10000 rpm foi utilizada para promover a compressão e o desprendimento de partículas orgânicas sobre uma superfície plana. O tempo de aplicação das forças de compressão (*press-on*) foi de um minuto para

cada velocidade angular testada. Este mesmo tempo (1 minuto) foi utilizado na descompressão (*spin-off*) para as diferentes velocidades. Pode-se concluir que força de adesão entre a partícula do material orgânico e a superfície do substrato apresentou comportamentos lineares para todas as faixas de diâmetros estudadas. Um programa de análise de imagens (Image-Pro Plus 6.0) foi empregado para monitorar, após cada aumento da velocidade angular o número de partículas aderidas e desprendidas sobre a superfície plana. O material pulverulento orgânico utilizado foi o leite em pó.

PALAVRAS-CHAVE: Adesão, interação partícula/superfície, técnica centrífuga, compressão, descompressão.

ADHESION OF POWDERED MILK TO A STAINLESS STEEL SURFACE

ABSTRACT: The aim of this research was to investigate the influence of the particle size of organic powdery material on the particle surface adhesion force, using the centrifugal technique for different compression and release speeds and on different surfaces. A centrifuge (Hettich brand, model Rotina 380), whose maximum rotation speed was 10000 rpm, was used to promote the compression and release of organic particles on a flat surface. The application time of compression forces (*press-on*) was one minute for each angular velocity tested. This same time (1 minute) was used in the decompression (*spin-off*) for the different speeds. It can be concluded that the adhesion force between the organic material particle and the substrate surface

presented linear behavior for all the studied diameter ranges. An image analysis program (Image-Pro Plus 6.0) was used to monitor, after each increase in angular velocity, the number of particles adhered and detached on the flat surface. The organic powder material used was powdered milk.

KEYWORDS: Adhesion, particle/surface interaction, centrifugal technique, compression, decompression.

1 | INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

A adesão pode ser compreendida como atração entre dois corpos sólidos com superfícies de contato comuns e produzida pela existências de forças atrativas intermoleculares de ação a curta distância. (Charlaix e Crassous, 2005). A adesão entre materiais pulverulentos (pós) e superfícies são fatos decorrentes de inúmeros processos alimentícios. Ao mesmo tempo em que esse efeito é desejado em alguns processos industriais, ele também pode ser indesejada como em indústrias de alimentos, medicamentos e principalmente em tubulações, ocasionando a redução da eficiência da produção. Quando se trata de processamentos de pós é importante conhecer suas características, uma vez que a natureza e o grau de interação entre estas determinam as propriedades do pó.

Hoje em dia, há várias técnicas experimentais e métodos diferentes eu foram desenvolvidos, durante anos, para medir a força de adesão entre partículas e uma superfície (Krupp, 1967; Boehme, Krupp, Rabenhorst e Sandstede, 1962; Lodge, 1983), entre esses métodos, a técnica centrífuga vem sendo utilizada (Otsuka, Iida, Danjo e Sunada, 1988; Booth e Newton, 1987; Otsuka, Iida, Danjo e Sunada, 1983; Podczek et al., 1995; Shimada et al., 2000; Zhou et al., 2003 e Takeuchi, 2006). Essa técnica tem grande vantagem por poder determinar a força de adesão entre partículas reais de formas regulares e irregulares em superfícies lisas ou rugosas. A técnica centrífuga permite determinar a força de adesão, através da distribuição da força adesiva dentro de um grupo grande de partículas (incluindo até 100 partículas) sobre um substrato, em uma única medida (Böehme et al., 1962). Essa técnica consiste em analisar a velocidade de rotação da centrífuga e monitorar o tamanho e a porcentagem de partículas desprendidas, para que a força de adesão entre as partículas e a superfície dos discos seja determinada.

Assim, esse projeto de pesquisa tem como justificativa a grande importância no auxílio de dimensionamento de equipamentos industriais e de conhecimento de domínio próprio. Além disso, será importante analisar a força de adesão do leite em pó para futuras e oportunas aplicações industriais.

2 | OBJETIVOS

Investigar a influência do tamanho das partículas do material pulverulento orgânico (leite em pó) sobre a força de adesão partícula superfície, utilizando a técnica centrífuga

para diferentes velocidades de compressão e desprendimento e em diferentes superfícies.

