

RODRIGO CESAR FERRAREZI

Note final
8,9 (ou 9 e more)
hAm

ALIMENTADOR AUTOMÁTICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Título de
Engenheiro.

São Paulo
2005

RODRIGO CESAR FERRAREZI

ALIMENTADOR AUTOMÁTICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do Título de
Engenheiro.

Orientador:
Prof. Dr. Flavio Buiochi

São Paulo
2005

RESUMO

O projeto consiste no desenvolvimento de um equipamento que possibilite ser programado para liberar uma quantidade de ração suficiente para alimentar um determinado lote de peixes. Este equipamento deve possibilitar o ajuste da quantidade de ração a ser fornecida e a oferta precisa de alimento em intervalos de tempos específicos. O projeto consta de três partes: a parte mecânica, o hardware baseado em um microcontrolador e o software de controle e programação.

ABSTRACT

The present project aims to develop equipments to control automatic feeding fish feeder equipment that enables fish culturists to control makes possible to be programmed to liberate an amount of ration enough to feed the creation of fish in tanks. This equipment must always guarantee the same amount (adjustable) of food in specific intervals of time. The project consists of three parts: the mechanical part, the hardware based on a microcontroller and the software of control and programming.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
3 JUSTIFICATIVA	4
4 ESPECIFICAÇÕES DO EQUIPAMENTO	5
4.1 Especificações mecânicas	5
4.2 Especificações do controlador	7
5 ANALISE DAS SOLUÇÕES	8
5.1 Soluções vigentes	8
5.2 Soluções Propostas	11
5.2.1 Alimentador por esteira	11
5.2.2 Alimentador por ventilação	13
5.2.3 Alimentador com ventilador vertical	14
5.3 Discussão e escolha da solução	15
6 PROJETO BÁSICO	16
6.1 Modelagem matemática	16
6.1.1 Análise cinemática	17
6.1.2 Dimensionamento da estrutura	18
6.1.3 Projeto da estrutura	19
6.1.4 Refinamento do projeto	20
6.1.5 Custos de fabricação	21
6.1.6 Escolha dos materiais	21
6.1.7 O alimentador	22
6.2 Análise do microcontrolador	24
6.2.1 HC08	24
6.2.2 A placa de desenvolvimento	27
6.2.3 Programação do controlador	29

6.2.3.1 PWM	29
6.2.3.2 Timer	29
6.3 Acionamento	30
6.3.1 A placa de potencia	30
6.3.2 O motor	31
7 CONCLUSÕES	31
8 BIBLIOGRAFIA	32
ANEXO 1 – Código fonte para programa do alimentador	34
ANEXO 2 – Desenhos	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estufa	5
Figura 2 – Tanques	6
Figura 3 - Cloverleaf Feeders	8
Figura 4 - Clockwok Fish Feeder	9
Figura 5 - Arvo-Tec Robot Feeder	9
Figura 6 - Auger Feeder	10
Figura 7 - Demand Feeder	11
Fig. 8 – Alimentador por esteira	12
Fig. 9 – Variação do numero de alimentações	13
Fig. 10 – Alimentador por ventilação	13
Fig. 11 – Alimentador com ventilador vertical	14
Fig. 12 – Motor e espalhador	17
Fig. 13 – Modelo para análise	17
Fig. 14 – Estrutura final	22
Fig. 15 – Protótipo	22
Fig. 16 – Motor e acoplamento	23
Fig. 17 – Tampa	23
Fig. 18 – Fixação	24
Fig. 19 – Endereços Porta A e Porta B	26
Fig. 20 – Registrador DDR	26
Fig. 21 – Placa de desenvolvimento	27
Fig. 22 – Placa de potencia	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de decisão	16
Tabela 2 – Densidade das rações	18
Tabela 3 – Custos de fabricação	21
Tabela 4 – Pinos e descrições	25

1 INTRODUÇÃO

Apesar de o Brasil ser considerado um dos países de maior potencial para aquicultura, o cultivo de peixe e camarões em escala comercial é ainda uma atividade muito recente. A consolidação da aquicultura como uma importante atividade econômica no Brasil apenas ocorreu no final da década de 90, com a intensificação no cultivo de tilápias e de camarão marinho e o estabelecimento de canais de mercado para estes dois produtos no Brasil e no exterior. O volume de produção da aquicultura nacional, inexpressivo e sem estatísticas oficiais até o início da década de 90, de acordo com dados do IBAMA saltou de 46.000 toneladas em 1995 para cerca de 250.000 toneladas em 2002, um crescimento médio anual ao redor de 27% ao ano.

Apesar do expressivo aumento na produção e popularização dos cultivos, os produtores ainda enfrentam dificuldades no que diz respeito à disponibilidade de equipamentos específicos para as necessidades da atividade. Apesar de algumas empresas nacionais já se dedicarem à fabricação de alguns equipamentos específicos para o setor (aeradores, caixas de transporte de peixes, kits de análises de água, redes, tanques-rede, entre outros), equipamentos voltados à automação do processo de alimentação de peixes e camarões praticamente não foram desenvolvidos por empresas nacionais e, quando usados, geralmente são de fabricação caseira de baixa funcionalidade ou são importados a um custo elevado. Essa falta de automação na alimentação dos animais faz com que a produção seja bastante dependente de mão-de-obra na alimentação. O uso de mão de obra na alimentação de peixes e camarões invariavelmente é muito intenso, em virtude da necessidade de ofertar diversas refeições ao dia em extensas áreas de cultivo. O custo com mão de obra, grande parte envolvida na alimentação chega a representar entre 15 e 20% do custo de produção. Adicionalmente, a ração chega representar outros 50 a 70% dos custos de produção na aquicultura intensiva e a oferta da mesma de forma inadequada (super ou sub-alimentação dos animais) pode comprometer o desempenho dos animais e a qualidade da água, resultando em aumento desnecessário nos custos de produção.

O presente trabalho visa o desenvolvimento de um mecanismo automatizado de controle do fornecimento de ração que possa ser utilizado em alimentadores

automáticos para peixes durante todas as fases de cultivo e de um sistema de controle que varie o tempo e a intermitência com que o alimentador opera a cada refeição.

Nas últimas décadas o preço de equipamentos de microeletrônica tais como chips, tem caído vertiginosamente, e a facilidade de implementação, uso e adaptabilidade têm aumentado. O que justifica a implementação de uma solução controlada por um microcontrolador ao invés de circuitos elétricos ou mesmo de mecanismos.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo desenvolver um mecanismo automatizado e de regulação simplificada que possibilite o controle do fornecimento de ração bem como um sistema de controle que varie o tempo e a intermitência com que o alimentador opera a cada refeição.

3 JUSTIFICATIVA

Este projeto busca o desenvolvimento de uma solução de baixo custo que viabilize a fabricação e o uso de alimentadores automáticos na aquicultura.

Este projeto está sendo realizado de forma a substituir as soluções atuais normalmente importadas e com custo muito elevado, bem como o uso desnecessário e também de custo alto de mão de obra na tarefa de alimentação de peixes nos tanques de piscicultura.

Além da substituição, o projeto visa melhorar os equipamentos atualmente disponíveis atendendo a uma melhor adequação às especificações e necessidades do piscicultor brasileiro.

4 ESPECIFICAÇÕES DO EQUIPAMENTO

Neste capítulo, serão discutidas todas as especificações mecânicas e de controle do equipamento que foram levantadas após uma visita a unidade de produção de alevinos da Indústria Brasileira do Peixe Ltda, em Itupeva-SP e uma entrevista com o Eng. Agrônomo Fernando Kubitza, especialista em produção de peixes.

4.1 Especificações mecânicas

O alimentador deve ser capaz de espalhar a ração uniformemente em uma área pré-determinada ou mesmo sobre toda a superfície do tanque de cultivo. Frisa-se que se a ração não for espalhada adequadamente no tanque, devido à competição entre os peixes por alimento, os peixes maiores se beneficiam impedindo que os menores comam. Dessa forma, os menores e mais fracos acabam morrendo, o que acarreta em perdas de produtividade. Na Fig. 1 percebe-se a concentração de alevinos (com poucas semanas de idade) caso a ração seja má distribuída.



Fig. 1 – Estufa.

O alimentador deve dispor de regulagens que permitam fornecer rações de várias formas e tamanhos de partículas (por exemplo, ração em pó ou na forma de pellets com diâmetro que pode variar entre 2 e 4 mm, ou maior). Dessa forma o equipamento terá maior versatilidade de uso, eliminando a necessidade de adaptações ou do desenvolvimento de um equipamento específico para cada tipo de ração, o que acarretaria em uma elevação do custo do mesmo. Devem-se levar em consideração também mecanismos para que a ração não aglutine e/ou trave em algum ponto do equipamento.

