



**Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Educação a Distância da UFSM – EAD  
Universidade Aberta do Brasil – UAB**

**Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos  
Processos Produtivos**

**Polo: PANAMBI**

**MÁQUINA PARA ALIMENTAÇÃO DE PEQUENOS ANIMAIS**

DESSBESELL, Elton Herberto<sup>1</sup>

GOMES, Natanael Rodrigues<sup>2</sup>

**RESUMO**

O presente trabalho visa desenvolver uma máquina de alimentação para animais de estimação, com baixo consumo de energia e utilização energia solar fotovoltaica como fonte de energia renovável. Será realizado o dimensionamento de um sistema de captação da energia solar fotovoltaica e acúmulo desta energia nos períodos mais favoráveis com o objetivo de propiciar uma autonomia para o sistema nos períodos desfavoráveis para captação da energia solar, com análise de viabilidade de investimento. Além disso, o desenvolvimento deste trabalho também busca aplicar os conceitos e técnicas adquiridas no curso de Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos.

**Palavras-chave:** Máquina, alimentação animais, eficiência energética, energia solar fotovoltaica, análise de viabilidade.

---

<sup>1</sup> Engenharia Mecânica. Universidade UNIJUÍ, Ijuí, RS

<sup>2</sup> Engenharia Elétrica. Professor Orientador. Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS

**ABSTRACT:**

The present work aims to develop a feeding machine for pets, with low power consumption and use solar photovoltaic energy as a source of renewable energy. Designing a collection system of photovoltaic solar energy and accumulation of this energy in good times in order to provide power for the system in bad times to capture solar energy, with investment feasibility analysis will be performed. In addition, the development of this work also seeks to apply the concepts and techniques learned in the course of specialization in Applied Energy Efficiency to Production Processes.

**Keywords:** Machine, animal feed, energy efficiency, solar photovoltaics, viability analysis.

## 1 INTRODUÇÃO

Animais de estimação, especialmente cães e gatos, estão muito 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. Uma dieta apropriada é fundamental para a saúde e bem estar dos animais. A refeição é uma experiência que ajuda a reforçar a ligação especial entre o humano e o animal. Como seus proprietários, cães precisam de uma dieta balanceada, contendo a quantidade certa de proteínas gorduras, carboidratos, treze vitaminas, e vinte minerais, para garantir que fiquem em boas condições. Estes nutrientes devem estar presentes não só nas quantias corretas, mas também nas proporções corretas para providenciar uma dieta balanceada.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Animais de estimação**

O aumento do número de famílias brasileiras morando em apartamentos colaborou para que os animais de estimação de hoje em dia tenham se aproximado mais dos proprietários, literalmente, devido à redução do espaço físico. E a maioria deixou o pátio para frequentar o sofá da residência. Isso está diretamente ligado ao fato de que a cada ano cresce o número de brasileiros que moram sozinhos, enquanto se proliferam casais sem filhos, ou que optaram por ter apenas uma criança, abrindo espaço para que o vínculo afetivo entre os proprietários e seus animais de estimação se amplie na mesma proporção.

O Brasil é o segundo país do mundo com maior população de cães e gatos perdendo somente para os Estados Unidos. A relação é de um cão para cada seis habitantes e um gato para cada 10 habitantes. Dados do IBGE apontam que nos últimos quatro anos houve um aumento de 17,6% no número de cães e gatos no Brasil. Segundo estimativas do IBOPE, cerca de 60 % dos domicílios têm algum animal de estimação, sendo que em 44 % deles há pelo menos um cachorro e em 16 % pelo menos um gato.

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 shops, verdadeiros shoppings caninos e felinos com diversos tipos de rações, brinquedos e acessórios. Isso só reforça a potencialidade econômica do setor.

A indústria nacional fatura R\$ 15,2 bilhões e já representa 0,31% do PIB nacional. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (Abinpet), em 2013 o setor faturou R\$ 15,2 bilhões, um aumento de 7,3% frente aos R\$ 14,2 bilhões de 2012. Em um comparativo com outros segmentos, o mercado pet representa 0,31% do PIB nacional, à frente dos setores de geladeiras e freezers, componentes eletroeletrônicos e produtos de beleza.

Globalmente, essa indústria fechou o ano passado com U\$ 102 bilhões, U\$ 7 bilhões a mais do que em 2012. O Brasil continua sendo o segundo maior

mercado do mundo, com 8% do faturamento, atrás dos Estados Unidos (30%). Na mesma posição está o Japão (8%), e depois Reino Unido (7%), França (6%) e Alemanha (6%). O maior segmento ainda é o de alimentação, que representa 65,7% do setor. No entanto, o segmento de serviços cresceu mais de 26% de 2012 para 2013, e hoje tem 19% desse mercado. Os equipamentos, acessórios e produtos para higiene representam 8,1% da receita e, o de medicamentos veterinários), 7,2%.

O número de animais de estimação se mantém. Atualmente no Brasil existem aproximadamente 37,1 milhões de cães e 21,3 milhões de gatos, como podemos ver na figura 1. Além deles, há 26,5 milhões de peixes e 19,1 milhões de aves. Outros animais somam 2,17 milhões, totalizando 106,2 milhões de pets em escala nacional. O Brasil é a 4ª maior nação do mundo em população total de animais de estimação e a 2ª em cães e gatos.



Figura 1 – Distribuição de animais de estimação no Brasil.

Fonte: Abinpet

## 2.2 Evolução dos produtos e serviços

O animal de estimação preferido dos brasileiros continua sendo o cão, mas os gatos também têm espaço cativo, seguidos por peixes, roedores, aves, tartarugas e alguns animais exóticos. Dados do Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (Sindirações) indicam que as fabricantes do setor fecharam o ano com produção em torno de 62 milhões de toneladas de ração e de 2 milhões de toneladas de sal mineral, além de movimento de R\$ 47 bilhões para aquisição de insumos nacionais e importados.

Junto de México e Rússia, o país é um dos principais mercados emergentes do setor pet. A indústria brasileira de produtos e serviços para animais de estimação está cada vez mais em evidência. Para a companhia de pesquisas Euromonitor, os números mundiais do setor são encorajadores, principalmente aqueles de mercados emergentes. O setor em geral deve crescer 3% em valor de mercado no mundo em 2014, número alinhado ao aumento do ano passado, e 3% também na taxa composta anual de crescimento.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (Abinpet), apenas o mercado brasileiro deve crescer 8,2%, o que significa um faturamento de R\$ 16,4 bilhões em 2014. Mesmo assim, a alta carga tributária incidente sobre a indústria pesa muito sobre essa população. Sabe-se que, se houvesse uma redução dos impostos, o potencial de consumo poderia crescer em até 50%, visto que esse é o número aproximado de donos que ainda alimentam seus pets com sobras da comida humana.

