

DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE MÁQUINA PARA ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DE PEQUENOS ANIMAIS

ELTON HERBERTO DESSBESELL¹, ANTONIO CARLOS VALDIERO², OLAVO LUIZ KLEVESTON³, LUIZ ANTONIO RASIA⁴

¹ Eng. Mecânico, DCEEng/UNIJUI Campus Panambi, (55) 96933-8125, eltonhd1@hotmail.com

² Dr. Eng. Mec., bolsista Produtividade CNPq, DCEEng/UNIJUI Campus Panambi, (55) 3375-4466, valdiero@unijui.edu.br

³ Esp. Eng. Segurança do Trabalho, DCEEng/UNIJUI Campus Panambi, (55) 3375-4466, olavo.kleveston@unijui.edu.br

⁴ Dr. Eng. Ele., DCEEng/UNIJUI Campus Panambi, (55) 3375-4466, rasia@unijui.edu.br

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Esta proposta de projeto trata da necessidade de uma máquina para alimentação automática de pequenos animais, tais como cães e gatos, que resolva o problema de famílias que necessitam de viajar por períodos de até 10 dias e não dispõem de empregados para realizarem esta tarefa. A máquina projetada é de baixo custo, portátil, segura e de simples operação. Para elaborar o projeto conceitual foram utilizadas ferramentas de projeto, tais como: quadro de identificação do problema, casa da qualidade (QFD), técnica de análise funcional de sistemas (FAST), busca por princípios de solução, matriz morfológica, síntese de concepções e escolha da melhor concepção. Definido o projeto conceitual partiu-se para a execução do projeto detalhado e construção do protótipo com o sistema de automação e controle, com testes da parte mecânica de dosagem e teste do processo de alimentação de animais, visando atender os atributos requeridos pelo consumidor. Os resultados obtidos nos testes realizados com o protótipo da máquina de alimentação automática serviram como referência para programação do microcontrolador do sistema de automação da máquina. Como conclusões, tem-se que a automação de baixo custo pode contribuir para incorporação de inteligência no projeto de máquinas e equipamentos por meio de uma metodologia de projeto integrada na pesquisa e no desenvolvimento de soluções automatizadas.

PALAVRAS-CHAVE: Máquina para Alimentação, Animais de Estimação, Mecanismo Automático.

DEVELOPMENT AND CONSTRUCTION OF AUTOMATIC FEEDING MACHINE FOR SMALL ANIMAL

ABSTRACT: This project proposal addresses the need for a machine: automatic feeding of small animals, such as dogs and cats, which solves the problem of families who need to travel for periods of up to 10 days and have no employees to perform this task. The machine is designed for low cost, portable, safe and simple operation. To develop the conceptual design were used project tools such as: problem identification frame house of quality (QFD), technical analysis of functional systems (FAST), search for principles of solution, morphological matrix, synthesis of concepts and choosing the best design. Defined conceptual design broke for the execution of detailed design and construction of the prototype system with automation and control, testing of the mechanical metering and testing process animal feed, to meet the attributes required by the consumer. The results obtained in the tests with the prototype of the automatic feeding machine served as reference for microcontroller programming of the automation system of the machine.

KEYWORDS: Feeding Machine, Pets, Automatic mechanism.

INTRODUÇÃO

A quantidade de famílias de classe média baixa tem aumentado no país e principalmente nas metrópoles e são o público alvo que mais necessitam de uma alternativa mecanizada para o trato alimentar de seus animais domésticos principalmente durante as viagens de fins de semana e férias. Este público em sua maioria não possui um empregado doméstico ou uma pessoa com disponibilidade para cuidar de seus animais em períodos de ausência. A alternativa de alimentação automática também é importante para famílias com pouco tempo disponível que passam o dia fora de casa em atividades de estudo e trabalho. Com a alimentação automática, poderá ser controlada a quantidade de ração oferecida ao animal e assim ter um controle mais amplo sobre seu desenvolvimento e ganho ou perda de peso.

Animais de estimação, especialmente cães e gatos, estão se tornando cada vez mais presentes nas famílias brasileiras e do mundo todo. O tratamento de um animal de estimação é um processo que demanda tempo e atenção de seus donos, que muitas vezes não podem estar presentes, como em ocasiões de viagem ou mesmo durante uma longa semana de trabalho. A disposição da ração e da água, especialmente dos animais criados em áreas livres, também requer cuidados especiais, como proteção contra intempéries e contra o alcance de insetos e outros animais. Com o aumento dos animais também aumenta a variedade de produtos e serviços oferecidos para atender esse nicho de mercado. As lojas de produtos agropecuários, que mantinham numa única prateleira rações para cães, deram espaço a modernas e grandiosas lojas, os chamados “pet shop”, verdadeiros shoppings caninos e felinos com diversos tipos de rações, brinquedos e acessórios. Isso só reforça a potencialidade econômica do setor (ZANNI, 2011; NOGUEIRA JUNIOR e NOGUEIRA, 2009).