3 | MATERIAL E MÉTODOS/METODOLOGIA

3.1 Materiais

Para a execução desse projeto de pesquisa foi utilizada uma centrífuga, cujo rotor tinha dois adaptadores, especialmente construídos, que permitiram a deposição das partículas no disco de prova (substrato) perpendicularmente ao eixo de rotação da centrífuga. De acordo com a velocidade de rotação da centrífuga, foi monitorado o tamanho e a percentagem das partículas desprendidas, para que a força de adesão entre as partículas e a superfície dos discos seja determinada. Também foi utilizado outro equipamento tal como um microscópio óptico para tirar as fotos. Essa foto será analisada por um analisador de imagens e posteriormente será determina a força de adesão entre a partícula e superfície.

3.2 Metodologia

O material pulverulento foi armazenado em dessecadores com sílica gel, antes da realização dos experimentos, para manter a umidade deste pó sempre baixa, já que, para pós secos, as forças de Van der Waals são as forças predominantes na determinação da força de adesão. Após controle da umidade relativa do ar abaixo de 50% e da dispersão uniforme das partículas pulverulentas sobre a superfície do disco de prova, o disco foi acomodado no adaptador e no tubo, e em seguida foi centrifugado. O disco foi disposto no equipamento de forma que a força centrífuga comprimiu as partículas sobre a superfície. Esta força de compressão, também denominada de *press-on* foi aplicada sobre o disco de prova nas velocidades de rotação de 1000, 5000 e 10000 rpm. Depois da compressão das partículas, os discos de prova foram analisados no microscópio para a realização de captura de imagens da dispersão das partículas pulverulentas sobre a superfície do disco de prova pela câmera. Em seguida, os discos foram levados novamente a centrífuga, porém em posição invertida da etapa de *press on*, para o desprendimento das partículas pulverulentas (*spin-off*). As forças de *spin-off* aplicadas sobre os discos foram nas velocidades de rotação de 2000, 4000, 6000, 8000 e 10000 rpm respeitando a ordem crescente e para força de compressão. Depois da aplicação de cada velocidade de descompressão, os discos foram novamente analisados no microscópio e as imagens serão capturadas pela câmera digital para posterior análise pelo software. O tempo de aplicação das forças de compressão (*press-on*) e descompressão (*spin-off*) foi de 1 minuto. E por último essas imagens foram analisadas em um programa analisador de imagem e separadas por faixa de diâmetro para mostrar a força de adesão e a porcentagem de partículas desprendidas e suas influências.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

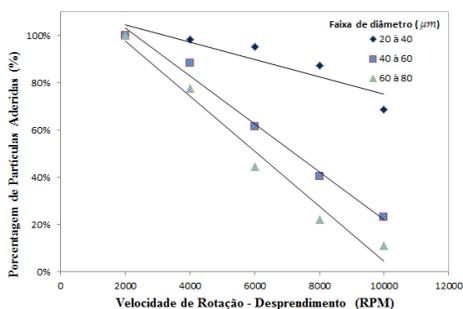
Em primeira instância, o projeto teve como intuito investigar a influência das partículas sobre o substrato em diferentes forças, utilizando a técnica centrífuga. Essa pesquisa também proporcionou estudar a força de adesão da partícula de leite em pó ($\rho = 0,97 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) frente ao substrato de aço de inox. Em segunda instância foi realizado uma análise quantitativa para investigar a influência do tamanho da partícula, através do seu diâmetro médio e da pressão aplicada pelo contato, por uma velocidade angular, utilizando uma centrifuga. O material orgânico utilizado foi o leite em pó industrializado.

Os substratos utilizados foram fabricados em aço inoxidável.

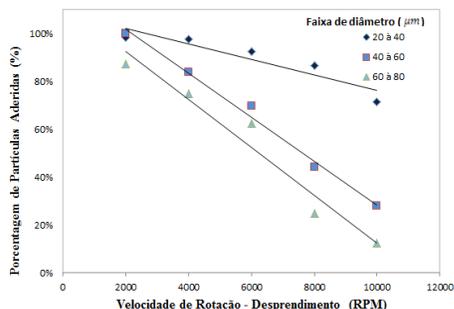
Após a aplicação da metodologia descrita no item 3, foram obtidos resultados e construídos gráficos de porcentagem de partículas aderidas na superfície do substrato em função das velocidade de rotação da centrifuga. Em seguida, foi construído outro gráfico de porcentagem de partículas aderidas em função da força de adesão para o pó orgânico investigado nesta pesquisa.