Mercados emergentes são atualmente cerca de 20% de todo o *market share* global e 28% no caso de alimentos para cães. Duas das principais razões são a ascensão da classe média e o aumento de salários. Nesse cenário, o Brasil – que tem na Abinpet sua principal entidade do setor – se destaca junto de México e Rússia. São três dos mercados com mais rápido crescimento. A análise destaca que o número de famílias na Índia, país no começo da tendência de “humanização” dos animais de estimação, e com uma renda anual média acima de US\$ 10 mil, é de 156 milhões de pessoas, ao passo que no Brasil, 44 milhões (números de 2013) – mas deve-se levar em conta a maior população absoluta do país asiático.

### **2.3 Alimentos para Animais de Estimação**

De alguns anos para cá, alimento gorduroso passou a ser visto como veneno. Alguns até pregam a mesma filosofia em relação à nutrição dos animais, porém, aí existe um grande engano, cães e gatos apresentam um metabolismo diferente do humano. Sua alimentação carnívora faz com que estejam capacitados a digerir e aproveitar uma quantidade maior de gordura. Não existe para cães e gatos, por exemplo, o problema de colesterol sanguíneo elevado, que tem levado a uma série de debates e preocupações no homem. Estes nutrientes, por outro lado, têm sua função no organismo, seja do homem, do cão ou do gato. No caso dos animais, oferecendo uma ração de qualidade, devidamente balanceada, essa preocupação até perde um pouco o sentido, já que a gordura aparece na quantidade necessária.

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 animal 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).

Uma dieta apropriada é fundamental para a sua saúde e bem estar dos animais. A refeição é uma experiência prazerosa, que ajudam a reforçar a ligação especial entre o humano e o animal. Como seus proprietários, cães precisam de uma dieta balanceada, contendo a quantia certa de proteínas, gorduras, carboidratos, treze vitaminas, e vinte minerais, para garantir que fiquem em boas condições. Estes nutrientes devem estar presentes não só nas quantias corretas, mas também nas proporções corretas para providenciar uma dieta balanceada.

Dietas exclusivamente de carnes musculosas não são apropriadas para nenhum animal. Os ancestrais de nossos cães teriam consumido o corpo todo de sua caça, não apenas os músculos, ingerindo os ossos, órgãos internos, material no intestino, pele e pelo. Isso providenciava os nutrientes essenciais, que faltam em uma dieta exclusivamente de músculos.

Alimentos preparados em casa requerem bom conhecimento das

necessidades do animal. Isso inclui conhecimento do valor nutritivo de diferentes alimentos, interação dietética e métodos de preparo e estocagem, que podem afetar alguns nutrientes específicos. É impossível alimentar animais de estimação com alimentos feitos em casa de forma consistente e adequados sem despende de tempo, esforços e conhecimentos.

Alguns proprietários gostam de preparar parte das refeições de seus animais de estimação. Se este é o caso, alguns alimentos diferentes devem ser introduzidos lentamente para que o aparelho digestivo de seu cão possa adaptar-se à nova comida. Carne, ovos, queijo e pão são alguns alimentos comumente dados a cães. Caso estes sejam os principais alimentos, devem ser complementados com as vitaminas e minerais necessários.

Alimentos preparados comercialmente, por fabricantes de ração de boa reputação, garantem uma nutrição adequada, de qualidade, e segurança. Há um grande leque de receitas, variedades e texturas para se escolher, com muitas formas de uso conveniente. Alimentos preparados são completos ou complementos alimentares. Uma dieta completa é balanceada e pode ser a fonte de alimento exclusiva, enquanto uma dieta complementar é preparada para ser complementar de outra alimentação específica, como por exemplo, carne enlatada e biscoitos. A etiqueta no produto informa se o alimento é completo ou um complemento alimentar. Água deve sempre estar disponível para o animal, sempre observando a qualidade da água que ele.

A composição básica das rações é: - Farinha de Carne e Ossos, Farinha de Subprodutos de Frango, Milho Integral Moído, Quirera de Arroz, Glúten de Milho, Gordura Animal, Farelo de Trigo, Farelo de Milho\*, Palatabilizante, Vitaminas (A, D, E, B1, B2, B6, B12, Cloreto de Colina, Biotina, Ácido Fólico, Ácido Pantotênico, Niacina), Minerais (Iodato de Cálcio, Sulfato de Cobre, Sulfato de Ferro, Cloreto de Sódio (sal comum), Óxido de Zinco, Cloreto de Potássio, Selênio), Antioxidante, Corantes. Eventual substitutivo: sorgo integral moído. As quantidades alimento devem ser de acordo com a raça, idade e nível de atividade do seu cão.

## **2.4 Energia solar**

Energia solar é um termo que se refere à energia proveniente da luz e do calor do Sol. É utilizada por meio de diferentes tecnologias em constante evolução, a

energia solar como fonte de aquecimento solar, a energia solar fotovoltaica, a energia heliotérmica, a arquitetura solar e a fotossíntese artificial. O sol envia para a terra, por hora, energia suficiente para atender às demandas humanas por eletricidade durante um ano, ele é a mais abundante e democrática fonte de energia do mundo. A tecnologia solar desenvolveu uma curva de crescimento notável nas últimas décadas: cada duplicação na produção global de painéis solares resultou em uma redução de 25% nos preços desses painéis. Assim como acontece com telefones celulares ou computadores pessoais, o aumento no uso global resulta em uma maior eficiência e menores custos para os consumidores.

Tecnologias solares são amplamente caracterizadas como ativas ou passivas, dependendo da forma como captura, converte e distribui a energia solar. Entre as técnicas solares ativas estão o uso de painéis fotovoltaicos e coletores solares térmicos para aproveitar a energia. Entre as técnicas solares passivas estão a orientação de um edifício para o Sol, a seleção de materiais com massa térmica favorável ou propriedades translúcidas e projetar espaços que façam o ar circular naturalmente.

No seu movimento de translação ao redor do Sol, a Terra recebe  $1410 \text{ W/m}^2$  de energia, medição feita numa superfície normal (em ângulo reto) com o Sol. Disso, aproximadamente 19% é absorvido pela atmosfera e 35% é refletido pelas nuvens. Ao passar pela atmosfera terrestre, a maior parte da energia solar está na forma de luz visível e luz ultravioleta. As plantas utilizam diretamente essa energia no processo de fotossíntese. Nós usamos essa energia quando queimamos lenha ou combustíveis minerais. Existem técnicas experimentais para criar combustível a partir da absorção da luz solar em uma reação química de modo similar à fotossíntese vegetal - mas sem a presença destes organismos. A radiação solar, juntamente com outros recursos secundários de alimentação, tal como a energia eólica e das ondas, hidroeletricidade e biomassa, são responsáveis por grande parte da energia renovável disponível na terra. Apenas uma minúscula fração da energia solar disponível é utilizada.

A Terra recebe 174 peta watts (PW) de radiação solar (insolação) na zona superior da atmosfera (TOA). Dessa radiação, cerca de 30% é refletida para o espaço, enquanto o restante é absorvido pelas nuvens, mares e massas terrestres. O espectro da luz solar na superfície da Terra é mais difundida em toda a gama



visível e infravermelho e uma pequena gama de radiação ultravioleta.