Foi-se o tempo em que os animais domésticos, como cães e gatos, comiam os restos dos alimentos de seus donos. O desenvolvimento da indústria de alimentos, ainda na década de 70, nos Estados Unidos e na Europa, provocou mudanças nos hábitos alimentares dos humanos e, conseqüentemente, dos animais. As modificações no estilo de vida da população residente, principalmente, nos grandes centros urbanos, foram responsáveis pelas alterações nos padrões alimentares e no modo de comer. Em busca da praticidade, as famílias deixaram de realizar suas refeições em casa e passaram a fazê-las de forma rápida e geralmente na rua. Se, por um lado, as famílias estão ingerindo comidas prontas, não existem mais sobras para alimentar os animais de estimação, como era feito antes. Diante desta realidade, a indústria de fabricação de alimentos para animais também tem dado sua contribuição no que se refere à praticidade (PHILLIPS-DONALDSON, 2009).

A nutrição animal é uma área em amplo desenvolvimento. Hoje existem vários tipos de rações, como as secas ou as úmidas, para as mais diversas situações e condições. Rações light, diet, e também aquelas para animais com dificuldades absorptivas ou para animais obesos. A variedade de tipos leva o proprietário às mais diversas escolhas (ALBANO, 2009).

É necessário levar em consideração que cada animal possui um metabolismo diferente, necessidades proteicas e nutricionais das mais variadas. Portanto, há a necessidade de escolher uma alimentação adequada a cada bicho de estimação (ALBANO, 2009). Não só a escolha do tipo de ração é importante como também a quantidade que será disponibilizada ao animal. Uma forma de estabelecer a quantidade de ração é seguir a descrição nas embalagens. Esta indicação segue a regulamentação do Ministério da Agricultura, que se utiliza de fórmulas pré-estabelecidas para determinar a necessidade diária dos animais de acordo com o peso (MOGIANA ALIMENTOS, 2009).

O objetivo deste trabalho é desenvolver o protótipo de uma máquina alimentadora automática para animais de estimação, com baixo custo, portátil, segura, de simples operação e de boa estética. A seção seguinte descreve a metodologia utilizada neste projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I), onde a integração e sinergia de conhecimentos tanto da área de alimentação animal como das diversas áreas da engenharia (mecânica, materiais, eletrônica, entre outras) é

determinante do sucesso. Os resultados obtidos são apresentados logo em seguida. Por fim, têm-se as conclusões e as perspectivas futuras da pesquisa aplicada.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da máquina automática para alimentação de pequenos animais domésticos, utilizou-se de metodologias de projeto de produtos industriais, conforme proposto na literatura científica da área (BACK et. al, 2008; BRALLA, 1999; VALDIERO, 1997; CSILLAG, 1991). A metodologia adotada para execução do projeto compõe-se das etapas de Análise das Necessidades, Projeto Conceitual, Projeto Preliminar, Projeto Detalhado, Construção do Protótipo, Testes e Modificações, com o feedback da satisfação do clientes para todas as etapas anteriores. A FIGURA 1 apresenta as principais etapas da metodologia de projeto de P&D com enfoque nos recursos utilizados.

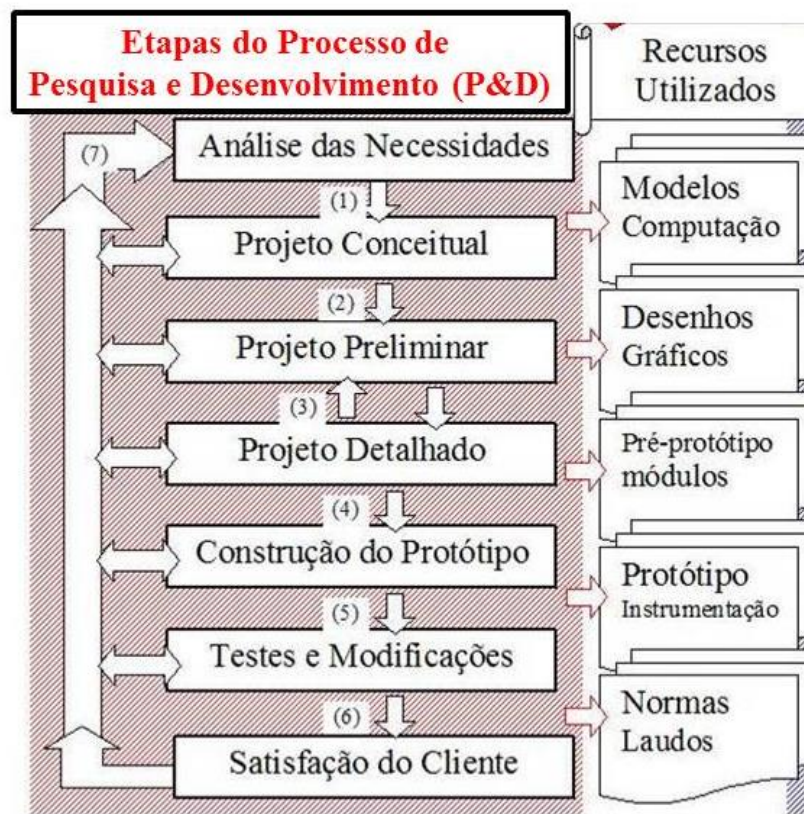


FIGURA 1. Processo de desenvolvimento de produto: etapas da metodologia de projeto utilizada para o desenvolvimento e construção da máquina para alimentação automática de pequenos animais.

