

COLEÇÃO

# DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2



CARLOS EDUARDO SANCHES DE ANDRADE  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2



CARLOS EDUARDO SANCHES DE ANDRADE  
(ORGANIZADOR)

**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

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Carlos Eduardo Sanches de Andrade

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de produção 2 / Organizador Carlos Eduardo Sanches de Andrade. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-570-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.706211910>

1. Engenharia de produção. I. Andrade, Carlos Eduardo Sanches de (Organizador). II. Título.

CDD 670

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://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 obra “Desafios da Engenharia: Engenharia de Produção 2” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 18 capítulos, estudos sobre diversos aspectos que mostram como a Engenharia de Produção pode atender as novas demandas de um mundo globalizado e competitivo.

A evolução da sociedade e da tecnologia no mundo atual impõe novos desafios, tornando urgente a busca de soluções adequadas a esse novo ambiente. O desenvolvimento econômico das cidades e a qualidade de vida das pessoas dependem da eficiência e eficácia dos processos produtivos, objeto dos estudos realizados na Engenharia de Produção.

No contexto brasileiro, num período pós pandemia, a crise econômica se agrava e é necessário procurar novos caminhos para alavancar o crescimento econômico. Assim a Engenharia de Produção pode ser um elemento importante para enfrentar esses novos desafios.

Os trabalhos compilados nessa obra abrangem diferentes perspectivas da Engenharia de Produção.

A gestão de processos e a gestão financeira são abordadas. Diversos outros temas, em português, espanhol e inglês são também abordados, como os impactos ambientais e epidemiológicos do processo produtivo.

Agradecemos aos autores dos diversos capítulos apresentados e esperamos que essa compilação seja proveitosa para os leitores.

Carlos Eduardo Sanches de Andrade




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **APLICAÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO FINANCEIRA EM UMA ORGANIZAÇÃO DO TERCEIRO SETOR**


Antonielli Silva Alencar  
Stella Jacyszyn Bachega  
Dalton Matsuo Tavares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119101>

### **CAPÍTULO 2..... 13**

#### **GESTÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO PARA REDUÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA AMBEV-CERVEJARIA ÁGUAS CLARAS**


Everton Oliveira Santos  
Antônio Vieira Matos Neto  
Laís Gomes Barbosa da Silva  
Marcos Antonio Passos Chagas  
Bento Francisco dos Santos Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119102>

### **CAPÍTULO 3..... 27**

#### **ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E EPIDEMIOLÓGICOS A PARTIR DO DESCARTE INADEQUADO DE PNEUS EM ÁREAS NÃO CONTROLADAS**


Denise Dantas Muniz  
Renata Dantas Muniz de Queiroz  
Emerson Nóbrega de Medeiros  
Letícia Dantas Muniz Alves  
Paulo Roberto Ribeiro Marques  
Eduardo Braga Costa Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119103>

### **CAPÍTULO 4..... 39**

#### **ANÁLISE DAS ABORDAGENS DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> NO SERVIÇO DE TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS POR METRÔS**


Carlos Eduardo Sanches de Andrade







 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119104>




### **CAPÍTULO 5..... 53**

#### **ANÁLISIS DE LAS PÉRDIDAS TÉRMICAS TOTALES EN UN CONCENTRADOR SOLAR PTC USANDO ACEITE TÉRMICO SYL THERM 800 COMO FLUIDO DE TRABAJO**

Ernesto Enciso Contreras  
Jesús de la Cruz Alejo  
Juan Gabriel Barbosa Saldaña  
María Belem Arce Vázquez  
Irving Cardel Alcocer Guillermo  
Sergio Maldonado Mercado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119105>

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>63</b>
ASSIGNMENT MODEL FOR THE PERUVIAN FILM INDUSTRY	
Mario Edison Ninaquispe Soto	
Gianni Michael Zelada García	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119106">https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119106</a>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>71</b>
DEVELOPMENT OF THE TOOL “APERMET” FOR COMPLEMENTING THE ANALYSIS OF STEEL STRUCTURES IN TEACHING	
Jesús Montero Martínez	
Santiago Laserna Arcas	
Jorge Cervera Gascó	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119107">https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119107</a>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>86</b>
DISPENSO DE RAÇÃO EM PÓ DE PEIXES POR PROTÓTIPO DE ALIMENTADOR AUTOMÁTICO	
Rafael Itamar da Silva	
Harthur Guzzi Madalosso	
Carlos Eduardo Zacarkim	
Luciano Caetano de Oliveira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119108">https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119108</a>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>96</b>
ESCOAMENTO DE RAÇÃO POR UM DOSADOR AUTOMÁTICO UTILIZANDO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP)	
Rafael Itamar da Silva	
Dircelei Sponchiado	
Maurício Guy de Andrade	
Luciano Caetano de Oliveira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119109">https://doi.org/10.22533/at.ed.7062119109</a>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>107</b>
MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA PyME CON HERRAMIENTAS DE TEORÍA DE RESTRICCIONES	
Jorge Tomás Gutiérrez Villegas	
María Leticia Silva Ríos	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191010">https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191010</a>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>117</b>
METODOLOGÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO DE MÉXICO 2014. (MIPM_2014)	
Santiago Marquina Benítez	
Octaviano Juárez Romero	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191011">https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191011</a>	