O total de energia solar absorvida pela atmosfera terrestre, oceanos e as massas de terra é de aproximadamente 3.850.000 exajoules (EJ) por ano. A energia solar pode ser aproveitada em diferentes níveis em todo o mundo. Consoante a localização geográfica, quanto mais perto do equador, mais energia solar pode ser potencialmente captada.

As áreas de deserto, onde as nuvens são baixas e estão localizadas em latitudes próximas ao equador são mais favoráveis à captação de energia solar. Os desertos que se encontram relativamente perto de zonas de maior consumo em países desenvolvidos têm a sofisticação técnica necessária para a captura de energia solar. Ocorrem realizações cada vez mais importantes como o Deserto de Mojave (Califórnia), onde existe uma planta termo solar com uma capacidade total de 354 MW.

De acordo com um estudo publicado em 2007 pelo Conselho Mundial da Energia, em 2100, 70% da energia consumida será de origem solar. Os principais métodos de captura da energia solar classificam-se em diretos ou indiretos:

- Direto - significa que há apenas uma transformação para fazer da energia solar um tipo de energia utilizável pelo homem. Exemplos: - A energia solar atinge uma célula fotovoltaica criando eletricidade. (A conversão a partir de células fotovoltaicas é classificada como direta, apesar de que a energia elétrica gerada precisará de nova conversão - em energia luminosa ou mecânica, por exemplo - para se fazer útil); - A energia solar atinge uma superfície escura e é transformada em calor, que aquecerá uma quantidade de água, por exemplo - esse princípio é muito utilizado em aquecedores solares.
- Indireto - significa que precisará haver mais de uma transformação para que surja energia utilizável. Exemplo: - Sistemas que controlam automaticamente cortinas, de acordo com a disponibilidade de luz do Sol.

Também se classificam em passivos e ativos:

- Sistemas passivos - são geralmente diretos, apesar de envolverem (algumas vezes) fluxos em convecção, que é tecnicamente uma conversão de calor em energia mecânica.
- Sistemas ativos - são sistemas que apelam ao auxílio de dispositivos

elétricos, mecânicos ou químicos para aumentar a efetividade da coleta. Sistemas indiretos são quase sempre também ativos.

## 2.5 Painel solar fotovoltaico

Painéis solares fotovoltaicos, figura 2, são dispositivos utilizados para converter a energia da luz do Sol em energia elétrica. Os painéis solares fotovoltaicos são compostos por células solares, assim designadas já que captam, em geral, a luz do Sol. Estas células são, por vezes, e com maior propriedade, chamadas de células fotovoltaicas, ou seja, criam uma diferença de potencial elétrico por ação da luz (seja do Sol ou da sua casa). As células solares contam com o efeito fotovoltaico para absorver a energia do sol e fazem a corrente elétrica fluir entre duas camadas com cargas opostas.

Atualmente, os custos associados aos painéis solares, que são muito caros, tornam esta opção ainda pouco eficiente e rentável. O aumento do custo dos combustíveis fósseis, e a experiência adquirida na produção de célula solares, que tem vindo a reduzir o custo das mesmas, indica que este tipo de energia será tendencialmente mais utilizado.

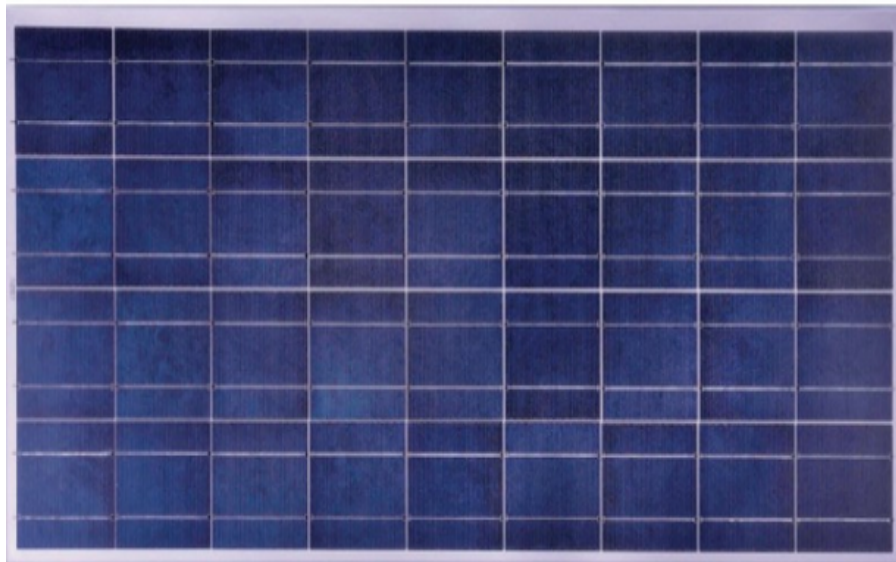


Figura 2 – Painel solar fotovoltaico

Fonte: Yingli Solar

## 2.6 Teoria e Construção

O silício cristalino e o arsenieto de gálio são os materiais mais frequentemente utilizados na produção de células solares, conforme figura 3. Os cristais de arsenieto de gálio são produzidos especialmente para usos fotovoltaicos, mas os cristais de silício tornam-se uma opção mais econômica, até porque são também produzidos com vista à sua utilização na indústria da micro eletrônica. O silício policristalino tem uma percentagem de conversão menor, mas comporta custos reduzidos. Quando expostos à luz direta de 1 AU (1 Astronomical Unit = 149.598.000 km), uma célula de silício de 6 centímetros de diâmetro pode produzir uma corrente de 0,5 Ampères a 0,5 Volts, ou seja, cerca de 0.25 Watts. O arsenieto de gálio é mais eficiente.

O cristal depois de crescido e dopado com boro, é cortado em pequenos discos, polidos para regularizar a superfície, a superfície frontal é dopada com fósforo, e condutores metálicos são depositados em cada superfície: um contacto em forma de pente na superfície virada para o Sol e um contacto extenso no outro lado. Os painéis solares são construídos dessas células cortadas em formas apropriadas, protegidas da radiação e danos ao manusear pela aplicação de uma capa de vidro e cimentada num substrato (seja um painel rígido ou um flexível).

As conexões elétricas são feitas em série e em paralelo, conforme se queiram obter maior tensão ou intensidade. A capa que protege deve ser um condutor térmico, pois a célula aquece ao absorver a energia infravermelha do Sol, que não é convertida em energia elétrica. Como o aquecimento da célula reduz a eficiência de operação é desejável reduzir este calor. O resultante desta construção é chamado painel solar.

Um painel solar é um conjunto de células solares. Apesar de cada célula solar fornecer uma quantia relativamente pequena de energia, um conjunto de células solares espalhadas numa grande área pode gerar uma quantidade de energia suficiente para ser útil. Para receber maior quantia de energia, os painéis solares devem estar direcionados para o Sol.