O custo desse equipamento deve ser o mais baixo possível, evitando, se possível, a manufatura de peças com geometria complicada, procurando-se usar materiais e partes disponíveis no mercado, de baixo custo e fáceis de encontrar, facilitando assim a fabricação e a reposição de peças e partes. O equipamento será desenvolvido tanto para uso interno, por exemplo em estufas (Fig. 1) ou galpões,



Fig. 2 – Tanques externos.

quanto para uso externo, em tanques abertos (Fig. 2), bastando apenas mudanças nas configurações e na quantidade de alimentadores.

O consumo de ração pelos peixes depende basicamente da temperatura da água e do tamanho (fase de desenvolvimento) dos animais. Pode variar de 12 a 8%

do peso vivo ao dia (PV/dia) para alevinos (animais jovens com até 5g); 8 a 3% PV/dia para juvenis (peixes entre 5 e 200g, por exemplo); 3 a 1% PV/dia para peixes em fase de finalização do cultivo (peixes entre 400 e 1.000g). O número de refeições diárias é maior para peixes menores e diminui com o aumento no tamanho dos peixes. Assim, a quantidade de alimentadores necessária em um determinado tanque deve ser ajustada em relação à biomassa de peixes estocada, ao tamanho dos peixes, à capacidade de carga do alimentador e à frequência de recarga de ração desejada no equipamento. Por exemplo, em um tanque estocado com 100.000 alevinos a biomassa máxima esperada é de 200kg de peixe. Ou seja, os alevinos serão alimentados até alcançarem peso médio ao redor de 2g. No final desta etapa de cultivo será necessário fornecer cerca de 20kg de ração por dia (10% do peso vivo dos peixes). Se a frequência de recarga desejada é de uma ao dia, o conjunto de alimentadores deverá comportar 20 kg de ração. Se for necessário distribuir a ração em todo o tanque e cada alimentador individual consegue cobrir uma área de 20% da área do tanque, será necessário instalar 5 alimentadores no referido tanque. Cada alimentador deverá ter capacidade para armazenar pelo menos 4kg de ração (20kg/5 alimentadores).

4.2 Especificações do controlador

O controlador deverá ser programado de forma a permitir múltiplas alimentações em um mesmo dia, controláveis por tempo, de forma a se ter o controle da quantidade de comida em cada alimentação. Podem-se implementar sistemas de monitoramento da quantidade de comida, assim como dispositivos de saída como displays informando o que for pertinente, como quantas alimentações já foram realizadas, tempo de cada alimentação, etc.

A um determinado momento, cada tanque possui uma quantidade (número e biomassa) particular de peixes. Assim, os alimentadores devem permitir a regulação do volume de descarga de ração em cada alimentação, através de um mecanismo de limitação de fluxo ou de controle do tempo de acionamento dos alimentadores. Portanto, com o intuito de redução de custo, um mesmo mecanismo controlador idealmente deveria ser capaz de controlar o tempo de acionamento e o número de acionamentos diários de cada alimentador (individualmente ou em grupo),

possibilitando o fornecimento de diferentes tipos e quantidades de rações e de diferentes números de refeições de acordo com a necessidade momentânea de cada tanque.

Deve-se frisar que a implementação das especificações acima citadas dependerá do controlador escolhido, e poderão ser limitadas ou eliminadas conforme a escolha do controlador.

5 ANÁLISE DAS SOLUÇÕES

Neste capítulo será feita uma análise das possíveis soluções citando seus prós e contras. Ao final será escolhida uma solução que melhor atenda as especificações. Também serão apresentadas algumas soluções atualmente encontradas no mercado e em instalações de piscicultura

5.1 Soluções vigentes

Foram realizadas várias pesquisas na internet a fim de encontrar soluções oferecidas no mercado, sendo apresentadas aqui as mais interessantes. Todas as informações e preços aqui disponíveis são fornecidas pelos fabricantes. Para conversão de valores foi usada a cotação do Dólar e da Libra esterlina de 17/04/05, (1 Dólar = R\$ 2,597 e 1 Libra = R\$ 1,77).

- Cloverleaf Feeders

Alimentador programável com até 8 alimentações diárias em qualquer período escolhido, controladas por um timer, sendo disponível em 3 capacidades diferentes (2.5, 5 e 7 kg). Nota-se que não é possível espalhar-se a ração pelo tanque. Com custo de R\$ 328,00 (2.5 kg), R\$ 376,00 (5 kg) e



Fig. 3 – Cloverleaf Feeders

R\$ 446,00 (7kg).

- Clockwork Fish Feeder

Esse alimentador é controlado por um relógio ligado a uma esteira. Conforme a rotação do ponteiro do relógio, a esteira se recolhe e a comida é despejada por baixo. Disponibilizado em dois modelos, sendo estes de 3 ou 5 kg com curso de 12 ou 24 horas com custo de R\$ 496,00 (modelos de 3kg) e 563,00 (modelos de 5kg).

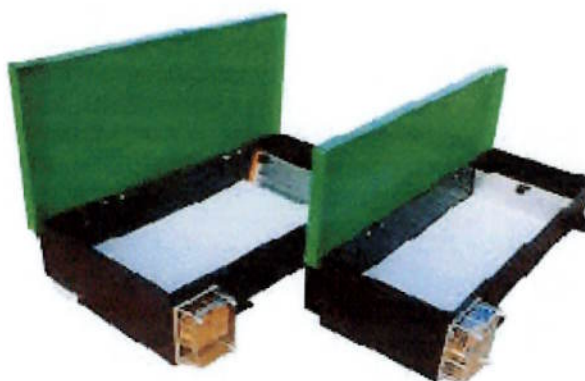


Fig. 4 – Clockwok Fish Feeder

- Arvo-Tec Robot Feeder

Esse alimentador consiste de um ou mais tanques com um mecanismo que dispersa a ração, ele pode ser usado para vários tipos de rações e programado



Fig. 5 – Arvo-Tec Robot Feeder

para vários intervalos de tempo, fazendo uso de um microprocessador e com disponibilidade de interface com um PC. Esses alimentadores são movimentados por cima do tanque por um sistema de trilhos fixados no teto da instalação. Infelizmente essa companhia não informa o preço do sistema, mas por sua complexidade estima-se que o custo é muito elevado, superando os custos dos alimentadores aqui apresentados.

- Auger Feeder (alimentador com rosca sem fim)

Esse alimentador consiste em um reservatório para a ração e um mecanismo de rosca sem fim que dispensa a mesma. Nota-se que ele é programável para apenas uma alimentação a qualquer hora do dia. Para que ele possa ser usado várias



Fig. 6 – Auger Feeder

vezes em um mesmo dia, é necessária a compra de um temporizador ligado na fonte de energia do alimentador, assim ele liberará a ração sempre que o temporizador o ligar. Nota-se também pelo projeto mecânico que esse alimentador não é capaz de espalhar a comida por uma área do tanque e foi cotado com custo de R\$ 131,00 e o temporizador com custo de R\$ 47,00.

- Demand Feeder

Esse alimentador consiste de vários tanques fixados sobre uma plataforma flutuante. Para liberação da ração há um mecanismo dentro da água em que o peixe esbarra e o mecanismo abre uma comporta liberando uma certa quantidade de ração. Cada tanque tem custo de R\$ 350,00 e tem capacidade de ração de 45 kg.



Fig. 7 – Demand Feeder

5.2 Soluções Propostas

Neste capítulo serão apresentadas algumas soluções para estudo de viabilidade e por final a decisão da solução que melhor atenda as especificações com menor custo estimado possível.

5.2.1 Alimentador por esteira

Esse alimentador consiste de uma caixa retangular com uma abertura interior de aproximadamente 30% do comprimento da caixa, uma tampa superior para proteção do alimento contra umidade e vento, uma esteira presa em dois roletes e um motor acoplado a um dos roletes.

A ração é depositada sobre a esteira móvel e a tampa é fechada. O motor, controlado por um microcontrolador, é acionado determinadas vezes durante o dia por um tempo pré-programado fazendo com que a esteira se enrole no rolete sobre a abertura fazendo com que a ração que esta depositada sobre a esteira caia pela abertura inferior. Esse alimentador pode ser posicionado em uma plataforma posicionada na borda ou sobre os tanques.