<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>138</b>
OS IMPACTOS DA IMPRESSÃO 3D NA FABRICAÇÃO DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS	
Marco Aurélio Feriotti	
Davi de Medeiros Marcelino	
José Martino Neto	
Jorge Luiz Rosa	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191012">https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191012</a>	
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>152</b>
PROPOSAL FOR A REPLACEABLE HIGH PRECISION SERUM PERFUSION SYSTEM	
Eliel Eduardo Montijo-Valenzuela	
Elvis Osiel Covarrubias-Burgos	
Darío Soto-Patrón	
Esthela Fernanda Torres-Amavizca	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191013">https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191013</a>	
<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>162</b>
UMA PROPOSTA DE MAPEAMENTO DE ESTOQUES: OS DESAFIOS DA GESTÃO DE ESTOQUES EM UMA LOJA DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	
Tainnah Penha Lopes	
Luciano Saad Peixoto	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191014">https://doi.org/10.22533/at.ed.70621191014</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>178</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>179</b>

## DISPENSO DE RAÇÃO EM PÓ DE PEIXES POR PROTÓTIPO DE ALIMENTADOR AUTOMÁTICO

*Data de aceite: 01/10/2021*

*Data da submissão: 06/08/2021*

### **Rafael Itamar da Silva**

Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Palotina-PR  
<http://lattes.cnpq.br/4538215607836730>

### **Harthur Guzzi Madalosso**

Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Agronomia.  
Palotina-PR  
<http://lattes.cnpq.br/9711882534808428>

### **Carlos Eduardo Zacarkim**

Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Engenharia de Energia.  
Palotina-PR  
<http://lattes.cnpq.br/381953290225373>

### **Luciano Caetano de Oliveira**

Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Departamento de Engenharias e Exatas  
Palotina-PR  
<http://lattes.cnpq.br/4536577212357447>

**RESUMO:** O trabalho tem como objetivo avaliar a operação do protótipo FI 1300 alimentador automático frente a rações em pó para peixes. Um protótipo de alimentador automático com capacidade de 1300cm<sup>3</sup> tem o silo de Policloreto de Vinila (PVC) com diâmetro de carga de 75 mm. Utilizou-se ração comercial em pó com 40% de

proteína e adicionou uma solução de álcool etílico (92,8°) na proporção de 200 ml por quilo de ração. Os testes foram com a ração sem (RA) e com adição da solução (RB). Uma bancada composta por seis protótipos foi submetida a um total de 1080 acionamentos de dispense nos tempos de 2, 4, 6, 8 e 10s e diâmetros de abertura da boca 5, 10, e 15mm. Para analisar o delineamento fatorial compostos pelas 6 repetições de tempo de acionamento versus abertura a boca, foi aplicada uma análise de variância (ANOVA). Aplicou-se na variável resposta (massa de ração) um protocolo de regressão do modelo de resposta de superfície. Analisado o tempo de acionamento e abertura da boca de maneira geral das rações apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), incremento de massa dispensada em função do tempo. No entanto fica evidenciado que a ração RB possui instabilidade no escoamento em função do incremento de tempo. Para as rações testadas recomenda o uso de abertura 10mm e acionamento máximo 6s para a RB para garantir um funcionamento adequado do arraçamento.

**PALAVRAS - CHAVE:** Aquicultura, dosador, automação.

### FISH FOOD DISPENSING BY AN AUTOMATIC FEEDER PROTOTYPE

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate of the prototype FI 1300 automatic feeder against powdered fish feed. A prototype automatic feeder with a capacity of 1300cm<sup>3</sup> has a polyvinyl chloride (PVC) silo with a loading diameter of 75 mm. A commercial powdered feed with 40% protein was used and a solution of ethyl alcohol (92.8°) was added at the proportion of

200 ml per kilo of feed. The tests were with the ration without (RA) and with the addition of the solution (RB). A bench composed of six prototypes was submitted to a total of 1080 dispensing activations in times of 2, 4, 6, 8 and 10s and mouth opening diameters of 5, 10, and 15mm. To analyze the factorial design composed by the 6 repetitions of activation time versus opening the mouth, an analysis of variance (ANOVA) was applied. A protocol of the surface response model was applied to the response variable (feed mass). Analyzing the time of activation and mouth opening in general, the rations showed significant differences ( $p < 0.05$ ), increment of mass dispensed as a function of time. However, it is evident that the RB ration has instability in the flow because of the increment of time. For the rations tested, it recommends the use of a 10mm opening and a maximum activation of 6s for the RB to ensure proper functioning of the ration.