Figura 3 – Célula fotovoltaica

Fonte: Yingli Solar

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

O trabalho visa desenvolver o projeto de uma máquina para alimentação automática de pequenos animais, que deve ser de baixo custo, versátil e fácil operação, baixo consumo de energia e utilizar fonte de energia renovável.

#### **3.2 Objetivo específico**

O objetivo é desenvolver um protótipo de um alimentador automático para animais de estimação, uma máquina de baixo custo, portátil, segura, de simples operação e de boa estética. A máquina deverá ter um reservatório com capacidade de carga de ração para alimentar um animal e autonomia de funcionamento para 10 dias e peso máximo de 30 kg. O objetivo é proporcionar ao usuário a liberdade de escolha da quantidade de refeições e dos respectivos horários, não tendo a necessidade de seguir intervalos lógicos ou mesmo respeitar horários, baixo consumo de energia e utilização de fontes de energia renováveis.

A fonte de energia a ser pesquisada será a energia solar, buscando uma solução para o acionamento da máquina de alimentação e seus componentes, como placa eletrônica e o motor que executa o processo. Fazem parte da pesquisa o dimensionamento de um sistema de captação de energia solar por meio de painel fotovoltaico e, também, um sistema de apoio para acumular a energia produzida nos períodos mais favoráveis para consumir e propiciar uma autonomia para o sistema nos períodos desfavoráveis para captação da energia solar.

#### **4 METODOLOGIA**

Os constantes problemas ambientais causados pela utilização de energias não renováveis, aliados ao esgotamento dessas fontes, têm despertado o interesse pela utilização de fontes alternativas de energia. A energia solar é uma boa opção na busca por alternativas menos agressivas ao meio ambiente, pois consiste numa fonte energética renovável e limpa (não emite poluente).

A maior proximidade com os animais gera uma preocupação em proporcionar-lhes boa saúde e melhor qualidade de vida, aumentando a longevidade e o bem-estar, e a alimentação é um fator primordial nesse processo. Oferecer nutrição adequada aos cães e gatos pode funcionar como uma importante medida de saúde preventiva, evitando a ocorrência de distúrbios secundários, tais como obesidade, patologias ósseas, dentre outras.

Para o desenvolvimento da máquina para alimentação de pequenos animais, utilizou-se de metodologias de projeto de produtos industriais, conforme proposto na literatura científica da área (BACK et. al, 2008; BRALLA, 1999; CSILLAG, 1991; VALDIERO, 1997;). 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.

Com base no descrito se desenvolveu a pesquisa e o projeto para construção de um protótipo de uma máquina de alimentação de pequenos animais, projeto que consiste num sistema com depósito de ração, sistema de dosagem,

acionamento por meio de motor redutor que, é realizado a por meio de fonte de energia solar fotovoltaica, concebido para atender as necessidades de potência requeridas pela máquina.

## **5 DESENVOLVIMENTO**

### **5.1 Projeto da máquina de alimentação**

O projeto detalhado ou executivo, pertence às fases de criação, pois os detalhes construtivos em projeto de produto são criados e não simplesmente escolhidos numa biblioteca de detalhes. Esta é a fase de micro decisões, ou seja, todos os materiais estruturais, elementos de fixação, componentes móveis e fixos, acabamentos, montagem e embalagem. Enfim, uma especificação completa que, juntamente com os desenhos técnicos, devem ser claros e perfeitamente compreensíveis para seguirem para a produção. O objetivo é detalhar o projeto e construir o protótipo do alimentador automático, por meio de desenhos de conjunto e detalhamento para construção. Será construído um protótipo do sistema de dosagem com depósito de ração, o acionamento é por meio de motoredutor e sistema de controle com placa eletrônica com fonte de energia solar, ver figura 4.

A figura 5 ilustra todos os componentes da máquina desenvolvidos e modelados em AutoCAD 3D, em forma de imagem explodida para melhor visualização. Abaixo lista de componentes com suas referências:

- 01: eixo do helicóide;
- 02: helicóide;
- 03: tubo condutor;
- 04: depósito;
- 05: fechamento lateral;
- 06: mancal flange;
- 07: rolamento 16004;
- 08: suporte do acionamento;
- 09: motoredutor.

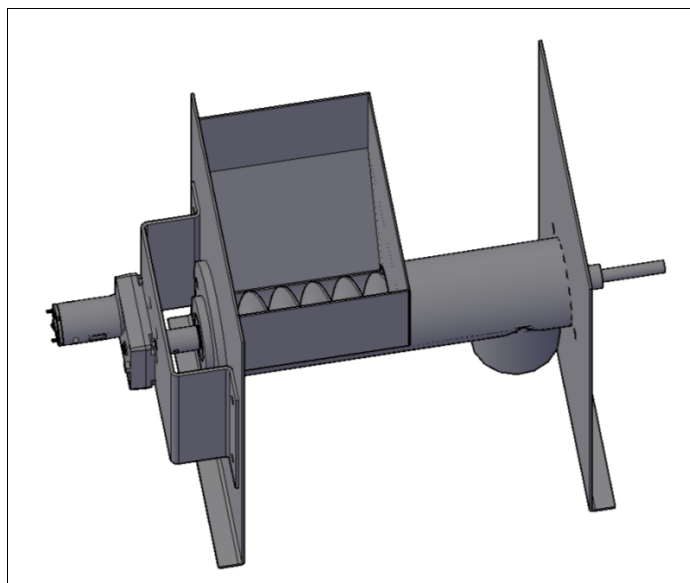


Figura 4 – Modelagem do protótipo em CAD 3D

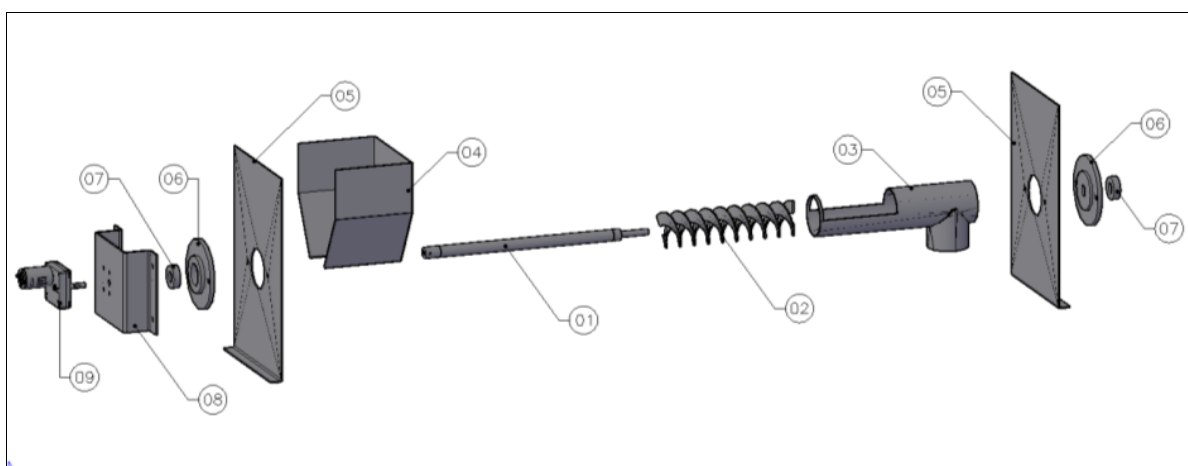


Figura 5 – Modelagem do protótipo em CAD 3D “explodido”

## 5.2 Mecanismo de Dosagem

O mecanismo de dosagem é a parte mecânica responsável pelos movimentos de deslocamento do alimento (ração) no momento da alimentação do animal. É composto de um helicóide rotativo soldado sobre um eixo, que está montado dentro de uma estrutura tubular, apoiado nas extremidades por mancais do tipo flange com rolamentos de rolos.