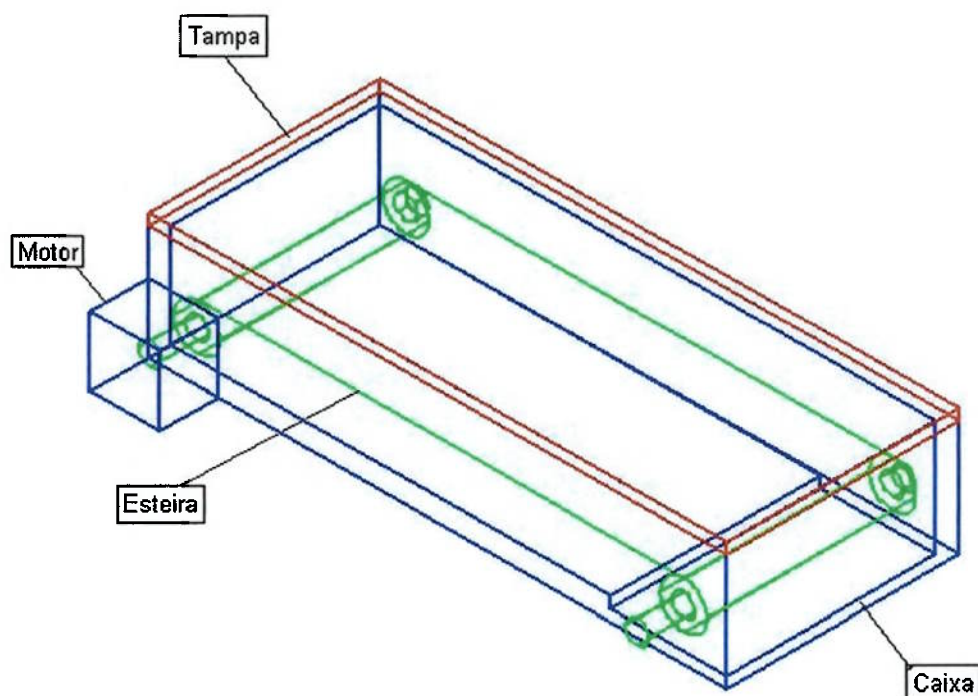


Fig. 8 – Alimentador por esteira

Essa solução pode ser viável por ser de fácil construção e robusta, mas não é capaz de espalhar a ração por uma área do tanque. Além disso, necessita de um motor de passo ou de corrente contínua com “encoder” para controlar o quanto a esteira é enrolada no rolete e, dessa forma, o quanto de comida é despejada no tanque.

A quantidade de ração que é fornecida diariamente depende da capacidade do alimentador e da velocidade de recolhimento da esteira (o que pode exigir mais de uma recarga diária). A quantidade de ração fornecida por refeição pode ser ajustada pelo próprio funcionário, fazendo pilhas de ração na esteira. Veja o figura abaixo.

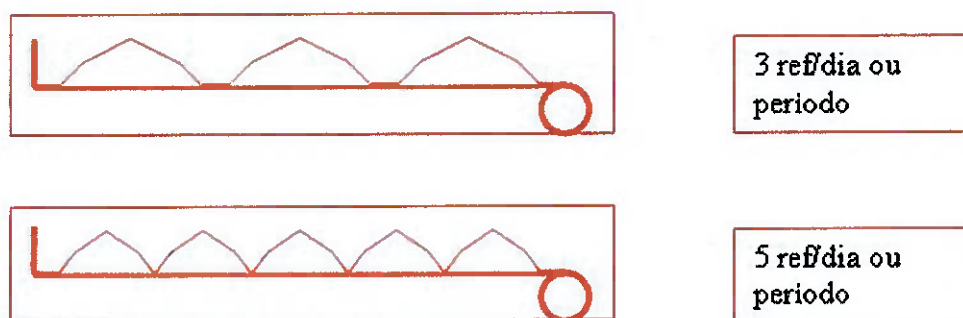


Fig. 9 – Variação do numero de alimentações

5.2.2 Alimentador por ventilação

Esse alimentador consiste de um tanque de armazenamento com uma tampa para proteção contra as intempéries, um tubo para dispersão da ração, uma válvula de controle da quantidade de ração entre o reservatório e o tubo e um ventilador acoplado ao tubo de dispersão.

Ao ser acionado, o microcontrolador aciona o ventilador ao final do tubo a

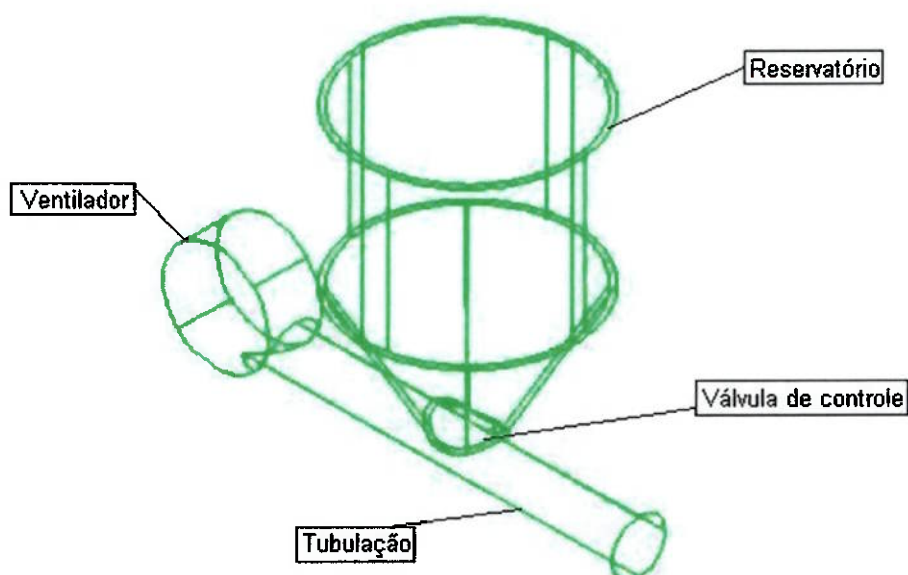


Fig. 10 – Alimentador por ventilação

uma velocidade pré-determinada. Somente após essa velocidade ser atingida, para evitar entupimento do tubo, a válvula de controle é aberta com uma determinada abertura e a comida por ação da gravidade cai no tubo onde é empurrada pela corrente de ar gerada e despejada no tanque a certa distância do alimentador.

Esse alimentador também é uma alternativa viável por ser de fácil construção e ser robusto e espalharem adequadamente as rações em diferentes formas de apresentação (pó e pellets). No entanto, o controle da abertura da válvula que regula a quantidade de comida a ser fornecida pode ser bastante complexo. Além disso, o custo desse alimentador se torna mais elevado por serem necessários 2 motores para seu funcionamento, sendo um motor usado para acionar o ventilador e outro motor para controlar abertura da válvula de controle.

5.2.2 Alimentador com ventilador vertical

Esse alimentador consiste de um reservatório, uma tampa superior para proteção contra intempéries, uma tampa inferior, e um espalhador acoplado a um

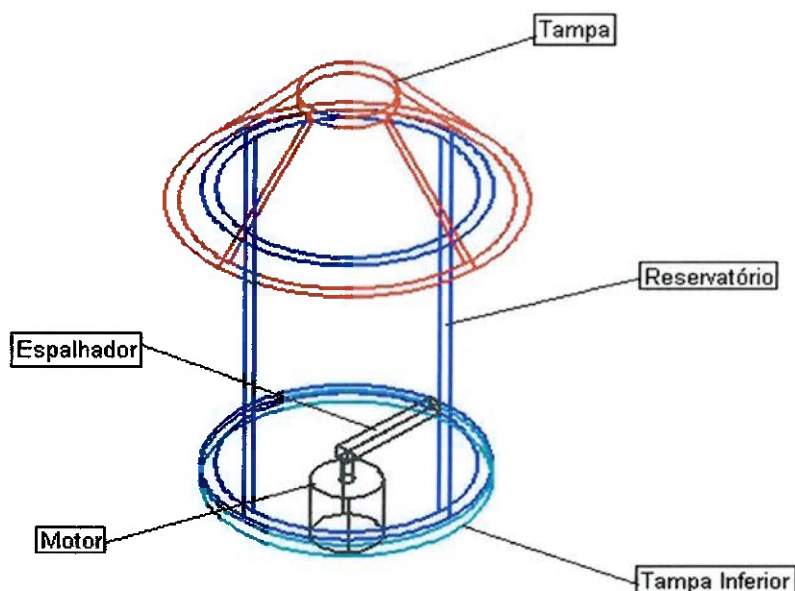


Fig. 11 – Alimentador com ventilador vertical

motor para a dispersão da ração no tanque.