4.1 Determinações da porcentagem de partículas aderidas em função da velocidade de rotação

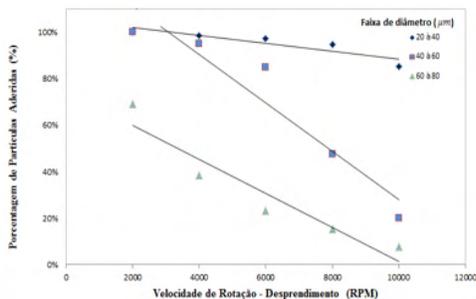
Para cada velocidade de compressão (1000, 5000 e 10000 rpm), foi realizado as velocidades de desprendimento de 2000, 4000, 6000, 8000 e 10000 rpm. Com isso, foi possível analisar o despedimento das partículas em cada velocidade de *spin-off*, levando em consideração seu diâmetro médio. O diâmetro foi analisado em 3 faixa, sendo de 20 à 40 , 41 à 60 e de 61 à 80 micrômetros. Os resultados obtidos podem ser observados na figura abaixo:



Compressão de 1000 rpm



(b) Compressão de 5000 rpm



(c) compressão de 10000 rpm

Figura 4.1 – Porcentagem de partículas de leite em pó aderidas na superfície do substrato de aço inoxidável, em função das velocidades de desprendimento (*spin-off*), após a aplicações de descompressões de 1000, 5000 e 10000 rpm.

A Figura 4.1 apresenta três gráficos que revela a porcentagem de partículas aderidas no substrato em função das velocidades de desprendimento (*spin-off*) após a aplicação de todas as forças centrífugas de compressão (*press-on*) proposto nesse trabalho. Observa-se que, com o aumento da velocidade angular de desprendimento, a porcentagem de partículas pulverulentas aderidas na superfície diminuiu até que todas ou quase todas as partículas são desprendidas após a aplicação da força centrífuga *spin-off* de 10000 rpm. É possível observar também, que não só diminui a quantidade de partículas desprendidas com o aumento da descompressão (*spin-off*), mas que o tamanho das partículas também influenciam no desprendimento. A distância entre a rugosidade de uma partícula e uma superfície está relacionada através da verdadeira área de contato. Por que quanto menor for a área de contato, menor será o contato entre as rugosidades das superfícies envolvidas, e conseqüentemente, menores serão as forças de Wan der Vaals (Felicetti, 2008). Assim, as partículas maiores não tem contato direto com a superfície de contato do substrato, devido o material de aço inoxidável ter uma nanorugosidade (47,86 nm), que impede que as partículas maiores fiquem retidas no substrato com o aumento da velocidade angular.

O gráfico ainda revela que com o aumento da compressão as partículas menores (20 – 40 mm) tiveram um maior contato com o substrato, e conseqüente tiveram maiores aderência, ou seja, uma maior força de adesão. Esse resultado se assemelha para as outras duas faixas de diâmetro (41 – 60 e 61 – 80 mm), porém não tão significativamente, pois essas não apresentavam tanto conto com o substrato, tendo assim uma baixa força de adesão.

4.2 Determinações da porcentagem de partículas aderidas em função da força de adesão

Com os cálculos obtidos da força de adesão para as três faixas de diâmetro das partículas de leite em pó estudada, foi possível gerar gráficos que apresentam a porcentagem de partículas aderidas do pó orgânico em função da força de adesão para

cada velocidade centrífuga de compressão (1000, 5000 e 10000 rpm). Entretanto, a força de adesão foi calculada da seguinte forma:

$$F_{\text{centrífuga}} = -F_{\text{adesão}}$$

Sendo a força centrífuga:

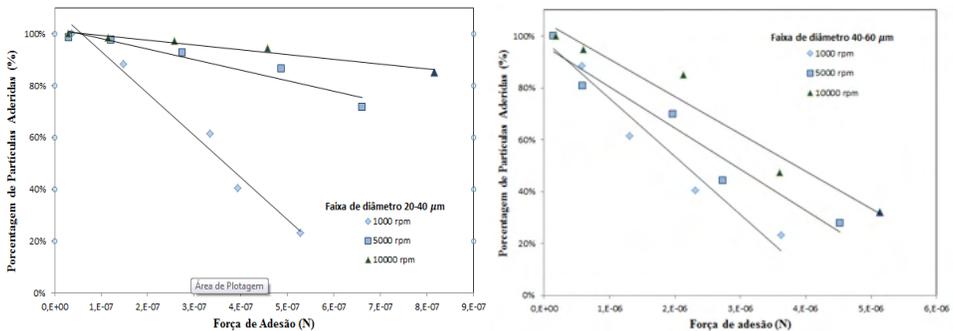
$$F_{\text{centrífuga}} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

m ° Massa da partícula.