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.

Para definição da capacidade de dosagem do sistema de dosagem, utilizou-se a equação 1 (WEBER, Érico A. - 1995) e o Quadro 1.

$$Q = 4,71.10^{-5} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot n \quad \text{Eq(1)}$$

Onde:

Q = capacidade, m<sup>3</sup>/h;

D= diâmetro da rosca tubular, cm;

d = diâmetro interno do helicóide, cm;

p= passo do helicóide, cm; e

n = rotação, rpm.

Quadro 1 – Dados entrada para cálculo da capacidade do transportador

D (cm)	d (cm)	p (cm)	N (rpm)
7,0	2,0	2,75	38

A capacidade calculada é Q= 0,241175 m<sup>3</sup>/h = 241175 cm<sup>3</sup>/h = 4019,58 cm<sup>3</sup>/min 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), encontramos a capacidade em gramas por cada volta dada pelo helicóide do dosador, convertemos os valores e encontramos a capacidade de dosagem de 42,31 gramas de ração por volta, ou seja, valor para cada volta completada pelo helicóide do dosador. A rotação de saída do acionamento é de 38 rpm, conforme tabela do catálogo da marca da figura 6.

### 5.3 Depósito do dosador

O depósito do sistema tem a função de reter o volume de ração previamente definido para alimentação dos animais num determinado período de tempo. O depósito está acoplado ao mecanismo de dosagem citado no item anterior. 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 dm<sup>3</sup>) considerando enchimento “linha d’água”, abastecido com ração peletizada para cães com peso específico de 0,40 g/ml, a capacidade do reservatório é de 1860 g de alimento (ração).

#### 5.4 Acionamento

O acionamento é responsável pela aplicação da força ou torque necessário para movimentação adequada do mecanismo. O acionamento 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 escolhido para realizar o acionamento da máquina é da marca Motron conforme disponibilidade de rotação de serviço adotada no projeto, selecionado motoredutor modelo MR 710-42, conforme tabela do catálogo da marca da figura 6.

A potência requerida é em função da capacidade, do comprimento, do tipo de apoio do helicóide e do material transportado, considerando um transportador helicoidal trabalhando na posição horizontal a potência pode ser estimada através da equação 2 (WEBER, Érico A. - 1995) e utilização do Quadro 2. Abaixo se tem a equação e o desenvolvimento do cálculo da potência necessária. A potência requerida pelo dosador projetado, pode ser estimada pela equação 2 e utilização do quadro 2 e quadro 3, é dada por:

$$P_t = 2,22 \cdot 10^{-4} (Q \cdot \mu \cdot L \cdot \phi) \quad \text{Eq(2)}$$

Onde:

P<sub>t</sub> = potência requerida pelo transportador, cv;

Q = capacidade, m<sup>3</sup>/h;

$\mu$  = massa específica do material, kg/m<sup>3</sup>;

L = comprimento total do transportador, m; e

$\phi$  = fator de potência, adimensional.

Quadro 2 – Fator de potência em função do material,  $\phi$  (Fm na tabela).

Fonte: WEBER, Érico A. (1995)

Produto	Massa específica (kg.m <sup>-3</sup> )	Fator de potência (Fm)
Cevada	609	0,4
Soja	800	0,5
Milho	720	0,4
Aveia	416	0,4
Arroz	769	0,4
Trigo	770	0,4
Farelo	250	0,4

Quadro 3 – Dados entrada para cálculo da potência do transportador

Q (m <sup>3</sup> )	$\mu$ (kg/m <sup>3</sup> )	L (m)	$\phi$ (Fm tabela 2)
0,241175	400	0,30	0,4

Aplicando a equação 2 é encontrada a potência requerida/absorvida é  $P = 2,5699608 \times 10^{-3}$  cv, considerando que é requerida a potência em W (Watt) e 1 cv = 735,56 W, converte-se os valores e encontra-se a potência em W (Watt), então a potência consumida é  $P = 1,8897$  W.

O torque requerido pela máquina é encontrado pela equação 3 (fonte: WEBER, Érico A. - 1995).

$$T = 9550 \cdot \frac{Pt}{n} \quad \text{Eq(3)}$$

Onde:

T = torque, N.m;

Pt = potência requerida pelo transportador, kW;

Aplicando a equação 3, tem-se o torque requerido pela máquina dosadora, conforme segue abaixo. O torque calculado é  $T = 0,47493$  N.m, considerando que o motoredutor aplicado no projeto é o modelo MR 710-42, entrega potência de 5 W e torque de 13 kg/cm, convertendo o torque encontramos um  $T = 1,2748$  N/m no

motoredutor selecionado, portanto, pode-se concluir que o acionamento está atendendo a necessidade do projeto.