O microcontrolador aciona o motor que faz com que o espalhador gire liberando a comida através da abertura entre a tampa inferior e o reservatório que pode ser uma região circular ou semicircular em volta do alimentador, dependendo de como a abertura é ajustada.

Esse alimentador se mostra viável por espalhar a comida com eficiência, jogando a ração sempre em um raio de alcance pré-definido. Além disso, o alimentador é de fácil construção e de menor custo pelo fato de se usar somente um motor.

5.3 Discussão e escolha da solução

Analizando as soluções e especificações anteriormente propostas, constata-se que a construção mecânica das três soluções tem basicamente o mesmo nível de dificuldade, variando no grau de dificuldade da programação do microcontrolador.

As soluções têm custos variantes devido aos seguintes fatores: a solução de alimentador por ventilação necessita de dois motores ou atuadores; a solução de alimentador por esteira necessita de um motor de corrente contínua com um encoder ou de um motor de passo; e a solução de alimentador com ventilador vertical usa somente um motor de corrente contínua. Os custos relativos à parte mecânica dos alimentadores não apresentam muitas diferenças, visto que nenhum deles incorpora partes com usinagens complexas ou materiais de custo elevado.

Nota-se também que a solução de alimentador com ventilador vertical é capaz de espalhar a ração por uma área de maneira mais eficiente que as demais apresentadas. Para facilitar a escolha da melhor solução foi utilizada a seguinte tabela de decisão.

Nessa tabela foi adotado um critério de pontos dando-se notas de 0 a 10 para cada quesito dependendo da eficiência ou não do alimentador nesse quesito levando em consideração os itens anteriores onde foi feita uma discussão a respeito das qualidades de cada solução.

Tabela 1 – Tabela de decisão

	Alimentador por Esteira	Alimentador por Ventilação	Alimentador com Ventilador Vertical
Custo mecânico	2	2	2
Especificações			
Espalhamento	8	3	2
Travamento	1	5	1
Custo elétrico	5	6	2
Construção	2	2	2
Programação	3	4	2
Total	21	22	11

Onde o custo mecânico é o custo estimado de fabricação das partes mecânicas de cada alimentador; espalhamento é a dificuldade de espalhamento da ração pelo alimentador, ou seja, quanto menor a área de ação maior a dificuldade de espalhamento; travamento é a possibilidade de que a ração trave em alguma parte do alimentador e faça o mesmo parar de funcionar; o custo elétrico é o custo relacionado a parte de controle e de motores, atuadores, encoders e o que mais for necessário a construção é a dificuldade de construção da parte mecânica, ou seja, se alguma usinagem especial é necessária ou se as peças já podem ser compradas prontas; e a programação é a dificuldade esperada para programação do controlador levando em consideração os aspectos elétricos e mecânicos de cada alimentador.

Assim, a solução que apresentou o menor valor no critério de pontos e conseqüentemente melhor atende as especificações é a solução de Alimentador com Ventilador Vertical. A seguir será feito todo o dimensionamento desse alimentador.

6 PROJETO BÁSICO

6.1 Modelagem matemática

Neste capítulo será analisada um dos principais aspectos de projeto a velocidade, de modo a se alcançar um projeto ideal e dessa forma com menor custo possível para as especificações requeridas.

Analisando-se a solução escolhida, conclui-se que a região passível de ser modelada é a região que consiste do motor acoplado com o espalhador e a ração a ser despejada no tanque.

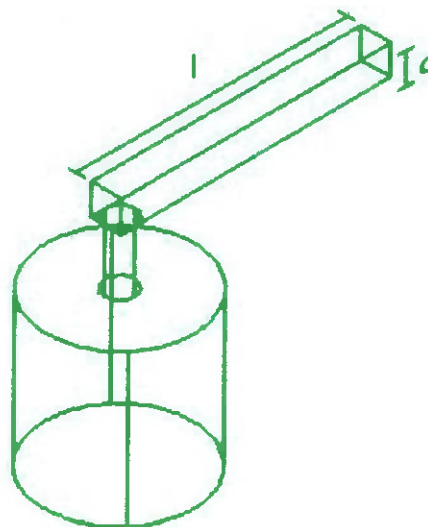


Fig. 12 – Motor e espalhador

6.1.1 Análise cinemática

Para análise cinemática iremos considerar um grão da ração de massa m e diâmetro d_g que inicialmente estará acoplado com o espalhador a uma velocidade $\omega \cdot l$ no instante t . Ao ser liberado, esse grão de ração deixa o espalhador com uma velocidade $\vec{V} = V_t \hat{t} + V_z \hat{k}$. Usando o modelo abaixo e desconsiderando a resistência do ar, obtém-se as seguintes componentes de velocidade:

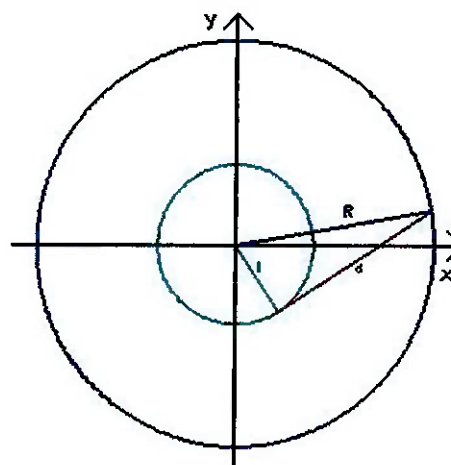


Fig. 13 – Modelo para análise

$$V_{\hat{t}} = \omega \cdot l \cdot \hat{t}$$

$$V_{\hat{z}} = -g \cdot t \cdot \hat{k}$$

Onde l é o comprimento do espalhador, d é a distância que a ração alcança do alimentador, e R é o raio de ação do alimentador. Para o cálculo do raio de ação, que é o que realmente interessa para o projeto do alimentador, sabendo-se que $S = \int V dt$ e considerando que a velocidade angular $\omega \hat{k}$ é constante, primeiramente calcula-se o tempo de queda em função da altura do alimentador.

$$h = \int_0^{t_{queda}} g \cdot t \cdot dt \rightarrow t_{queda} = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$$

Com o tempo de ação, calcula-se a distância que a ração alcança:

$$d = \int_0^{t_{queda}} \omega \cdot l \cdot dt \rightarrow d = \omega \cdot l \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$$

E finalmente com a distancia d e o comprimento do espalhador l calcula-se o raio de ação:

$$R = \sqrt{l^2 + d^2} = \sqrt{l^2 \cdot \left(1 + \omega^2 \cdot \frac{2 \cdot h}{g}\right)}$$

6.1.2 Dimensionamento da estrutura

Para o dimensionamento da estrutura, inicialmente foi medida a densidade dos três tipos de rações (pó, pellet de 2mm e pellet de 4mm) com os seguintes resultados:

Tabela 2 – Densidade das rações

Tipo de ração	Peso	Densidade	Volume para 5 Kg
Pellet de 4mm	250g	0,5 Kg/L	10 L
Pellet de 2mm	280g	0,56 Kg/L	8,93 L
Pó	320g	0,64 Kg/L	7,82 L

As medições foram realizadas em uma balança eletrônica com amostras de 500ml, a quantidade de 5 Kg de ração foi estipulada pelo criador como a quantidade consumida por um tanque durante um dia.

Por ser o maior volume e dessa forma o pior caso, a estrutura será dimensionada para 10 L com mais 0,5 L de volume extra, portanto 10,5 L no total. Para construção do corpo do alimentador será usado um tubo com diâmetro externo de 150 mm e espessura da parede de 3,2 mm, pois quanto menor o raio do espalhador da ração, menor será o torque no motor, mas deve-se levar em consideração também a altura final do alimentador.

Através da fórmula do volume do cilindro obteve-se a altura aproximada de 600 mm, mais 50 mm de espaço estimado para fixação das outras partes do alimentador no corpo. Portanto o corpo do alimentador terá um comprimento de 650 mm.

6.1.3 Projeto da estrutura

A estrutura foi projetada conforme os critérios do tópico anterior com as funcionalidades desejadas. O desenho esquemático do projeto mecânico pode ser observado na Fig. 14.