**KEYWORDS:** Aquaculture , doser, automation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A aquicultura nacional setor do agronegócio com maior potencial de crescimento, para o mundo o Brasil continua sendo encarado como tendo um dos maiores potenciais para a produção de pescados de aquicultura, mas para este potencial ser desenvolvido ele precisa necessariamente passar por um processo de intensificação, que por sua vez precisa de um sistema que possa dinamizar o arraçoamento, um sistema de alimentação automática.

No entanto a utilização de sistema de alimentação automática no Brasil para a aquicultura está em fase de descoberta, análise de viabilidade econômica, resultados práticos em grande escala, adaptação nos sistemas de produção e profissionais capacitados (OLIVEIRA, 2010).

Pesquisas em nível de produção com os protótipos de alimentadores automáticos têm sido realizadas com o propósito de aperfeiçoar o processo de manejo alimentar na aquicultura brasileira (AGOSTINHO et al., 2008; SOUSA et al., 2010; OLIVEIRA 2010, CASTRO et al., 2012). O protótipo de um alimentador automático geralmente é composto por um silo, sistema de liberação da ração e um sistema eletromecânico (AGOSTINHO 2010).

As rações para animais aquáticos podem ser diferenciadas ainda pela estrutura na qual ela é fornecida aos animais. Considerando esse tipo de característica, as rações podem ser estruturadas em flocos, grânulos ou pellets, ou fornecidas na forma de pó ou farelo, as rações em pó, ou fareladas. Essas rações possuem alta concentração proteica e são utilizadas na larvicultura de peixes e também na alevinagem de algumas espécies de pequeno porte.

Produtos tipo em pó tem descarga em silos de duas maneiras: tubular (funil) ou mássica. A existência de um tipo de fluxo ou outro dependerá da natureza do material na forma de pó, bem como do recipiente que o contém.

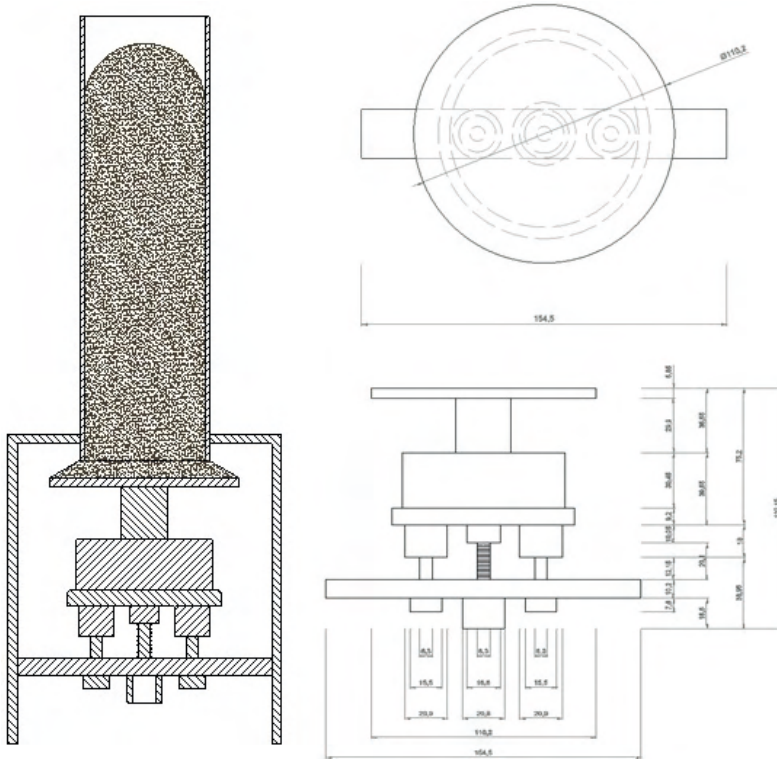
A determinação das propriedades de fluxo é importante por afetar intrinsecamente o comportamento do sólido durante a armazenagem, movimentação e processamento (FITZPATRICK et al., 2004). A caracterização do produto a armazenar consiste em determinar suas propriedades físicas. É o primeiro passo para o projeto de fluxo do produto e cálculo estrutural dos silos, devendo ser realizado em condições mais severas daquelas que podem ocorrer no silo (FREITAS, 2001).