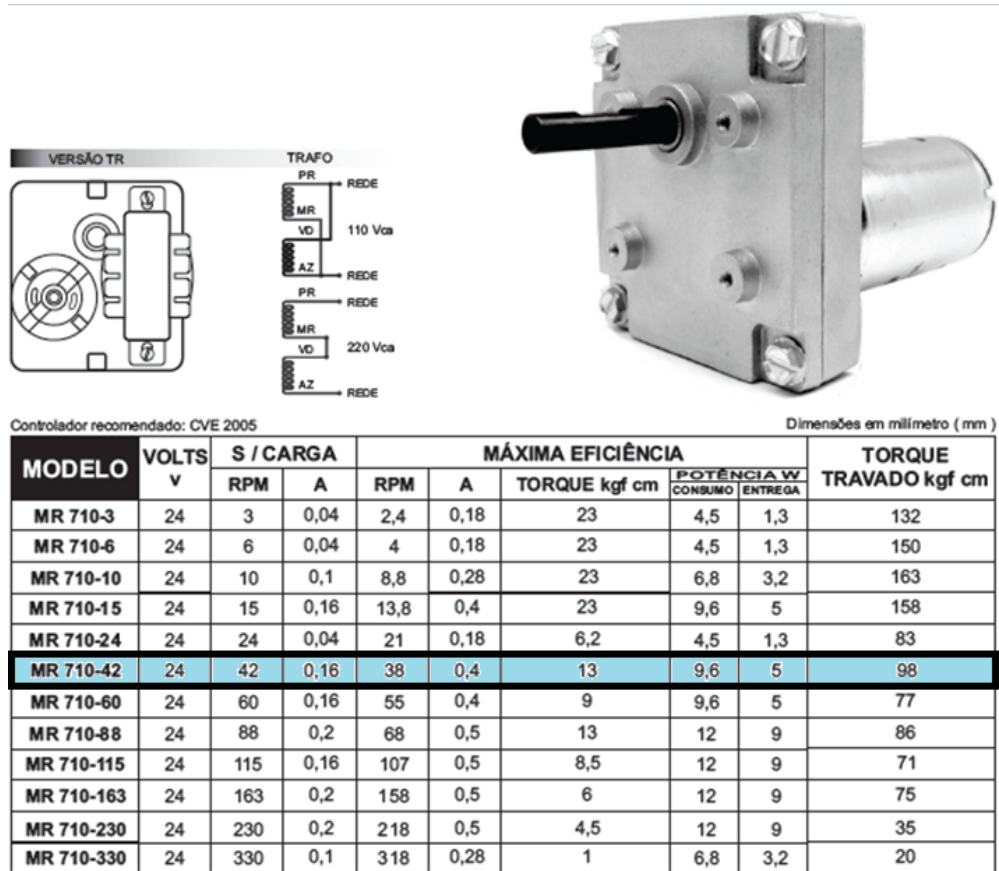


Figura 6 – Motores Redutores disponíveis

Fonte: Motron Indústria de Motores Redutores Ltda.

## 5.5 Sistema de Automação e controle

O conceito de controle é apresentado por Franklin, Powel e Emani-Naeini (1994) e se refere ao processo de fazer uma variável do sistema alcançar um valor desejável, chamado de valor de referência, de forma adequada e segura. A função do sistema de automação do projeto é controlar um motor de corrente contínua de 12 V, consiste em acionar o motor por um determinado período e mantê-lo desligado por um período maior e, repetir este comando na sequência. A figura 7 ilustra o circuito da placa de automação e controle do projeto aqui discutido.

O micro controlador utilizado é o modelo PIC 16F84 que pertence a uma classe de micro controladores 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 micro controlador 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.

O contador/temporizador é um registro de 8 bits no interior do micro controlador que trabalha independentemente do programa. No fim de cada conjunto de quatro ciclos de relógio do oscilador, ele incrementa o valor armazenado, até atingir o valor máximo (255), nesta altura recomeça a contagem a partir de zero. Como se sabe o tempo exato entre dois incrementos sucessivos do conteúdo do temporizador, pode-se utilizar este para medir intervalos de tempo, o que o torna muito útil em vários dispositivos. A unidade de processamento central faz a conexão com todos os outros blocos do micro controlador. Ela coordena o trabalho dos outros blocos e executa o programa do utilizador.

O objetivo é controlar um motor de corrente contínua de 12 V, acionando esse o motor por um determinado período e mantendo-o desligado por um período maior, repetindo este comando em sequência. A programação utilizada foi em linguagem “C”. Para montagem do sistema de automação e controle foi desenvolvida e confeccionada uma placa eletrônica, ilustrada na figura 7.

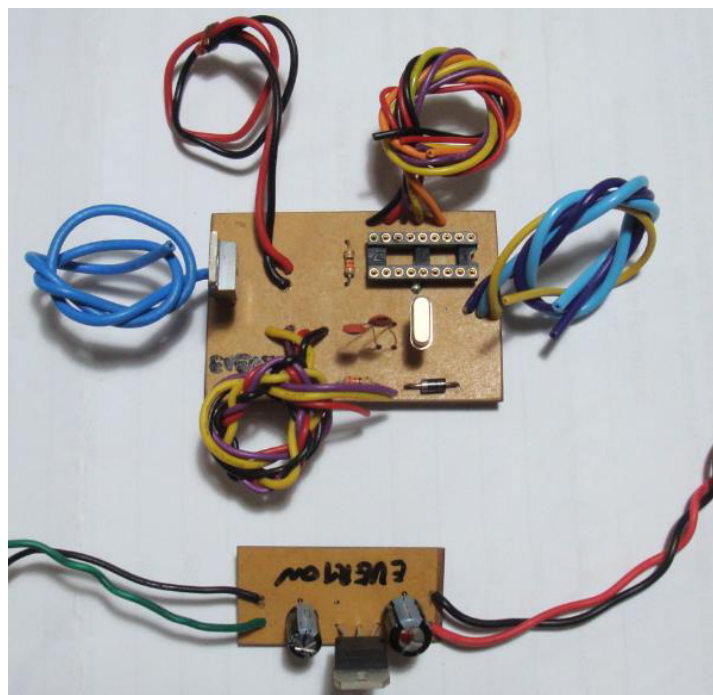


Figura 7 – Microcontrolador PIC 16F84

## **5.6 Sistema de alimentação de energia**

O sistema de alimentação de energia ou fonte de energia, será por meio de uma fonte renovável, ou seja, energia solar fotovoltaica. O sistema de geração de energia é composto por:

- Painel Solar Fotovoltaico Policristalino de 10 W, marca Komaes Solar e modelo KM(P)10;
- Controlador de carga de 6A com até 7 painéis de 10 W;
- Bateria estacionária, para armazenar a energia do painel;
- Cabos elétricos para conexão dos equipamentos;
- Suportes para os painéis fotovoltaicos.

### **5.6.1 Painel Solar**

O painel solar fotovoltaico Komaes, modelo KM(P)10, pesa 2 kg e têm dimensões de 310 x 290 x 28 (mm), conforme figura 8. Este módulo fotovoltaico foi certificado pelo INMETRO, apresentando eficiência de 9,1% e nota “E”. As células fotovoltaicas são protegidas por uma resistente camada de vidro temperado e a moldura já vem com a furação para fixação. Em condições ideais de insolação, este módulo solar fotovoltaico produz 10 W, 0,6 A e 17,56 V em corrente contínua.

O painel fotovoltaico, figura 8, já vem com furação para fixação, é recomendado deixar um espaço entre o módulo e a superfície em que ele está fixado para reduzir a temperatura e evitar a condensação de água na parte traseira. Deve-se certificar que a polaridade esteja correta e utilizar a fiação mais curta possível. Deve-se também verificar anualmente o painel, a fiação, a estrutura e os acessórios. A chuva e o vento naturalmente limpam o painel solar, entretanto, caso seja necessário limpar o painel, utilizar somente água e uma esponja macia, sem detergentes.