A tampa (em laranja) foi projetada em uma forma cônica para evitar respingos e acúmulo de água sobre o alimentador. A tampa conterà uma trava de correr para fixação com o corpo. A trava de correr foi escolhida, pois foi a forma mais simples e rígida encontrada na análise de soluções, considerando que a estrutura deverá ser aberta com certa frequência, em média a cada 24 horas.

O corpo (em verde) foi

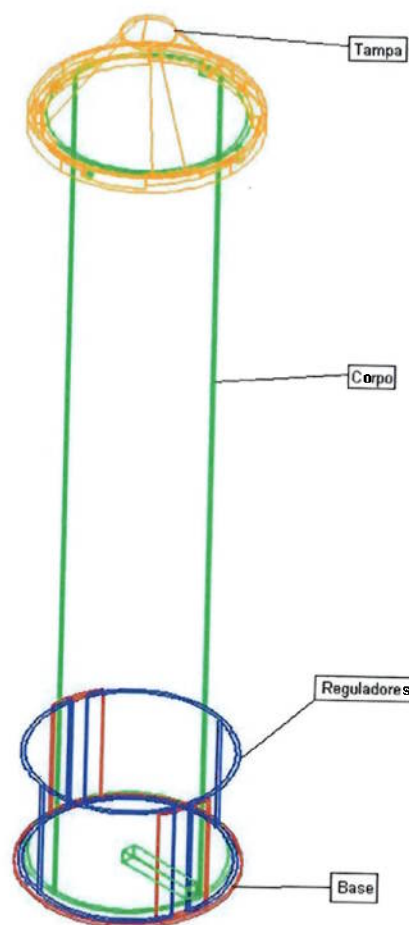


Fig. 14 – Estrutura final

dimensionado no item anterior e a ele foi adicionado o macho da trava de correr para fixação da tampa.

A base (em vermelho) é constituída de uma chapa circular onde o motor será fixado e duas chapas perpendiculares fixadas nela. Uma das chapas será usada para fixação no corpo e, junto com outra chapa sobreposta a essa, será usada como trilho para a regulação dos reguladores.

Os reguladores (em azul) permitem o ajuste da abertura para a saída da ração, possibilitando o controle do fluxo da ração escolhida, bem como a escolha de por qual lado do alimentador através do qual a ração será despejada. Ele é constituído de duas cascas cilíndricas que correm pelo trilho da base.

Para maiores detalhes sobre as partes consultar desenhos anexos.

6.1.4 Refinamento do projeto

Após o projeto inicial da estrutura e a escolha do material, foram sugeridas as seguintes modificações de forma a facilitar a fabricação das peças.

Tampa: A parte cônica da tampa foi retirada pela sua dificuldade de fabricação, a tampa será reta com um pegador para facilitar sua abertura e fixação. O sistema de travas sofreu algumas alterações conforme desenhos anexos.

Corpo: O corpo sofreu alterações para se adequar a nova trava, uma peça cônica será soldada ao corpo próximo aos reguladores para proteção contra umidade.

Reguladores: Os reguladores permaneceram os mesmo, exceto pela adição dos puxadores para facilitar sua manipulação.

Espalhador: O corpo do espalhador que inicialmente tinha um perfil retangular agora tem um perfil trapezoidal. O eixo do motor não é mais acoplado ao eixo do alimentador diretamente, ao espalhador foi fixado um eixo em alumínio que será acoplado ao eixo do motor por uma junta universal. O motor é fixado a

estrutura por uma chapa de aço dobrada de forma retangular presa à base do alimentador e ao motor.

6.1.5 Custos de fabricação

Com ajuda do departamento de custos do Grupo Vidy, onde o alimentador foi fabricado, os custos de fabricação do mesmo foram levantados:

Tabela 3 – Custos de fabricação

Material	Custo Unitário (R\$)	Utilizado	Custo Total
Tubo PVC Φ 150mm	13,76/m	0,8	R\$ 11,00
Chapa PVC 6mm	81,74/m ²	0,07	R\$ 5,75
Chapa PVC 4mm	54,17/m ²	0,04	R\$ 2,20
Cordão de solda PVC 2mm	13,00/kg	0,1	R\$ 1,30
Barra de latão 1"	42,00/m	0,03	R\$ 1,26
Barra de Al. 6mm	78,00/m	0,05	R\$ 3,90
Total matéria prima			R\$ 25,41
Mão de obra	8,00/hora	9,0	R\$ 72,00
Motor DC 12V	59,00	1,0	R\$ 59,00
Driver	20,00	1,0	R\$ 20,00
Total			R\$ 176,41

Considerando os custos dos alimentadores apresentados nas soluções vigentes, o alimentador projetado, que apresentou um custo total de R\$ 176,41, se torna viável para fabricação em larga escala, visto que o custo do protótipo é sempre superior ao do produto final.

6.1.6 Escolha dos materiais

Para construção do protótipo é necessária a definição dos materiais. Devido ao ambiente úmido e à carga que o alimentador será submetido, é necessário um material que seja inoxidável, resistente e leve. Dois materiais se mostram mais viáveis: o alumínio e o PVC.

Ao se analisar pela geometria e pelos processos de fabricação de cada peça do alimentador, percebe-se que, caso a estrutura seja feita em alumínio algumas

usinagens complicadas seriam necessárias. Por outro lado em PVC as mesmas estruturas são facilmente pré-fabricadas e depois conformadas na forma cilíndrica do alimentador. Como exemplo disso temos a trava de correr, que em alumínio deveria ser torneada, mas em PVC pode ser feita a partir de uma peça retangular e facilmente conformada na forma circular.

Considerando os custos médios dos dois materiais por tonelada, tem-se, que em média o custo da tonelada de PVC é de US\$ 800, enquanto o custo por tonelada do alumínio é de US\$ 2800. Além do custo deve-se considerar vantagem a facilidade de obtenção do material, onde o PVC pode ser encontrado em casas de materiais de construção.

6.1.7 O alimentador

O protótipo do alimentador com o motor fixado em sua base e mostrando na Fig. 15 – Protótipo:



Fig. 15 – Protótipo

A fixação do motor é mostrada na Fig. 16. Nessa figura é possível ver em detalhe o regulador e a junta universal usada para o acoplamento do motor com o eixo do espalhador:

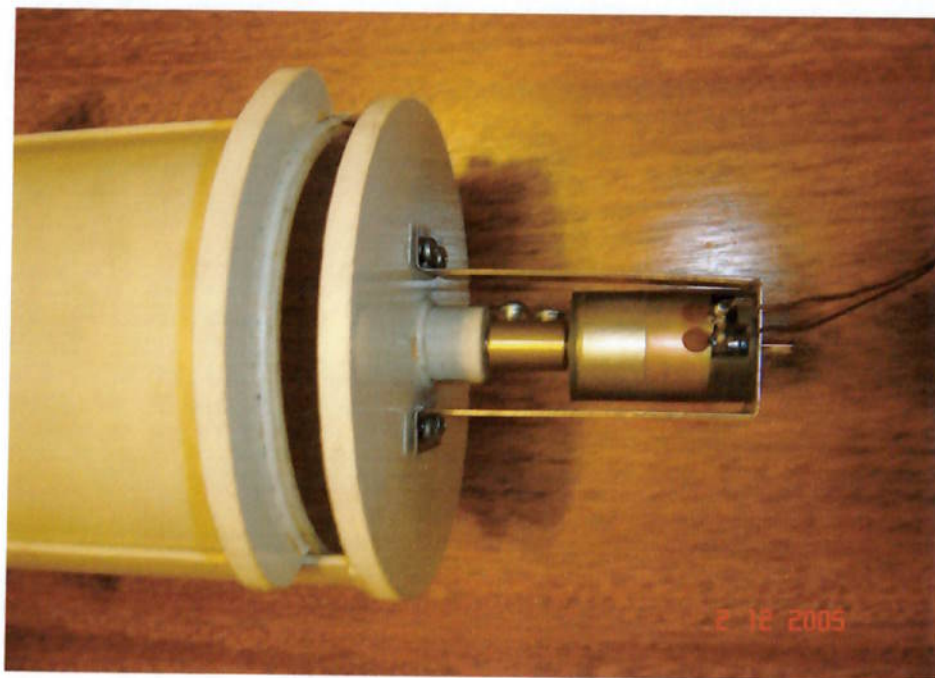


Fig. 16 – Motor e acoplamento

A Fig. 17 e Fig. 18 mostram o detalhe da tampa e da fixação no corpo do alimentador:

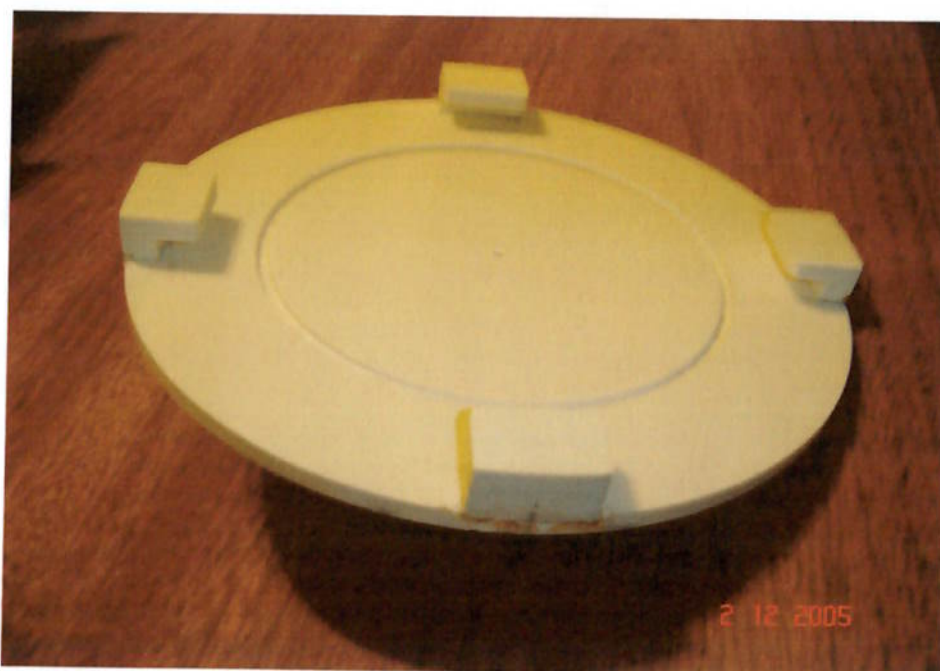


Fig. 17 – Tampa



Fig. 18 – Fixação

6.2 Análise do microcontrolador

Um microcontrolador é um sistema computacional constituído de uma unidade central de processamento (CPU), memória para armazenamento de instruções e manipulação de dados, um sistema de clock para dar seqüências às atividades da CPU, entradas e saídas para comunicação da CPU com o mundo externo e um programa para realizar alguma tarefa definida pelo usuário.

6.2.1 HC08

A família Motorola M68HC08 contém CPUs de 8bits que tem uma organização denominada arquitetura de Von Neumann. Nessa arquitetura, a CPU e a memória são conectadas por um barramento de endereço e um barramento de dados. O barramento de endereços é utilizado para identificar qual posição de memória está sendo acessada, e o barramento de dados é usado para enviar uma informação da CPU para um endereço de memória, ou de um endereço de memória para a CPU.

Características da família HC08:

- CPU com frequência de barramento interno de até 8MHz.
- 64 Kbytes endereçáveis para memória de programa, dados e periféricos.
- Barramento interno flexível para acesso de periféricos.
- Modos de baixo consumo
- Registrador de 16 bits para Stack Pointer com instruções de manipulação da pilha.
- Registrador de Índice com manipulação do byte Low e High.
- Movimentação de dados entre a memória sem utilização de um acumulador
- Instruções rápidas de multiplicação de 8 bits por 8 bits e divisão de 16 bits por 8 bits.

O controlador tem um encapsulamento de 16 pinos e assim segue a descrição de cada pino e sua função:

Tabela 4 – Pinos e descrições

Pino	Descrição	Função
VDD	Power supply	Força
VSS	Power supply ground	Força
PTA0	PTA0 — General purpose I/O	Entrada/Saída
	AD0 — A/D channel 0	Entrada
	TCH0 — Timer Channel 0 I/O	Entrada/Saída
	KBI0 — Keyboard interrupt input 0	Entrada
PTA1	PTA1 — General purpose I/O	Entrada/Saída
	AD1 — A/D channel 1	Entrada
	TCH1 — Timer Channel 1 I/O	Entrada/Saída
	KBI1 — Keyboard interrupt input 1	Entrada
PTA2	PTA2 — General purpose input-only	Entrada
	IRQ — External interrupt	Entrada
	KBI2 — Keyboard interrupt input 2	Entrada
	TCLK — Timer clock input	Entrada
PTA3	PTA3 — General purpose I/O	Entrada/Saída
	RST — Reset input	Entrada
	KBI3 — Keyboard interrupt input 3	Entrada
PTA4	PTA4 — General purpose I/O	Entrada
	OSC2 — XTAL, RC, or external oscillator	Saída
	AD2 — A/D channel 2	Entrada
	KBI4 — Keyboard interrupt input 4	Entrada
PTA5	PTA5 — General purpose I/O	Entrada/Saída
	OSC1 — XTAL, RC, or external oscillator	Entrada
	AD3 — A/D channel 3	Entrada
	KBI5 — Keyboard interrupt input 5	Entrada
PTB[0:7]	8 general-purpose I/O ports	Entrada/Saída

A Porta A PTA[0:5] tem 6 funções especiais que compartilham todos os 6 pinos com módulo de interrupção de teclado (KBI). Cada pino também tem pull-ups internos configuráveis se, o pino estiver configurado como entrada.

A Porta B PTA[0:7] tem 8 bits de entrada e saída de propósito geral. Estado disponível somente nos microcontroladores MC68HH908QY1/QU2/QY4. Cada pino da porta B também tem pull-ups internos configuráveis, se o pino estiver configurado como entrada.

Cada Porta A e B tem um endereço de leitura e/ou escrita, sendo esses:

Addr.	Register Name	Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
\$0000	Port A Data Register (PTA)	Read: R	AWUL	PTA5	PTA4	PTA3	PTA2	PTA1	PTA0
		Write:							
		Reset:	Unaffected by reset						
\$0001	Port B Data Register (PTB)	Read: PTB7	PTB6	PTB5	PTB4	PTB3	PTB2	PTB1	PTB0
		Write:							
		Reset:	Unaffected by reset						

Fig. 19 – Endereços Porta A e Porta B

Para definição se cada porta é uma entrada ou uma saída é utilizado o registrador Data Direction Register para Porta A (DDRA) e DDRB para porta B. Escrevendo o valor 1, a porta se torna uma saída e escrevendo o valor 0, a porta se torna uma entrada.

\$0004	Data Direction Register A (DDRA)	Read: R	R	DDRA5	DDRA4	DDRA3	0	DDRA1	DDRA0
		Write:							
		Reset:	0	0	0	0	0	0	0
\$0005	Data Direction Register B (DDRB)	Read: DDRB7	DDRB6	DDRB5	DDRB4	DDRB3	DDRB2	DDRB1	DDRB0
		Write:							
		Reset:	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 20 – Registrador DDR

O pino /IRQ, compartilhado com PTA2 e interrupção de teclado (KBI), fornece uma entrada e uma interrupção externa mascarável.

O módulo de interrupção de teclado (KBI) fornece 6 interrupções externas mascaráveis independentemente, que são acessíveis através dos pinos PTA[0:5], mais uma interrupção mascarável controlada por auto-despertar.

O pino OSC1 é habilitado como uma entrada de um sinal de um circuito oscilador externo, caso seja necessário. O pino OSC 2 é utilizado quando se usa um oscilador RC como fonte externa de clock.

O módulo TIM (Módulo de interface do temporizador) compartilha 2 pinos de entrada e saída com 2 pinos da Porta A, que fornecem referências de tempo, captura de entrada e comparação de saída. Com a função de captura de entrada, o módulo TIM pode determinar precisamente o tempo no qual um evento externo ocorre e, com a função de comparação de saída, o módulo TIM pode gerar um pulso periódico programável, quando o contador alcança o valor programado o módulo TIM pode setar, resetar ou mudar o estado do pino do canal.

Os quatro canais do conversor analógico digital (ADC) são disponíveis para amostrar sinais externos nos pinos PTA0, PTA1, PTA4 e PTA5. Um multiplexador analógico interno permite que um dos canais seja amostrado e armazenado em um registrador próprio com resolução de 8 bits.

6.2.2 A placa de desenvolvimento

Em conjunto com o controlador foi utilizada a placa de desenvolvimento M68EVB908Q juntamente com o software CodeWarrior, que permite a edição, compilação, simulação, emulação e gravação da memória FLASH.