ω ° Velocidade angular.

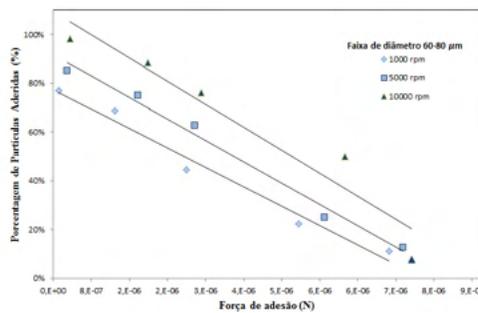
r ° Distância do centro do rotor até a partícula.

Com a distância entre o eixo de rotação e o substrato (superfície) de 0,052 m.



(a) Faixa de diâmetro de 20 – 40 µm

(b) Faixa de diâmetro de 41 – 60 µm



(c) Faixa de diâmetro de 61 – 80 µm

Figura 4.2 - Porcentagem de Partículas aderidas de substrato orgânico leite em pó aderido na superfície do substrato de aço inoxidável, em função da força de adesão após a aplicação da força centrífuga de compressão 1000, 5000 e 10000 rpm.

É possível observar nas figuras que a força de adesão apresentou um comportamento linear para cada faixa de diâmetro estudada do material orgânico. Isto quer dizer que a força de adesão entre partícula e a partícula substrato aumentou para cada aplicação da força centrífuga de compressão adotada. Também é possível observar que, as partículas

com menor diâmetro obteve uma maior força de adesão em todas as forças aplicadas de compressão, tendo assim, um desprendimento menor quando comparados com a outra faixa de diâmetro maiores.

A faixa de diâmetro maior teve um comportamento próximo ao das faixas menores na Figura 4.2.c, devido à grande força de compressão (*press-on*), que permitiu que as partículas tivesse um maior arranjo, tendo um grande contato com a área da superfície do substrato, aumentando assim, as forças de Van der Waals. A distância entre a rugosidade das superfícies tem um efeito sobre o comportamento de separação das partículas aderidas na superfície do substrato (Zimon, 1982). Assim, obteve uma maior aderência quando comparada com a figura a, na faixa de 61 – 80 mm, que teve um grande desprendimento de partículas devido a uma menor força de compressão. Fica evidente que a força de adesão aumenta e o desprendimento diminui em todas as faixas quando há uma grande força centrífuga de compressão.

5 | CONCLUSÃO

Torna evidente, portanto, que a força de adesão entre a partícula do material estudado e a superfície do substrato apresentou comportamentos lineares para todas as faixas de diâmetro estudada do material orgânico leite em pó. Além disso, foi possível observar que com o aumento da força de compressão (*press-on*) as partículas de todas as faixas tiveram comportamento similares em relação ao seu desprendimento quando comparados a forças menores aplicadas. Com isso, fica claro que a granulometria tem influência direta na força de adesão entre partícula e a superfície do substrato. Mas que a aplicação da força centrífuga de compressão também tem influencia sobre a força de adesão, o que garante a eficácia da técnica centrífuga e a validação de todos os resultados apresentados nesta pesquisa.

FINANCIAMENTO

CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

REFERÊNCIAS

BÖEHME, G., KRUPP, H., RABENHORST, H. and SANDSTEDE G., “**Adhesion measurements involving small particles**”. Trans. Inst. Chem. Eng. v.40, p.252 - 259, 1962.

BOOTH, S. W. and NEWTON, J.M., “**Experimental investigation of adhesion between powders and surfaces**”. Journal of Pharmaceutical and Pharmacology. v.39, p.679 - 684, 1987.

CHARLAIX, E. and CRASSOUS, J., “**Adhesion forces between wetted solid surfaces**”. The journal of Chemical Physics, v. 122, nº 184701, p. 1 - 9, 2005.

FELICETTI, MA. **“Investigação da influência do tamanho das partículas de materiais pulverulentos sobre a força de adesão em diferentes substratos aplicando a Técnica Centrífuga”** [internet]. 2008. [Acesso em: 14 fev. 2020]. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3856/1719.pdf?sequence=1>.

LODGE, K. B., **“Techniques for the measurement of forces between solids”**, Adv. Colloid Interface Sci., v. 19, p. 27, 1983.