Para o desenvolvimento da máquina utilizou-se a infraestrutura laboratorial (equipamentos, softwares e instrumentação) num espaço físico dos chamados Núcleo de Inovação e Mecanização da Agricultura Familiar (NIMAF) e Núcleo de Inovação em Máquinas Automáticas e Servo Sistemas (NIMASS) da UNIJUÍ Câmpus Panambi (Câmpus Temático Metal Mecânica) e de apoio de empresas do Arranjo Local Produtivo Metal-Mecânica de cidade pólo em Panambi/RS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a etapa de Análise das Necessidades utilizou-se de uma técnica chamada de Casa da Qualidade pode ser definida como uma ferramenta que sistematiza os desejos dos clientes por meio

de expressões linguísticas, para identificar explicitamente os requisitos do consumidor, relacionando-os com as características de engenharia, além da análise de soluções de compromisso e o *benchmarking* com relação aos produtos concorrentes, conforme mostrado na FIGURA 2.

ATRIBUTOS DO CONSUMIDOR (CA's)	CARACTERÍSTICAS DE ENGENHARIA (EC's)											Grau de importância	Peso Relativo	BENCHMARK			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			concorrente A	concorrente B	concorrente C	
É barato	1	1	9	9	9	9	3	9	3	1	10	12,2	9	7	6		
É fácil de operar	2	9	3	3	3	9	1	9	3	3	9	11,0	9	9	7		
É durável	3		3	9	3	3		9	9		9	11,0	6	8	7		
Tem opções de regulagem	4		9	1		3	9	1	3	9	8	9,8	5	9	9		
É compacto	5	9	9		3			9		3	7	8,5	7	9	10		
É bonito	6		3	1	1		1		3		8	9,8	4	8	10		
É fácil de transportar	7	9	3	1	9		1		3		6	7,3	8	9	9		
Pouco ruído	8			1	3			9	3	9	8	9,8	6	7	8		
Fácil manutenção	9	1	9	3		3		9		1	9	11,0	8	8	6		
Capacidade adequada	10	9	9		9	3	9		3	3	8	9,8	9	9	7		
PESO DE IMPORTÂNCIA		352	578	311	361	201	467	145	523	335	223	246	82	100,0	71,0	83,0	79,0
IMPORTÂNCIA RELATIVA (%)		9,4	15,4	8,3	9,6	5,4	12,5	3,9	14,0	9,0	6,0	6,6					
UNIDADES DE MEDIDA		m ²	R\$	anos	kg	kWh	g	dB	%	W	kg	dias					
VALORES DE META		1	3000	5	80	50	50-300	50	100	500	20	30					

FIGURA 2. Casa da Qualidade para o problema da máquina para alimentação automática de pequenos animais.

Na etapa de Projeto Conceitual destaca-se o chamado diagrama FAST (CSILLAG, 1991) da Técnica de Análise Funcional de Sistemas, que permite conceber a máquina na forma de módulos funcionais. Ou seja, O projeto conceitual é a parte do processo onde as técnicas de criatividade, a elaboração de estruturas de funções, a procura por princípios de solução, suas combinações na síntese de concepções e as técnicas de avaliação são aplicadas para se chegar a uma solução conceitual viável. A FIGURA 3 ilustra o diagrama FAST da máquina automática para alimentação de animais domésticos.