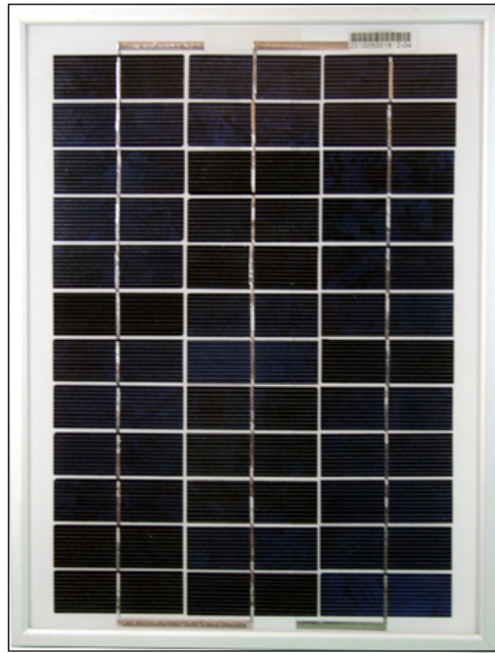


Figura 8 – Painel Solar Fotovoltaico Policristalino modelo KM(P)10

Fonte: <http://www.minhacasasolar.com.br/>

### 5.6.2 Controlador de carga

O controlador de carga é um dos principais componentes de um sistema solar fotovoltaico, figura 9, sendo o responsável pela duração da vida útil dos bancos de baterias, que como se sabe, é um dos componentes mais dispendiosos nestes sistemas solares. A função do regulador de carga é a de proteger as baterias de serem sobrecarregadas, ou descarregadas profundamente, e assim garantir, que toda a energia produzida pelos painéis fotovoltaicos, seja armazenada com maior eficácia nas baterias. É um componente utilizado nos sistemas fotovoltaicos para gerenciar e controlar o processo de carga e descarga do banco de baterias. O controlador permite que as baterias sejam carregadas completamente e evita que sejam descarregadas abaixo de um valor seguro. É instalado eletricamente entre o painel fotovoltaico e as baterias.

Um controlador típico possui:

- Entrada para os painéis fotovoltaicos;
- Saída para baterias;
- Saída para carga (corrente contínua - cc).

Os Controladores modernos utilizam uma tecnologia chamada PWM – Pulse With Modulation ou modulação por pulsos ou ainda a tecnologia MPPT – Maximum Power point Tracking para assegurar que a bateria possa ser carregada até atingir sua capacidade máxima. A reposição dos primeiros 70% a 80% da capacidade da bateria são facilmente obtidos, porém os 20% ou 30 % finais requerem circuitos mais complexos.



Figura 9 – Controlador de carga

Fonte: Fabricante Unitron

### 5.6.3 Bateria estacionária

As baterias são utilizadas nos sistemas fotovoltaicos para armazenar a energia excedente produzida pelos painéis solares, para ser utilizada durante a noite ou em dias muito nublados ou com baixa insolação. As baterias são o pulmão de um sistema fotovoltaico isolado e servem para garantir o fornecimento de energia quando não houver sol.

São as baterias que determinam a autonomia de um sistema isolado. Um sistema de alarme, por exemplo, não pode deixar de funcionar devido há alguns dias sem sol e por isso as baterias poderiam ser dimensionadas para 7 dias de autonomia, por segurança. Já uma aplicação mais simples ou menos essencial, poderia ser dimensionada para 3 dias sem sol. Sistemas conectados à rede não necessitam de baterias já que a falta de sol é compensada pela energia da rede.

As baterias adequadas para sistemas de energia renovável são as baterias

estacionárias ou de ciclo profundo. Estas baterias suportam grandes descargas que uma bateria comum não suportaria e é por isso baterias de carro devem ser evitadas.

Características Técnicas da bateria modelo SW 1275, figura 10:

- Tensão da bateria: 12DC
- Máximo fornecimento de corrente: 7Ah
- Corrente máxima de carga: 1,75<sup>a</sup>
- Dimensões (L x P x A).: 150 x 65 x 101 mm



Figura 10 – Bateria estacionária

Fonte: Fabricante Haze Power

## 5.7 Construção do Protótipo

O protótipo da máquina foi todo construído em aço em função da facilidade de acesso a matéria prima e processo de produção dos componentes, conforme figura 11. O depósito, as chapas de fechamento lateral e o suporte do acionamento foram confeccionados em chapa de aço SAE 1008 com espessura de 1,90 mm, o tubo condutor da rosca é padrão de mercado com diâmetro de 76,20 mm e espessura de parede de 1,50 mm.

Já o eixo e os mancais são de aço SAE 1020 adquiridos em usina de reciclagem e usinados conforme necessidade do projeto, sendo o eixo apoiado em suas extremidades pelos mancais de rolamento de esferas tipo de rolos marca FAG modelo 16004, com dimensões conforme norma DIN 625-1. O helicóide é produzido



em aço SAE 1010 decapado oleado com espessura de 2,00 mm, foi adquirido por meio de doação de retalhos de helicoides provindos da empresa Cofelma, especializada na fabricação de helicoides.

Para montagem do sistema de automação e controle foi desenvolvida e confeccionada uma placa eletrônica, ilustrada na figura 7, em ambiente de laboratório de eletrônica na Universidade Unijuí, campus Panambi. O subconjunto de acionamento está montado em separado assim como outros componentes.

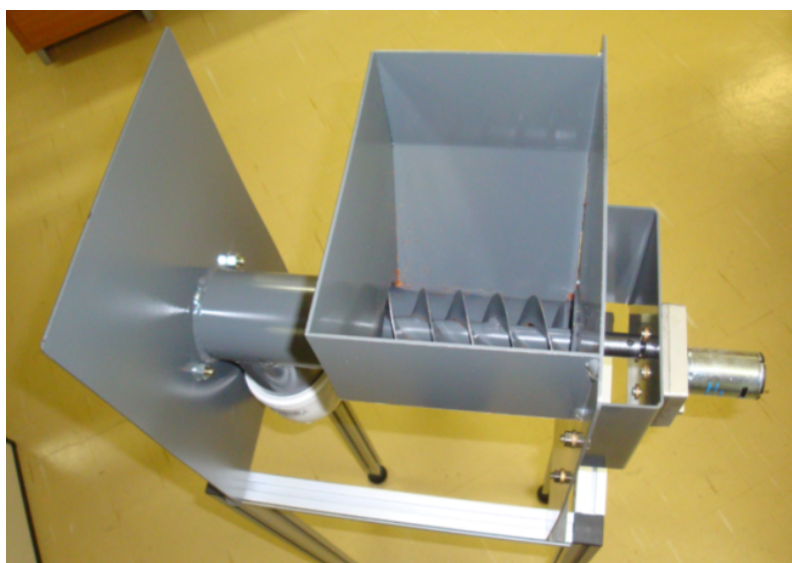


Figura 11 – Foto superior máquina de alimentação automática

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma análise mais detalhada realizou-se um levantamento sobre o retorno do investimento para utilização de energia solar fotovoltaica como fonte de energia para acionamento da máquina de alimentação de pequenos animais. A seguir apresenta-se os valores de potência consumida e valores para aquisição dos componentes para o sistema de energia solar.