Equipamentos utilizados para arraçamento de rações na aquicultura os alimentadores automáticos que são formados basicamente por um silo, sistema de dosagem e motor são controlados com temporizadores, quando a necessidade de aumento da quantidade arraçada o sistema mais utilizado é o aumento do tempo. Neste contexto o protótipo analisado usa a ração em pó sem e com inclusão de álcool etílico (na produção à inclusão também acrescenta 60,0mg de 17 a-metil-testosterona/Kg de ração para a reversão sexual).

O trabalho tem como objetivo avaliar a operação do protótipo FI 1300 alimentador automático frente a rações em pó para peixes.

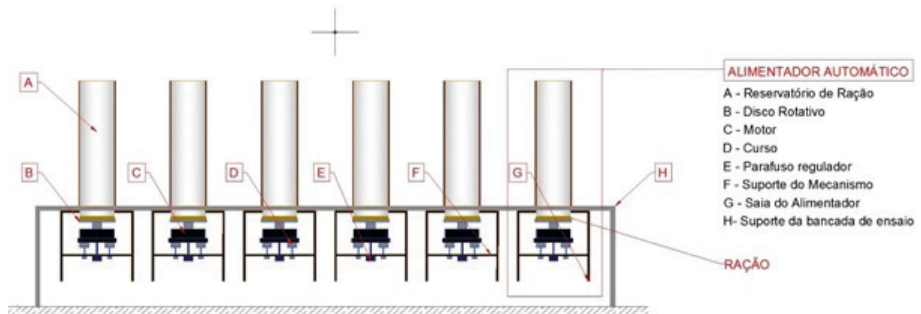
## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento realizado no Laboratório de Inovação Tecnológica e Automação da Aquicultura no Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná – UFPR. O protótipo FI 1300 confeccionado quase em sua totalidade de polipropileno (PP) tem silo de Policloreto de Vinila (PVC) com diâmetro de carga de 75 mm, altura do reservatório de 300 mm e volume líquido de aproximadamente 1300cm<sup>3</sup>. Em sua base não apresenta tremonha (diâmetro do silo=boca de descarga), o descarregamento é efetuado por meio de um disco rotativo com 80 mm de diâmetro acionado por motor de baixa rotação (5/6rpm) instalado abaixo da boca do silo. Um sistema de regulagem da altura do disco de descarregamento é acoplado na saia do protótipo com curso máximo de abertura de 20 mm (Figura 01).



**Figura 01:** Vista em corte do protótipo “FI 1300”, vista frontal e superior do sistema de dosagem do alimentador automático.

A bancada de ensaio com seis protótipos (Figura 02) instalados lado a lado, nivelados, fixados e controlados por dois circuitos integrados que acionados permitem a regulagem de vários acionamentos por hora e vários tempos de duração dos acionamentos (segundos). Os protótipos já utilizados em teste a nível de campo sofrerão adaptações que constituiu no preparo e readequações de algumas estruturas moveis do mesmo para facilitar a visualização do escoamento da ração.



**Figura 02:** Bancada de ensaio com os seis protótipos “FI 1300” alimentador automático

Para realizar o escoamento das rações, foram utilizados padrões de medidas de abertura (5mm, 10mm e 15mm) produzidos com polipropileno (PP), que propiciaram iguais aberturas durante as repetições do experimento.

Calibrado os alimentadores foram preenchidos com uma quantidade de ração de 500g da ração a ser analisada a vazão, em seguida realizado o escoamento da ração através do acionamento elétrico do motor do protótipo (figura 5A) e coletado a ração escoada naquele instante por um período e abertura pré-determinado (figura 5B). Realizada a coleta da ração e pesada com auxílio de uma balança de precisão, e tomada de volume das quantidades obtidas com uma proveta volumétrica, de acordo com o tempo de acionamento e abertura da saída de ração.

## 2.1 Caracterização dos produtos

Foram utilizados os seguintes produtos: ração farelada (ração A - RA) e a mesma ração farelada com inclusão de álcool etílico (ração B - RB). A ração comercial em pó usada, de acordo com o fabricante, apresentava 40% de Proteína Bruta, 10 % de Umidade, 3 % de Extrato Etéreo, 4 % de Matéria Fibrosa, 18 % de Matéria Mineral, 5 % de Cálcio e 1,5 % de Fósforo. Adicionou-se na ração álcool etílico (92,8°) na proporção de 200 ml por quilo de ração, para simular a inclusão do hormônio utilizado na cadeia produtiva.