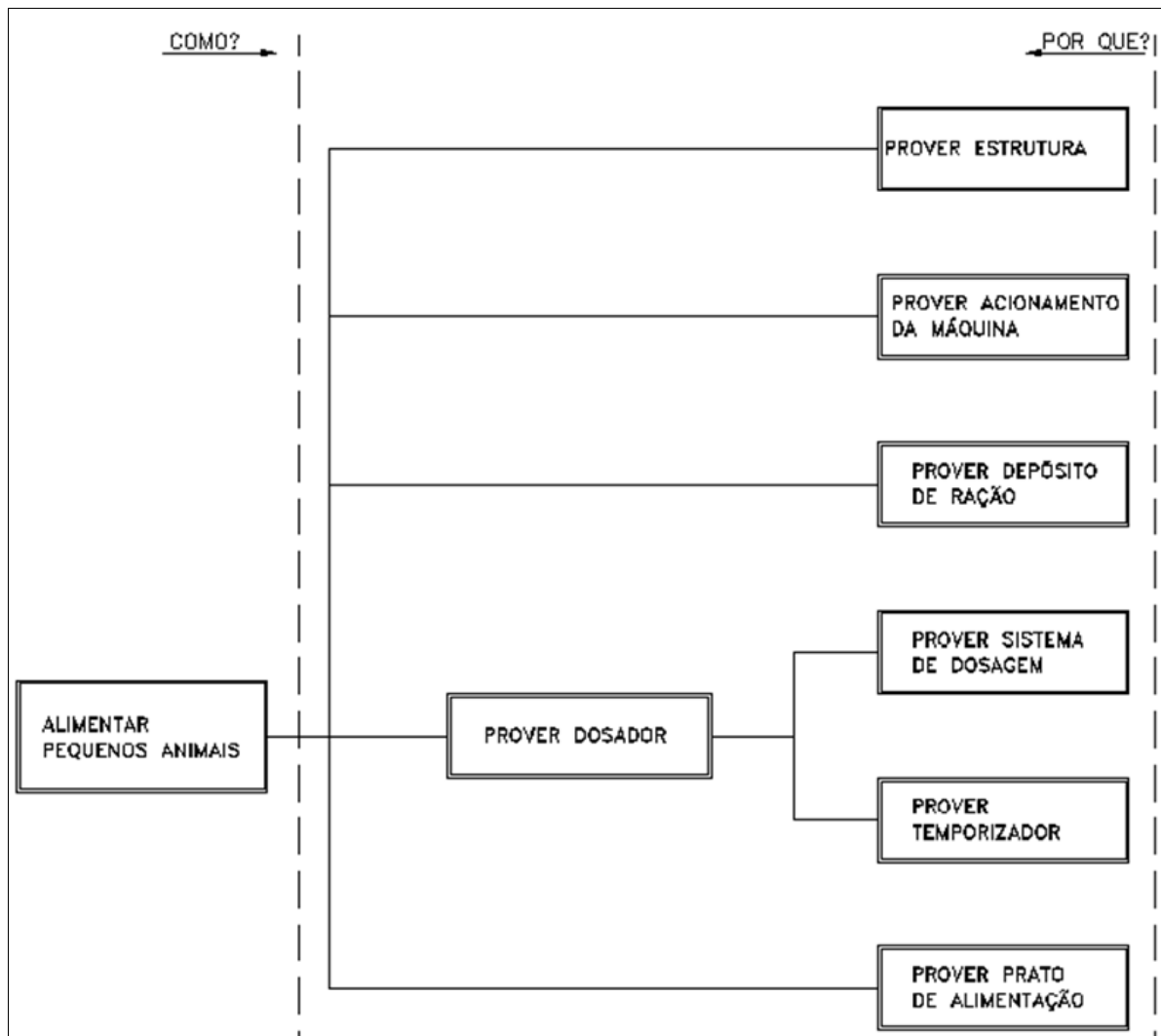


FIGURA 3. Diagrama FAST da estrutura de funções da máquina para alimentação automática de pequenos animais.

A partir do diagrama FAST (FIGURA 3) foram geradas diversas concepções para a máquina (DESSBESELL, 2013), as quais foram avaliadas segundo os critérios ponderados a partir dos pesos de importância dos desejos do cliente obtidos da Casa da Qualidade (FIGURA 2) e escolhida a concepção mais adequada.

Então, na sequência realizou-se os cálculos de dimensionamento da capacidade da máquina (Projeto Preliminar) e o Projeto Detalhado por meio de desenhos de conjunto e detalhamento para construção. A FIGURA 4 mostra uma vista em perspectiva do Projeto Detalhado elaborado na forma de uma maquete eletrônica em software de CAD (Computer Aided Design – Projeto Auxiliado por Computador). A FIGURA 5 mostra uma vista explodida com a indicação numérica dos principais componentes da máquina. A ração animal é armazenada num depósito (04) e dosada por meio do giro de um helicóide (02) e direcionada através do tubo condutor (03) para o recipiente do animal que pode ser posicionado logo abaixo. Um motoredutor (09) aciona o eixo do helicóide (01) a partir de sinais programados e enviados a partir do sistema de controle da máquina.