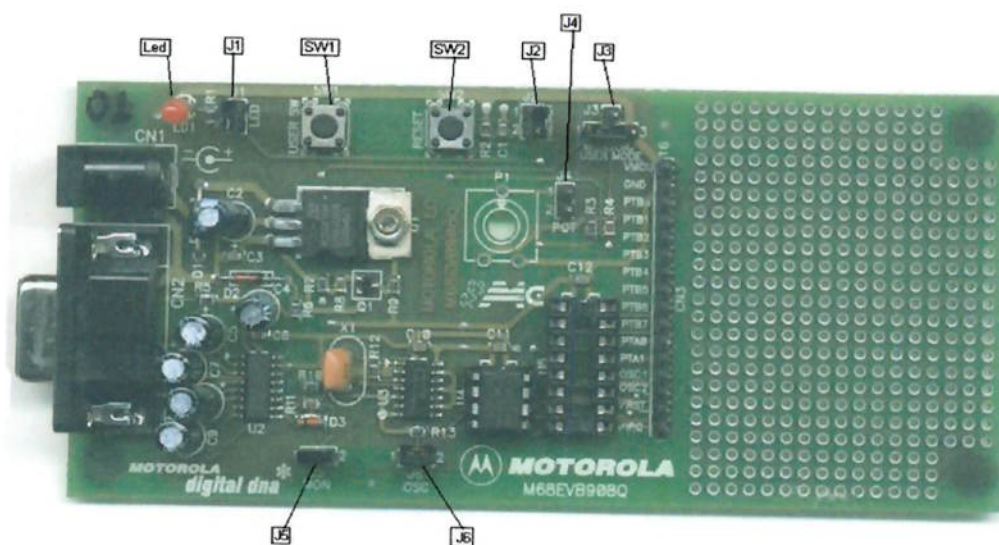


Fig. 21 – Placa de desenvolvimento

Principais componentes da placa:

- LD1 – LED do usuário

Este LED está conectado ao pino PTA1 da MCU por meio do jumper J1, ele é indicado para alertas visuais.

- J1 – Jumper para habilitação do LED

Esse jumper conecta o LED ao pino PTA1 da MCU, se o pino PTA1 for usado para outro propósito, o jumper pode ser removido e a porta PTA1 fica disponível.

- SW1 – Botão do usuário

O botão do usuário é conectado ao pino PTA2/IRQ da MCU para uso geral.

- SW2 – Botão de reset

O botão de reset conecta o pino de reset da MCU à V_{SS} , de modo a provocar reset na MCU sempre que pressionado.

- J2 – Jumper para habilitar o botão reset

Este jumper habilita o botão de reset quando está fechado, para utilizar o pino EST como I/O este jumper deve ser removido.

- J3 – Jumper dos modos monitor/usuário

Este jumper seleciona se a MCU opera em modo usuário ou monitor. O modo usuário é utilizado para que o programa gravado na FLASH seja executado e o modo monitor é utilizado para simulação, emulação e gravação da FLASH.

- J5 – Jumper para habilitar a porta de comunicação

O pino PTA0 da MCU é utilizado para comunicação do modo monitor com o programa de controle no PC. O sinal de comunicação do PC passa através de um circuito integrado conversor de níveis e então vai para o pino PTA. Caso esse jumper seja removido, o circuito conversor é desabilitado.

- J6 – Jumper para habilitar o oscilador da placa

O Oscilador da placa é um oscilador de baixo custo, usando um ressonador cerâmico de 20 MHz e um circuito integrado com buffers inversores. Ele pode ser conectado ao pino OSC1 da MCU através do jumper J6, o qual deveria estar aberto se o oscilador interno estiver sendo usado.

Para alimentação da placa de desenvolvimento é utilizada uma fonte com tensão entre 9V e 10V com corrente mínima de 100mA.

6.2.3 Programação do controlador

A programação do controlador foi feita através da interface CodeWarrior em C, inicialmente foi desenvolvido um timer, que é a base de todas as funções do controle, sendo usado tanto na contagem do intervalo entre as alimentações e como para o acionamento do motor através de um sinal PWM.

6.2.3.1 PWM

Para acionamento e controle do motor será gerado um PWM pela saída PTA0 do HC08, sendo que o código gerado é o seguinte:

```
#####
void iniciamotor(){
    TSC = 0x20;
    TSC = 0x10; // 0001 0000
    TMODH = 0x08; // Período
    TMDL = 0x00; // 2048 102,4 microssegundos
    TCH0H = 0x04; // Duty cycle
    TCH0L = 0x00; //
    TSC0 = 0xDA; // 1101 1010
    while( !(TSC&0x80)) {
        __RESET_WATCHDOG(); /* feeds the dog */
    }
}
#####
```

Essa rotina inicializa o motor, definindo o período do PWM (registradores TMDH e TMDL), o Duty cycle inicial (TCH0H e TCH0L) e os parâmetros de inicialização (TSC0). Para alterar a velocidade do motor, ou mesmo, para para-lo, funções auxiliares que definem duty cycles específicos para cada velocidade.

6.2.3.2 Timer

Para o controle de tempo, devido a restrições do HC08, foi utilizado o próprio PWM. O contador é incrementado a cada subida e descida do PWM. No algoritmo implementado essa contagem é feita até 1 segundo para facilitar o controle de tempo do alimentador, que trabalha com tempos relativamente pequenos, da ordem de

segundos, para o tempo que o motor fica ligado, bem como tempos longos, da ordem de horas, para o tempo entre as alimentações.

Sendo assim o código a ser usado é:

```
#####
void timer1s(){
  int n,a;
  n=20000;
  while(n>0){
    while( !(TSC&0x80)) {
      __RESET_WATCHDOG(); /* feeds the dog */
    }
    for(a=8;a>0;a--);
    n--;
  }
}
#####
```

6.3 Acionamento

O acionamento do motor do alimentador será realizado por um motor DC através de uma placa de potência (driver).

6.3.1 A placa de potência

Para o acionamento do motor foi utilizada uma placa de acionamento de

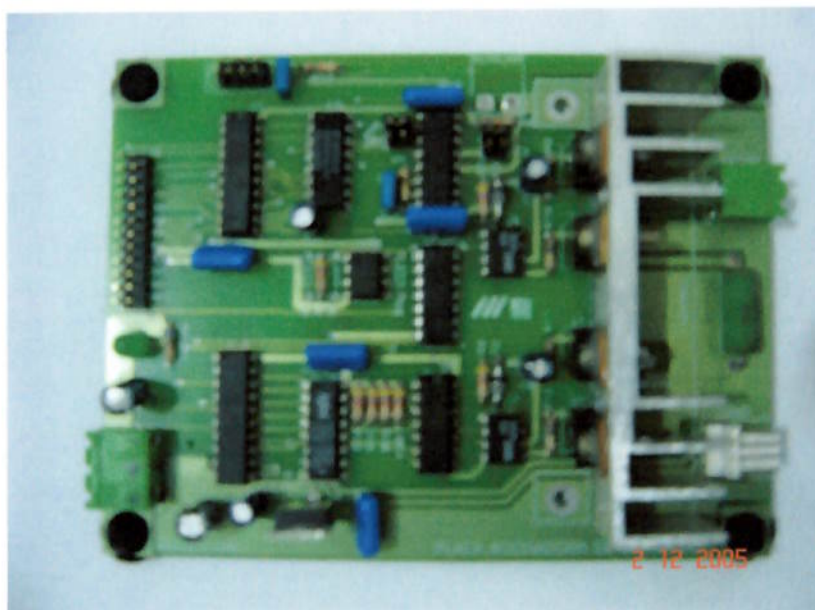


Fig. 22 – Placa de potencia

motores DC pertencente ao departamento, nela temos a entrada do PWM proveniente do HC08, o terra do PWM (que deve ser aterrado na fonte de alimentação do motor) e a saída para o motor.

6.3.2 O motor

O motor fornecido foi ensaiado em uma fonte estabilizada para levantamento das correntes de partida, funcionamento e partida com carregamento. Os seguintes dados foram encontrados:

- Corrente de partida: 160 mA
- Corrente de operação: 60 mA
- Corrente com carga: 1.2 A
- Velocidade máxima: 3000 rpm
- Potência: 17.3 W

Com esses dados e com a formulação desenvolvida nos itens anteriores, desconsiderando perdas no acoplamento, chegou-se em um raio de alcance máximo de 3 metros.

7 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do projeto do alimentador foi encaminhado de forma mais racional possível, procurando sempre a melhor solução entre as alternativas propostas. Para isso fez-se uso de formulações matemáticas, tabelas de comparação e ensaios.