As rações foram classificadas em um conjunto de peneiras de aberturas ASTM 1000  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$ , 425  $\mu\text{m}$ , 355  $\mu\text{m}$ , 212  $\mu\text{m}$  e 180  $\mu\text{m}$ , com utilização de agitador mecânico.

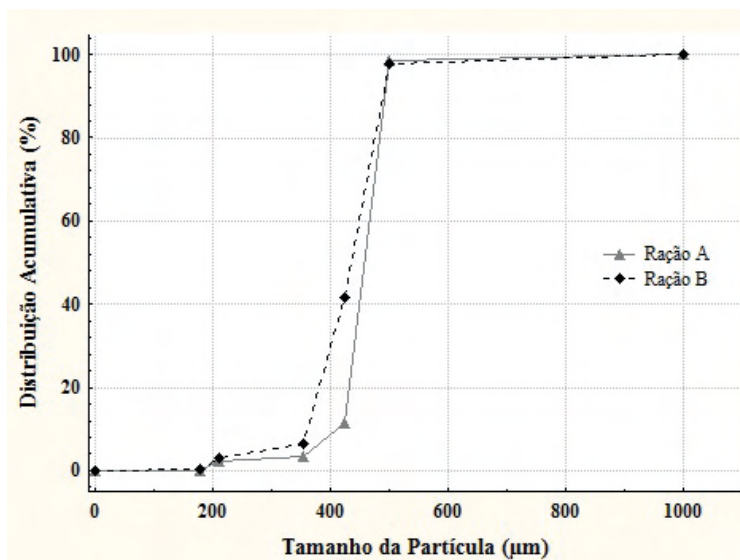
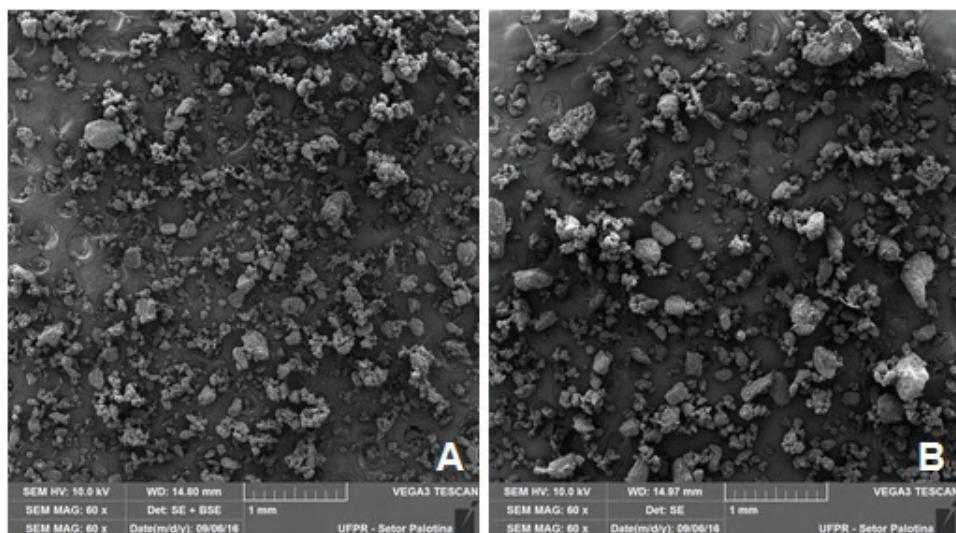


Figura 03: Distribuição acumulativa (%) das dimensões das rações A e B.



Para a caracterização das dimensões e formatos das partículas as rações foram secas em estufa para a retirada da umidade, posteriormente foi feito o uso de microscopia eletrônica de varredura MEV – VEGA3 TESCAN para avaliação das mesmas (Figura 04).



**Figura 04:** Variabilidade no formato dos constituintes da Ração A (A) e Ração B (B).

## 2.2 Delineamento

O delineamento experimental fatorial utilizando cinco tempos de dispense (2,4,6,8 e 10 segundos) e três aberturas (5, 10 e 15mm) com seis repetições em cada protótipo totalizando 540 amostras para cada ração (A e B).