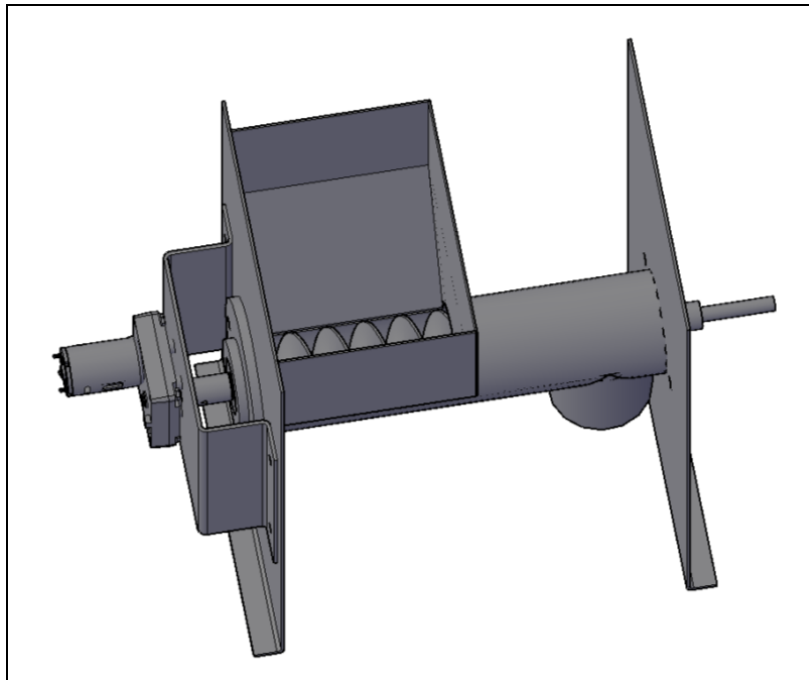


FIGURA 4. Vista em perspectiva do Projeto Detalhado da máquina para alimentação automática de pequenos animais.

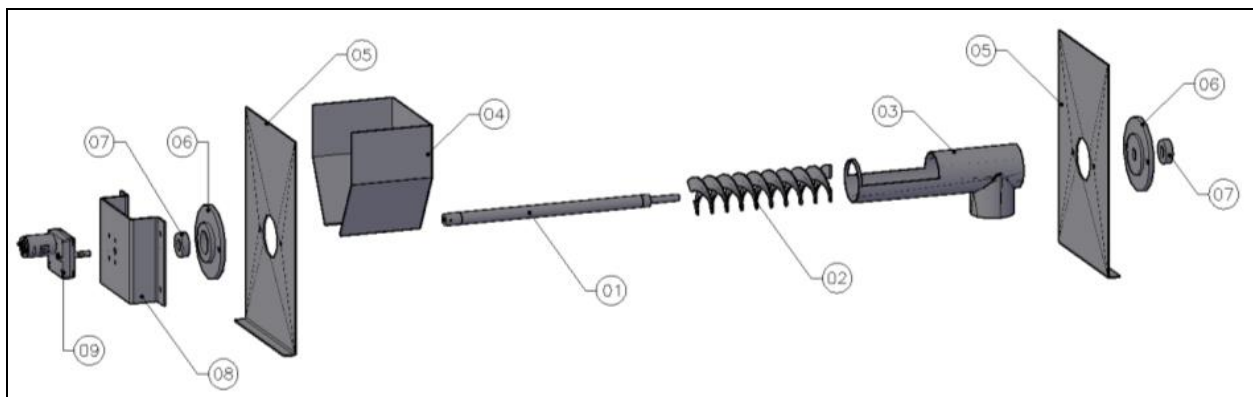


FIGURA 5. Vista explodida do Projeto Detalhado da máquina para alimentação automática de pequenos animais com a indicação dos principais componentes.

Com base no Projeto Detalhado, inicia-se a construção dos módulos do protótipo. O conjunto de dosagem é montado por meio de soldas e parafusos no caso dos componentes desmontáveis, tais como mancais e eixo com helicóide. O helicóide possui diâmetro externo de 65 mm, diâmetro interno (eixo) de 20 mm e passo de 55 mm, montado sobre o eixo por meio de solda com passo duplo, ou seja, resultando num helicóide com passo final de 27,50 mm o que aumenta consideravelmente a precisão de dosagem. A capacidade calculada é $Q = 0,22148 \text{ m}^3/\text{h}$ para dosador com enchimento de 100 %, ou seja, sem perdas. Considerando que o peso específico da ração é de 0,4 g/ml (01 copo de 300 ml = 120 g), conforme tabela da figura 5, fabricante de rações marca Pedigree e, que necessitamos da capacidade em gramas por cada volta dada pelo helicóide do dosador, convertemos os valores e encontramos a capacidade de dosagem de 38,85 g/volta, ou seja, valor para cada volta completada pelo helicóide do dosador. O depósito do sistema tem a função de reter a volume de ração previamente definido para alimentação dos animais num determinado período de tempo. O depósito está acoplado ao mecanismo de dosagem. O alimento (ração) animal é retirado pelo mecanismo de dosagem que está imerso de produto dentro do depósito. O depósito da máquina desenvolvida tem capacidade de 4,66 litros ($4,66 \text{ dm}^3$) considerando enchimento “linha d’água”,

abastecido com ração peletizada para cães com peso específico de 0,40 g/ml (fabricante de rações marca Pedigree, 2013), a capacidade do reservatório é de 1860 g de alimento (ração).