- **Consumo de energia**

Aplicando a equação 2 encontramos o valor da potência consumida pela máquina quando em operação que é  $P = 1,8897 \text{ W}$ . Considerando que a máquina opere, seja utilizada, durante um dia (24 horas), por até 03 vezes para fazer o processo de alimentação a cada 8 horas. Considerando que o acionamento da

máquina acontece 03 vezes por um período de 01 minuto cada ciclo, então, estará 3 minutos em operação. Sendo a potência consumida de 1,8897 W, multiplicado por 03 minutos (0,05 horas), o consumo diário será de 0,094485 Wh/dia, ou seja,  $9,4485 \times 10^{-5}$  kWh/dia. Num período de 01 ano o consumo será de 0,03448 kWh, considerando o custo da energia de R\$ 0,60 / kWh, o valor gasto por ano é de R\$ 2,07.

- **Investimento componentes energia solar**

Os valores dos equipamentos para o sistema de geração de armazenamento de energia solar foram levantados junto a um fornecedor de loja local. O valor total do investimento é de R\$ 270,00, conforme seguem abaixo os valores detalhados:

<b>Equipamento</b>	<b>Valor</b>
Painel Solar Fotovoltaico Policristalino de 10 W, marca Komaes Solar e modelo KM(P)10	R\$ 110,00;
Controlador de carga de 6A com até 07 painéis de 10 W	R\$ 50,00;
Bateria estacionária, para armazenar a energia do painel	R\$ 60,00;
Cabos elétricos para conexão dos equipamentos	R\$ 30,00;
Suportes para os painéis fotovoltaicos	R\$ 20,00.

Considerando o investimento de R\$ 270,00 para aquisição e montagem do sistema de Energia Solar Fotovoltaica e a quantidade de energia consumida, assim como também, o valor gasto durante 1 ano caso a máquina estivesse ligada a rede de energia elétrica normal, o investimento é alto com retorno muito longo. O projeto é viável pelo aspecto da comodidade e pelo legado de utilizar energia limpa, conforme destacado no próximo tópico.

- **Viabilidade do projeto**

A viabilidade de projeto se justifica pelos seguintes aspectos:

- Possibilidade de instalar a máquina de alimentação em locais remotos, sem ter a necessidade de fonte de energia elétrica para acionamento do sistema;
- Máquina também aplicável para outros animais, como sistemas de alimentação de aviários, saleiros montados em fazendas de criação de gado de corte e haras para cavalos, sendo necessária apenas a reconfiguração da

- capacidade de seu depósito e ajustes na programação do sistema;
- Comodidade de utilização, liberando o usuário para outras atividades no seu dia a dia, assim como também, garantindo eficiência nos volumes de dosagem da alimentação dos animais;
  - Ajuda a manter a saúde de seu animal de estimação, alimentando-o com porções de ração em horários agendados, alimentação precisa no horário apropriado e previne o inchaço de cães e gatos, pois o alimento é provido lentamente.
  - Utilização de energia renovável e de baixo custo, no caso a energia solar, tendo apenas um investimento inicial de aquisição da máquina.

## **7 CONCLUSÃO**

Sistemas fotovoltaicos já fazem parte de nossas vidas. As aplicações vão desde pequenas aplicações como calculadoras e relógios de pulso até o fornecimento de eletricidade para as bombas de água, sinalizações em estradas, equipamentos de comunicações, satélites, casas móveis, medicina (para alimentar equipamentos médicos, purificadores de água, refrigeradores para vacinas), boias de navegação, iluminação pública, iluminação de jardins, iluminação de casas e aparelhos eletrodomésticos.

É cada vez maior o número de pessoas interessadas em produzir energia elétrica para uso doméstico. Seja motivada pelos benefícios ambientais seja para suprir eventuais desligamentos da rede elétrica, fato comum em áreas rurais, chácaras e condomínios. Os sistemas fotovoltaicos possibilitam que se produza energia elétrica em casa a partir de luz solar. É possível ligar lâmpadas, um televisor, rádio e até mesmo uma pequena geladeira com um sistema fotovoltaico. O investimento necessário irá depender diretamente da potência requerida.

A principal vantagem que vislumbramos neste projeto em relação aos alimentadores existentes no mercado é o fato de que o mesmo não será limitado a liberar comida apenas de tempos em tempos. Este alimentador vai proporcionar a liberdade ao usuário de escolher a quantidade de refeições e os respectivos horários de liberação de alimento. Assim como também a fonte de energia é um aspecto

muito interessante que, mesmo com custo considerável, se justifica o investimento, principalmente por possibilitar a instalação da máquina em locais remotos onde não há rede de energia elétrica. Dado o investimento e o tempo de vida útil da máquina pode-se verificar que a máquina é eficiente do ponto de vista energético uma vez que não consome energia da rede elétrica da forma como as demais máquinas vendidas no mercado.

Todo investimento decorre justamente da convivência cada vez mais estreita e dos vínculos afetivos desenvolvidos entre homens e animais de estimação, porém, nem sempre é possível atender todos os seus desejos. Compromissos profissionais, viagens, o ritmo cada vez mais frenético do dia-a-dia e outros contratemplos às vezes obrigam os donos a passarem algum tempo longe dos seus animais de estimação. Este trabalho apresentou desenvolvimento e construção de um protótipo de máquina para alimentação automática de pequenos animais, que irá auxiliar as pessoas na alimentação de seus animais. Como foi visto no presente trabalho os animais de estimação também possuem seus horários e quantidades de alimentos regrados para refeições.

Concluindo, gostaria de colocar como sugestão a continuação deste projeto na pesquisa de soluções de automação mais sofisticadas para o sistema de alimentação, como por exemplo, desenvolvimento de comunicação sem fio e monitoramento via smartphone, a máquina reconhecer o animal, retirar eventuais restos de alimento da refeição anterior e, inclusive, com pesagem para controle de peso do animal variando a alimentação conforme a nova necessidade.

## 8 REFERÊNCIAS

ACIOLI, J. L. Fontes de Energia. Editora UnB, 1a. Edição, 1994.

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.

ABINPET – **Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação, 2014**. <http://abinpet.org.br/>

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.

De Sá, André Fernando Ribeiro. **Gestão de Energia e Eficiência Energética.** Editora Publindústria, 2a. Edição, Porto. 2010.

<http://www.minhacasasolar.com.br/>. Acessado em 10/2014.

LOPEZ, RICARDO ALDABO, **Energia Solar.** Editora Artliber

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, **Plano Nacional de Energia 2030.** Disponível em: <http://www.forumdeenergia.com.br/pt/download.php>, Acesso em 10/2014

MOGIANA ALIMENTOS. Dicas para o dia-a-dia com seu pet. Disponível em: <<http://www.guabi.com.br/pet/caes/dicas.asp>>. Acesso em: 10/ 2014.

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.

OGATA, Katsuhiko. **Projeto de sistemas lineares de controle com MatLab.** Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1996.

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.

VALDIERO, A. C. **Projeto de máquinas agrícolas.** Panambi: Laboratório de Projeto - UNIJUÍ Campus Panambi, 2004. Notas de aula.

WEBER, Érico A. **Armazenagem agrícola.** Porto Alegre: Kepler Weber Industrial, 1995. 400p.