Aplicou-se uma análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5% em relação ao tempo de dispense, abertura da boca, e interação entre essas variáveis. Aplicou-se na variável resposta (massa de ração) um protocolo de regressão do modelo de resposta de superfície do software Statistica © (Statsoft, 2005). Um gráfico 3D foi traçado para os efeitos significativos na superfície modelo de resposta.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características do produto quanto a granulometria (figura 03), forma e agregamento (figura 04) analisado anteriormente aos testes demonstram que a inclusão de álcool etílico modifica e prejudica o dispense da quantidade de ração pretendida com incremento do tempo de acionamento. Quando analisado o tempo de acionamento e abertura da boca de maneira geral das rações apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), no tempo quanto maior acionado a quantidade média de ração dispensada foi maior. Também para a abertura da boca quanto maior a abertura ocorreu uma quantidade de dispense de ração

maior. Resultados esperados analisados de maneira geral, que demonstra como há um aumento na descarga à medida que o tempo de funcionamento e abertura do protótipo aumento.

A quantidade de ração dispensada em função das aberturas utilizadas demonstra claramente um aumento nas quantidades, contudo, o que se observa é que quando se compara as aberturas de 10mm e 15mm não se obteve uma diferença relevante nas quantidades dispensadas, do que quando se compara as quantidades dispensadas nas aberturas de 5mm e 10mm, obteve-se uma quantidade quase seis vezes maior; e nas duas em questão o aumento não foi maior que 17%.

Quando analisado a tempo de acionamento e abertura da boca conjuntamente apresentaram interação significativa ( $p < 0,05$ ) e evidenciou-se os comportamentos diferenciados em função das aberturas. Visualiza-se que conforme há o aumento do tempo, a vazão de ração aumenta gradativamente na abertura de 5mm, porém o escoamento da ração não ocorre de maneira correta, apresentando falhas no escoamento (amostra nula) após o acionamento da ração B que tem inclusão de álcool etílico para simular o que ocorre na prática da produção. Tal fato pode ser explicado devido à formação do chamado fluxo de funil, que forma de uma espécie de canal de partículas em movimento em determinada zona limitada, enquanto que o restante da ração que deveria ser escoada permanece estática a partir de certo momento do funcionamento do motor. Segundo CALIL JÚNIOR (1990) o tipo de fluxo desenvolvido por um sólido está intimamente relacionado com as características geométricas do silo e pode caracterizar o descarregamento do produto, o tipo de segregação, a formação ou não de zonas de estagnação de movimento e se o silo pode ser esvaziado completamente.

Mas observando-se as descargas médias nas aberturas de 10mm e 15 mm nota-se que ambas tem comportamento semelhante; tendo a abertura de 10mm um escoamento mais contínuo ao longo do tempo para a ração A e limitações do escoamento para ração B a partir 10 segundos de acionamento, já quando temos a abertura de 10mm, isso demora um pouco mais permitindo algumas oscilações do escoamento, apresentando uma variação e descargas maiores em determinados tempo de acionamento superiores a abertura de 15mm.

A Figura 04 (B) demonstra a regressão em forma de superfície resposta onde fica claro que a inclusão de álcool etílico na ração B (RB) causa uma instabilidade no dispense de ração em função do aumento linear de tempo de acionamento. Para a ração A (RA) figura 04 (A) fica evidenciado que utilizando uma abertura de 10mm na boca do protótipo o dispense de ração acontece forma linear quando incrementa acionamento.