O acionamento é responsável pela aplicação da força ou torque necessário para movimentação adequada do mecanismo, é feito por um motoredutor acoplado diretamente ao eixo do helicóide com fixação por meio de suporte metálico, controlado com placa eletrônica previamente programada para a solicitação requerida. O motoredutor selecionado é marca Motron conforme disponibilidade de rotação de serviço adotada no projeto, selecionado motoredutor modelo MR 710-42, conforme catálogo do fabricante. A potência requerida é $P = 9,05576 \times 10^{-6}$ cv, considerando que necessitamos a potência em W (Watt), convertemos os valores e encontramos a potência $P = 6,65865 \times 10^{-3}$ W. O torque calculado é $T = 1,67342 \times 10^{-3}$ N.m, considerando que necessitamos do torque em kg/cm, convertemos os valores e encontramos a torque $T = 0,01707$ kg/cm. Considerando que o motoredutor aplicado no projeto entrega potência de 5 W e torque de 13 kg/cm, podemos concluir que o acionamento está atendendo a necessidade do projeto.

O sistema de controle tem a função de fazer uma variável alcançar um valor desejável, chamado de valor de referência, de forma adequada e segura, no presente caso é a função de realizar a dosagem desejada no instante previamente programado. Uma placa eletrônica controla um motor de corrente contínua de 12 V, consistindo em acionar o motor por um determinado período e mantê-lo desligado por um período maior e repetir este comando na sequência pré-definida. O microcontrolador utilizado é o modelo PIC 16F84 que pertence a uma classe de microcontroladores de 8 bits, com uma arquitetura RISC. Possui uma memória de programa (FLASH) para armazenar o programa que se escreveu, a qual pode ser limpa mais que uma vez, tornando-se adequada para o desenvolvimento de dispositivos. O microcontrolador PIC16F84, tem um total de 18 pinos, é mais frequentemente encontrado num tipo de encapsulamento DIP18, mas, também pode ser encontrado numa cápsula SMD de menores dimensões que a DIP. DIP é uma abreviatura para Dual In Package (Empacotamento em duas linhas). SMD é uma abreviatura para Surface Mount Devices (Dispositivos de Montagem em Superfície), o que sugere que os pinos não precisam passar pelos orifícios da placa em que são inseridos, quando se solda este tipo de componente. A FIGURA 6 mostra o protótipo do sistema de controle e o acionamento elétrico utilizado na máquina para alimentação automática de pequenos animais

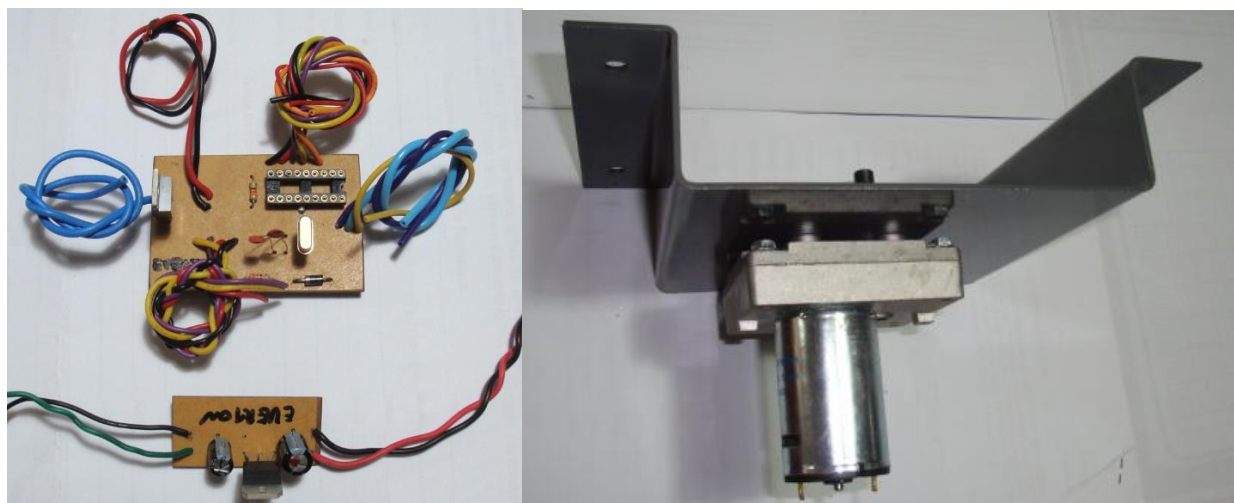


FIGURA 6. Protótipo da placa eletrônica do sistema de controle e o motor elétrico de corrente contínua da máquina para alimentação automática de pequenos animais.

Por fim, tem-se o protótipo com seus módulos montados, ilustrado na Figura 7.