KRUPP, H., **“Particle adhesion theory and experiment”**, Adv. Coll. Interface Science, v.1, n.2, p. 111 - 239, 1967.

PODCZECK, F., NEWTON, J.M., **“Development of an ultracentrifuge technique to determine the adhesion and friction properties between particles and surfaces”**. J. Pharmaceutical sciences, v.84, n.9, p. 1067 - 1071, 1.

OTSUKA, A., IIDA, K., DANJO, K. and SUNADA, H.; **“Measurement of the Adhesive Force between Particles of Powdered Organic Substances and a Glass Substrate by Means of the Impact Separation Method, I, Effect of Temperature”**, Chem. Pharm. Bull., 31, p. 4483, 1983.

TAKEUCHI, M., **“Adhesion forces of charged particles”**. Chemical Engineering Science, v.61, n.7, p. 2279 – 2289, 2006.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adução 3, 8, 10, 11, 61, 62, 90, 91, 97, 98, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107

Agroinformática 100, 103, 107

Água residuária 2, 9, 89, 90, 94, 97, 99

Ambiente 3, 4, 9, 25, 30, 60, 68, 76, 91, 97, 98, 102, 127

Aphid 41, 43, 45

Armazenamento 59, 60, 61, 62, 63, 64, 74, 92

B

Bacterial 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 155

Bacterium 38, 41, 43, 44, 47, 48, 49

Black rot 38, 41, 42, 45, 47, 48, 49, 50, 51

Bovinos 127, 128, 129, 133, 134

Brassicacac 41, 50

Broca-da-semente 78, 79, 80, 83, 87

Broca-do-fruto 78, 79, 80, 83, 87

C

Centrífuga 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

Circularidade 59, 61, 62, 63, 64

Citrus 13, 15, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30

Clima 24, 25, 26, 28, 30, 79, 101, 159

Compressão 68, 114, 119, 121, 122, 123, 124, 125

Congelamento 59, 61, 62, 63, 64

Convencional 13, 14, 15, 18, 19

Crescimento 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 13, 18, 21, 25, 28, 68, 73, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 103, 109, 157

Crop rotation 32, 33

Cultura 6, 11, 25, 27, 28, 29, 30, 32, 57, 60, 64, 67, 100, 103, 104, 105, 109, 147, 159

D

Degradabilidade 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133

Descompressão 119, 121, 123

Dieta 127, 128, 129, 130, 131

E

Ecology 9, 11, 32, 49, 134, 143, 144

Entrevista 52, 80

Esfericidade 59, 61, 62, 63

F

Fertilizante organomineral 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 90, 92, 94, 95, 96, 97

Fração sólida 2, 5, 9, 89, 90, 91, 92, 94, 97

Fruticultura 22, 23, 52, 53, 78, 87, 88, 106, 107, 159

Frutos 25, 28, 67, 68, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 108, 109, 110, 111, 115, 129, 133

G

Germinação 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 104

H

Hematologia 146, 156, 157, 158

I

Infecção 146, 153

Interação 4, 13, 14, 16, 21, 68, 71, 73, 91, 104, 107, 113, 114, 119, 120

L

Laranja 12, 13, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30

M

Mandioca 11, 23, 66, 69, 70, 71, 72, 73, 100, 103, 104, 105, 106, 107

Manejo ecológico 13, 15, 17, 18, 21

Máquinas 52, 54, 55, 81, 101, 116

Material genético 13, 14, 17, 19

Micorriza 2, 5

O

Organogênese 57

P

Parasitismo 146

Partícula 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125

Peixe 14, 146

Pereira 20, 23, 30, 57, 59, 79, 88, 117, 145, 156

Pesca 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 146, 147, 155, 156, 157

Pesquerías mexicanas 136

Pesquisa 9, 14, 17, 21, 22, 24, 52, 53, 54, 64, 98, 101, 105, 117, 119, 120, 121, 122, 125, 145, 147, 159

Propagação *in vitro* 57

Q

Qualidade 10, 25, 28, 29, 30, 53, 54, 56, 59, 60, 64, 66, 68, 69, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 96, 97, 99, 102, 107, 108, 114, 116, 147

R

Recobrimento 66, 67, 68, 70, 72, 73, 75

Remineralizador do solo 2, 4, 5, 7, 8, 9

S

Saúde 127, 145, 146, 156, 157

Semeadura 61, 66, 67, 68, 70, 71

Superfície 67, 68, 69, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 147

T

Transporte 68, 103, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118

Tucumã 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 **Atena**
Editora
Ano 2021