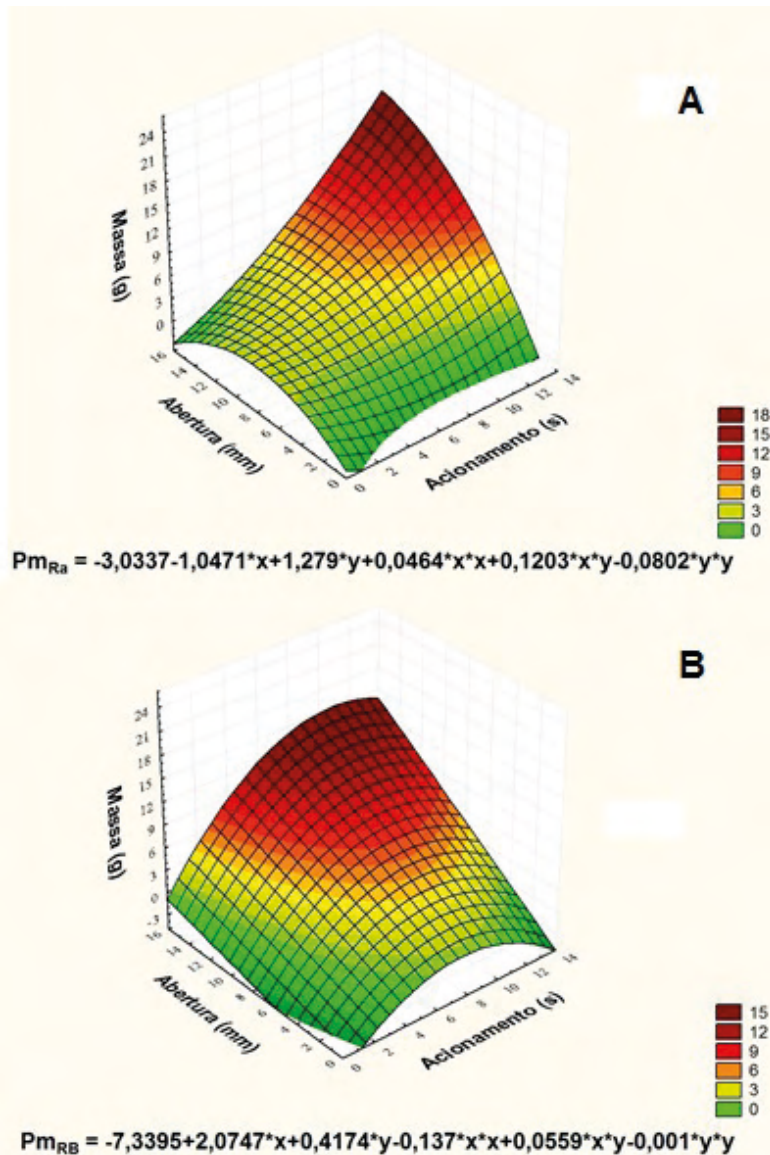


Figura 05: Gráfico superfície resposta 3D, equação de regressão para RA (A) e RB (B).

Segundo CALIL JUNIOR (1990), a forma como um produto escoar por gravidade em um silo é restringido por um lado, pelas próprias propriedades físicas do produto e, por outro, pela geometria e estrutura da superfície de contato, sendo assim quando os motores alternavam seu sentido de funcionamento, estes propiciavam uma movimentação da ração facilitando o escoamento por diminuir o atrito com a superfície no qual estavam alocados. Comumente este comportamento ocorre em formatos de silos de armazenamento com fundo em diagonal, no entanto no protótipo testado o fluxo de funil na RB pode ter sido

formado pela maior agregação da ração que aumenta o atrito e permite zonas de arcos coesivos. Sistema de dispense de produtos pulverulentos geralmente utilizam acessórios e componentes vibratórios para minimizar o efeito funil, arcos coesivos e permitir um escoamento constante.

Dentre os fatores que influenciam o fluxo de produtos sólidos em condição de armazenagem, destacam-se a dimensão das partículas, a temperatura, o teor de umidade do produto e o tempo de armazenagem (CALIL JÚNIOR, 1984) e as propriedades de fluxo são responsáveis por determinar o comportamento dos produtos armazenáveis em silos, tremonhas e transportadores (JULIANO et al. 2006).

Sistema de dispense de produtos pulverulentos geralmente utilizam acessórios e componentes vibratórios para minimizar o efeito funil, arcos coesivos e permitir um escoamento constante. Sistemas que não possuem tremonhas ajustáveis e motores vibratórios devem ser desenvolvidos para evitar tais eventos relacionados acima, ou instruir no manual de operação o uso adequado e capacidades de dispense de ração constantes.

Sistemas mais atualizados de gerenciamento do manejo alimentar que controlam os alimentadores automáticos para peixes são compostos por quadros automatizados com controladores lógicos programáveis (CLP) que atuam diretamente na quantidade de ração a ser arraçoadada pelos alimentadores. A forma mais utilizada e fácil de aumentar a quantidade de ração é aumentando o tempo de acionamento dos motores atrelados aos dosadores de ração.

O protótipo avaliado e desenvolvido com proposta funcional simples, baixo custo de produção, baixa manutenção já testado a nível de campo atendeu as expectativas proposta. No entanto com esse trabalho de laboratório evidenciase que a correta operação garantirá as quantidades pretendidas de ração.

## 4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que devido as peculiaridades das rações em pó frente ao dispense pelo protótipo a ração RB apresentou instabilidade no escoamento em função do incremento de tempo. Para as rações testadas recomenda o uso de abertura 10mm e acionamento máximo 6s para a RB (incorporado álcool etílico) ração similar as condições operacionais nos processos de reversão sexual de peixes, o que evidencia mais ainda para garantir um funcionamento adequado do arraçoadamento.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, L. M. ; NAKAMURA, M. ; SCARANO, A. C. ; AGOSTINHO, C. A. ; ARGENTIM, D. ; OLIVEIRA, L. C. ; KUNII, E. M. F. ; SOUSA, R. M. R. . **Uso de Alimentadores Automáticos em Piscicultura Comercial**. In: AquaCiência, 2008, Maringá. AquaCiência, 2008.