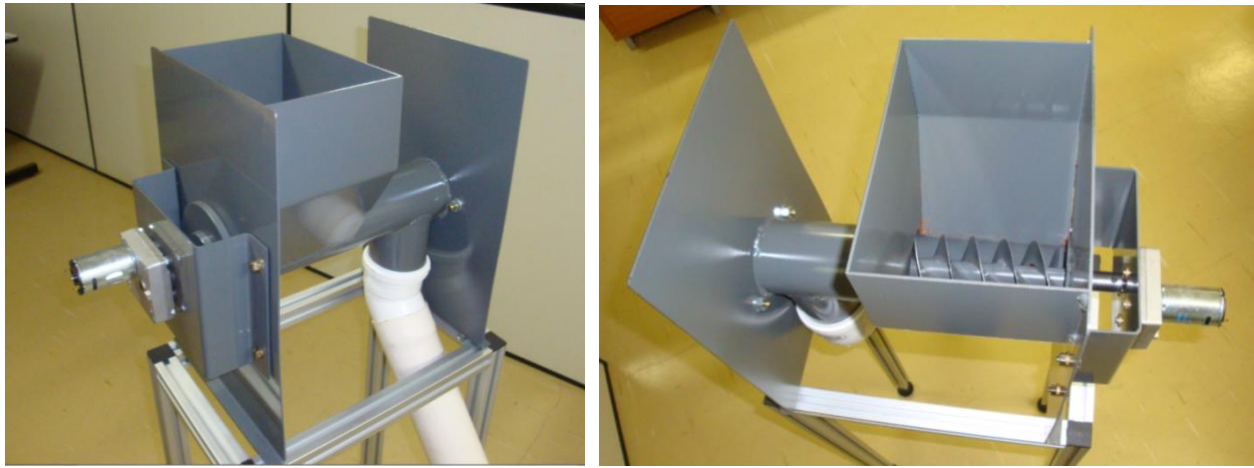


FIGURA 7. Protótipo da máquina para alimentação automática de pequenos animais.

Após finalização do projeto detalhado com cálculos e dimensionamentos e, construção do protótipo, partiu-se para testes da máquina, onde foram realizadas as medições das capacidades da máquina, ou seja, verificação experimental para validação dos cálculos desenvolvidos. Na Figura 8, tem-se a bancada de testes montada para o processo de medição. Compõem esta bancada, a própria máquina, um cavalete de apoio, tubulação de PVC, balança e recipiente para acúmulo da ração.



FIGURA 8. Testes do protótipo da máquina para alimentação automática de pequenos animais.

O processo de medição foi realizado no Núcleo de Inovação em Máquinas Automáticas e Servo Sistemas (NIMASS), onde no teste ocorreram 40 pesagens, iniciando em 0,5 voltas até 20 voltas no eixo do dosador de forma que o produto acumulava no recipiente sobre a balança. Este experimento foi repetido 4 vezes, totalizando 160 pesagens no total. A partir de uma média dos 4 experimentos, gerou-se um gráfico com a média da vazão acumulada e, conseqüentemente, obteve-se uma linha de tendência, conforme ilustrado na FIGURA 9. Esta linha de tendência servirá como referência para ajustar o sistema de automação e controle do acionamento do dosador e programar o microcontrolador de forma mais adequada.