AGOSTINHO, C.A. et al. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. Brasil. PI10055363, 03 dez. 2010. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

CALIL JUNIOR, C. **Sobrepeçones em las paredes de los silos para almacenamiento de productos pulverulentos cohesivos**. Tese (Livre Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1984.

CALIL JUNIOR, C. **Recomendações de fluxo e de cargas para o projeto de silos verticais**. São Carlos: USP, 1990. 197p.

CASTRO, C. S. ; AGOSTINHO, C. A. ; ARGENTIM, D. ; ALEXANDRE, J. S. ; OLIVEIRA, L. C. ; SOUSA, R. M. R. ; PADILHA, P. M. . **Feed digestibility and productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency**. *Aquaculture (Amsterdam)*, v. 326, p. 123-128, 2012.

FITZPATRICK, J. J.; BARRINGER, S.A.; IQBAL, T. **Flow property measurement of food powders and sensitivity of Jenike's hopper design methodology to the measured values**. *Journal of Food Engineering, Elsevier Science*, n.61, p.399-405, 2004.

FREITAS, E. G. A. **Estudo teórico e experimental das pressões em silos cilíndricos de baixa relação altura/diâmetro e fundo plano**. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos 2001.

JULIANO, P.; MUHUNTHAN, B.; CÁNOVAS, G. V. **B. Flow and shear descriptors of preconsolidated food powders**. *Journal of Food Engineering*, v.72, n.2, p.157-166, 2006.

OLIVEIRA, L. C. **Altas Frequências de Arraçamento nas Fases Iniciais da Criação de Tilápias em Hapas**. Botucatu, SP. 2010. 64p. Tese (Doutorado em Zootecnia).

SOUSA, R. M. R.; AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, L. C.; ARGENTIM, D. ; CASTRO, C. S. KUNII, E.K. . **Desempenho produtivo de tilápia do Nilo em lotes revertidos ou não, alimentados em diferentes frequências**. In: 47ª REUNIÃO ANUAL D SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2010, Salvador.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Atualização de matriz de insumo-producto 117

Aquicultura 86, 87, 88, 96, 97, 98, 105

Armazenagem de Materiais 162

Assignment 5, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70

Automação 86, 88, 96, 97, 98, 106, 150

Automóveis 39, 40, 44, 45, 46, 48

### C

Cartas de controle 96, 99, 101, 102, 103, 104, 106

CO<sub>2</sub> 4, 20, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 49, 50, 51

Concentrador de canal parabólico 53, 55

CTE 71, 72, 74, 80, 83, 84, 85

Cuello de botella 107, 109, 112

### D

Doenças epidemiológicas 27, 33, 36, 37

Dosador 5, 86, 96, 98, 99, 104, 105

### E

Emissões 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 178

Endereçamento Logístico 162, 166, 167, 172, 173, 175, 176

Energía Solar 53, 54, 55

### F

Ferramentas da Qualidade 13, 14, 15, 17, 25, 26

Flujo de calor perdido 53, 58, 59, 60

### G

Gestão de Estoques 6, 162, 165, 176

Gestão Financeira 3, 4, 1, 2, 3, 4, 10, 11

Grupo de Melhoria de Resultados 13, 20

### I

Impressão 3D 6, 138, 139, 140, 141, 142, 145

Innovation Cells 152

## **L**

Limitaciones 107, 108, 112, 116, 125, 126

Logística 31, 36, 162, 165, 176

## **M**

Manufatura aditiva 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 147, 148, 150

Mapeamento de Estoques 6, 162, 163, 170, 175

Meio ambiente 2, 15, 27, 29, 30, 32, 34, 36

Método RAS básico 127

Metrôs 4, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Mezcla de productos 107, 110, 112, 113, 115

Modelo de insumo-producto 117

Movie 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

## **O**

Ônibus 39, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 178

Optimization 63, 64, 69, 72

Organizações Sem Fins Lucrativos 1, 2, 4, 11

## **P**

PDCA 13, 14, 17, 20, 24, 25, 26

Pneus 4, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38

Precision 6, 75, 97, 152, 153, 157, 158

Produção de molde para injeção de termoplásticos 138

## **R**

Reciclabilidade 27

Recursos con capacidad restringida 107, 112, 115

Replaceable System 152

## **S**

Saúde pública 27, 30

Self-Study 71, 72

Serum perfusion 6, 152

Software 71, 72, 73, 74, 75, 91, 96, 97, 99, 162, 163

Steal Structures 72

## T

Teaching 5, 71, 72, 73, 84, 85

Teoría de restricciones 5, 107, 108, 109, 112

Terceiro Setor 4, 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12



# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2



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

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2



- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)