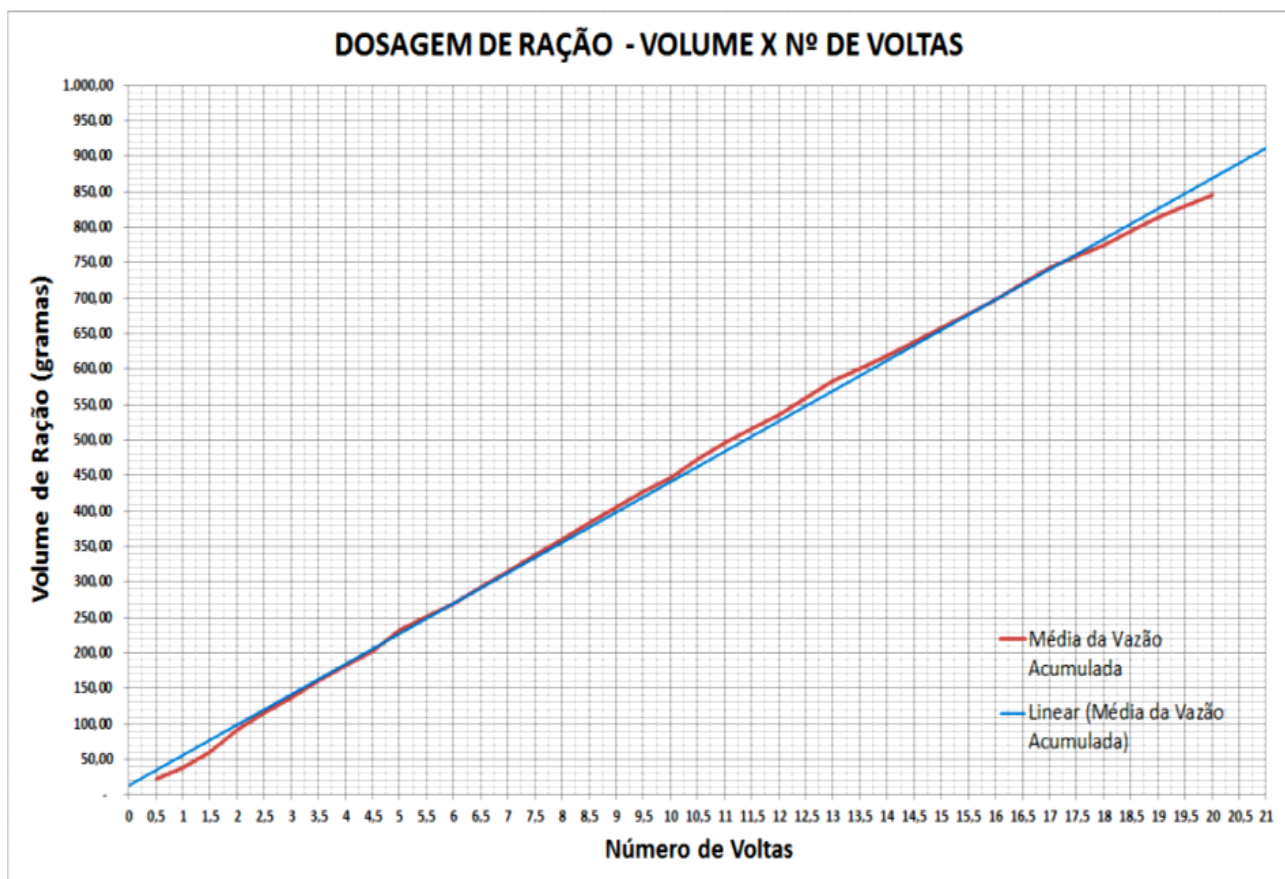


FIGURA 9. Gráfico da capacidade de dosagem em função do giro do helicoide da máquina para alimentação automática de pequenos animais.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou o desenvolvimento e a construção de um protótipo de máquina para alimentação automática de pequenos animais, para auxílio na alimentação de animais domésticos. Como foi visto no presente trabalho os animais de estimação também possuem seus horários e quantidades de alimentos regrados para refeições. A principal vantagem que se vislumbra nesta máquina em relação aos alimentadores existentes no mercado é o fato de que o mesmo não ser limitado a liberar comida apenas de tempos em tempos. Este alimentador pode proporcionar a liberdade ao usuário de escolher a quantidade de refeições e os respectivos horários de liberação de alimento. Os resultados obtidos nos testes de medição realizados com o protótipo da máquina de alimentação automática servirão como referência para programação do microcontrolador do sistema de automação da máquina. Pretende-se assim contribuir para a automação de baixo custo em

máquinas e equipamentos por meio de uma metodologia de projeto integrada na pesquisa e no desenvolvimento de soluções automatizadas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil. Os autores são agradecidos também à Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela infraestrutura do Núcleo de Inovação e Mecanização da Agricultura Familiar (NIMAF) e do Núcleo de Inovação em Máquinas Automáticas e Servo Sistemas (NIMASS), implantados inicialmente com recursos provenientes da FAPERGS e complementados pelo SEBRAE e pelo FINEP/SEBRAE/MCT, num convênio de interação Universidade-Empresas do Arranjo Produtivo Local Metal-Mecânica.

REFERÊNCIAS

- ALBANO, L. L. M. *Saúde animal: aspectos importantes da nutrição canina*. São Carlos, [2007]. Disponível em: <http://www.saudeanimal.com.br>>. Acesso em: 25 nov. 2011.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. da. *Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem*. Barueri: Manole, 2008. 601 p.
- BRALLA, J. G. *Handbook of product design for manufacturing*. 2. ed. New York: McGraw Hill, 1999.
- CSILLAG, J.M. *Análise do Valor*. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1991.
- DESSBESELL, E. H. *Desenvolvimento e construção de máquina para alimentação automática de pequenos animais*. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica). UNIJUÍ: Panambi, 2013.
- MOGIANA ALIMENTOS. *Dicas para o dia-a-dia com seu pet*. Disponível em: <<http://www.guabi.com.br/pet/caes/dicas.asp>>. Acesso em: 21 nov. 2011.
- NOGUEIRA JUNIOR, S.; NOGUEIRA, E. A. e. *Alimentos para animais de estimação resistem à crise econômica*. SP: IEA. Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, v. 4, n. 11, nov. 2009.
- PHILLIPS-DONALDSON, D. *Rising petfood powers*. Petfood Industry, Illinois: Watt Publishing, p.22-29, May 2009.
- VALDIERO, A. C.. *Inovação e desenvolvimento do projeto de produtos industriais*. Ijuí: UNIJUÍ, 1997. Programa de incentivo à produção docente: Coleção Cadernos Unijuí - Série Tecnologia Mecânica n. 2.
- ZANNI, A. Indústria de ração cresceu mais de 5 % em 2010. Boletim Informativo do Setor de Alimentação Animal, São Paulo, mar. 2011.