A parte mecânica do protótipo, fabricada em PVC, se demonstrou robusta e flexível às varias possibilidades de uso do alimentador. Após testes de funcionamento do alimentador foi verificado que a peça que prende o motor à estrutura, fabricada em aço, se demonstrou pouco rígida, causando vibrações no motor que aumentavam o atrito entre o eixo do alimentador e a passagem deste pela estrutura, fazendo com que a haste se movesse de forma irregular e com pouca velocidade.

A mesma peça que prende o motor à estrutura também se demonstrou de difícil fabricação e ajuste, o que resultava em dificuldades de alinhamento entre o eixo do motor e o eixo da haste. Após os testes, pode-se concluir que essa peça deveria ser fabricada em um material mais rígido, possivelmente de PVC como o resto do corpo, bem como a furação do eixo da haste deverá ser feita juntamente com a do eixo do motor para evitar o não alinhamento entre os dois.

O controle foi bem implementado, mas acabou sendo restrito devido à limitações da placa de desenvolvimento, principalmente por ter poucos botões, e o próprio HC08, principalmente por possuir somente um contador. Para melhor atender os requisitos deveria ser usada uma placa que disponibilizasse mais botões, dessa forma podendo controlar vários fatores da alimentação, como por exemplo, tempo de alimentação, quantidades de alimentações entre outros. O HC08 limitou e dificultou um pouco o desenvolvimento do programa de controle devido à existência de um único contador, o que levou ao uso de um método não tão racional para o controle de tempo.

Tendo em vista todo o desenvolvimento do protótipo e seus custos, esse projeto pode ser considerado viável para comercialização, naturalmente depois de sanados os problemas encontrados nos testes do protótipo e possivelmente com o uso de um controlador mais versátil em uma placa específica para a aplicação.

8 BIBLIOGRAFIA

Freescall Semiconductor, Data Sheet M68HC08 Microcontrollers. Tokyo – Japan. 11/2004. Data sheet do controlador M68HC08. Disponível em: http://www.freescall.com/files/microcontrollers/doc/data_sheet/MC68HC908QY4.pdf

The East Riding Koi Co Ltd, Cloverleaf Automatic Fish Feeders. Yorkshire - UK. 02/2005. Cloverleaf Automatic Fish Feeders. Disponível em: http://www.koicarp.net/koi_food1/koi_feeders/cloverleaf_feeders.html.

Dryden Aqua Ltd, Clockwork Fish Feeders. Edinburgh – Scotland. 02/2005. Clockwork Fish Feeders. Disponível em: http://www.drydenaqua.com/feeders/clockwork_fish_feeders.htm

Point Four Systems Inc., Robot Feeder System. Richmond – Canadá,
11/2004. Robot Feeder System. Disponível em:
<http://www.pointfour.com/Products/Feeders/robot.html>

Aquatic Eco-Systems, Demand Feeder. Apopka – USA, 03/2005. Demand
Feeder. Disponível em:
[http://www.aquaticeco.com/index.cfm/fuseaction/product.detail/iid/5900/cid/
1646](http://www.aquaticeco.com/index.cfm/fuseaction/product.detail/iid/5900/cid/1646)

Aquatic Eco-Systems, Auger Feeder. Apopka – USA, 03/2005. Auger
Feeder. Disponível em:
[http://www.aquaticeco.com/index.cfm/fuseaction/product.detail/iid/10362/cid/
2410](http://www.aquaticeco.com/index.cfm/fuseaction/product.detail/iid/10362/cid/2410)

Tekkno Mecatrônica (MercadoBR Shopping), Motor MT710. Brasil,
12/2005. Motor MT710. Disponível em:
<http://www.mercadobr.com.br/contato.php?loja=13001797835&vid=8369856>

ANEXO 1

Código fonte para programa do alimentador

```
#include <MC68HC908QY4.h>

void timer1s(){
    int n,a;
    n=20000;
    while(n>0){
        while( !(TSC&0x80)) {
            __RESET_WATCHDOG(); /* feeds the dog */
        }
        for(a=8;a>0;a--);
        n--;
    }
}

void iniciamotor(){
    TSC = 0x20;
    TSC = 0x10; // 0001 0000
    TMODH = 0x08; //Periodo
    TMODL = 0x00; //2048 102,4 microsegundos
    TCH0H = 0x04; //Duty cicle
    TCH0L = 0x00; //
    TSC0 = 0xDA; //1101 1010
    while( !(TSC&0x80)) {
        __RESET_WATCHDOG(); /* feeds the dog */
    }
}

void motor(){
    TCH0H = 0x07; //Duty cicle
    TCH0L = 0x00; //
    while( !(TSC&0x80)) {
        __RESET_WATCHDOG(); /* feeds the dog */
    }
}

void para(){
    TCH0H = 0x04; //Duty cicle
    TCH0L = 0x00; //
```

```

        while( !(TSC&0x80)) {
            __RESET_WATCHDOG(); /* feeds the dog */
        }
    }

    void hora(){
        int i;
        for(i=3600;i>0;i--){
            timer1s();
        }
    }

    void main() {
        int i,n; //numero de alimentacoes
        int a;
        a=30;
        _PTA.Byte = 0; /* clear/initialize Port A */
        _DDRA.Bits.DDRA1 = 1; /* set Bit 1 as output */
        _DDRA.Bits.DDRA0 = 1; /* set Bit 0 as output */
        _PTA.Bits.PTA1 = 0;
        while (a>0){ //contagem de alimentacoes
            timer1s();
            if (_PTA.Bits.PTA2 ==1){
                i++;
            }
            a--;
        }
        iniciamotor(); //inicia o PWM
        while (1){
            n=24/i; //numero de horas entre alimentacoes
            para();
            while (n>0){
                hora();
                n--;
            }
            motor();
            for(a=10;a>0;a--)
                timer1s();
            para();
        }
    }

```

ANEXO 2**Desenhos**

6

5

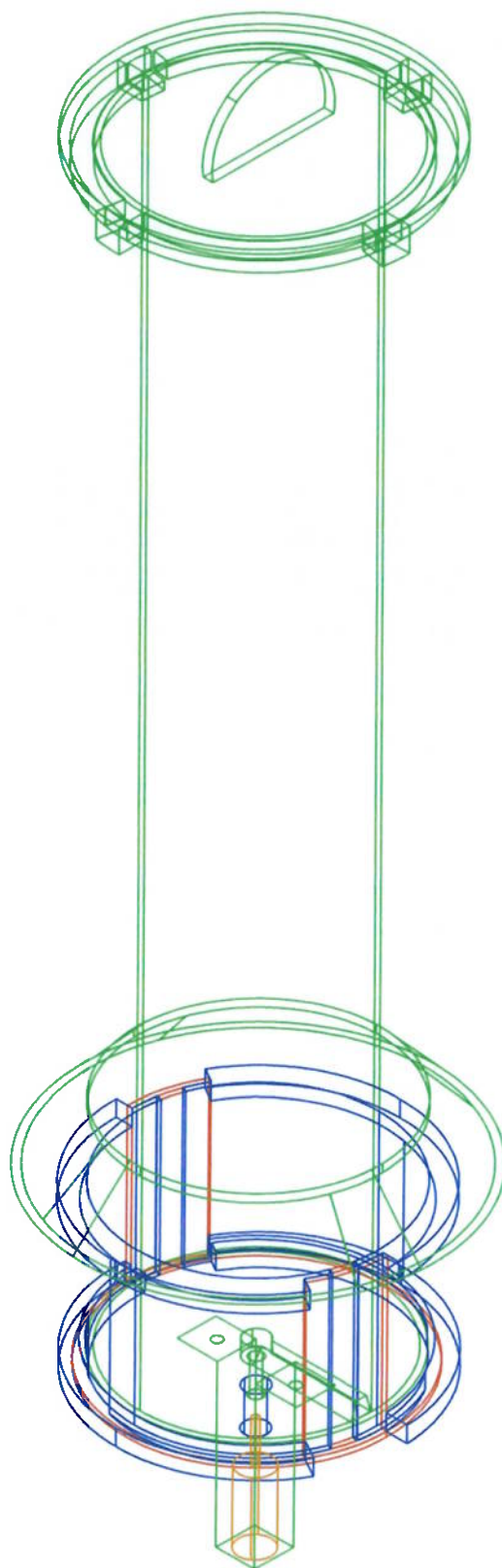
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Vista Isometrica

Escala 1:5

6

5

4

6

5

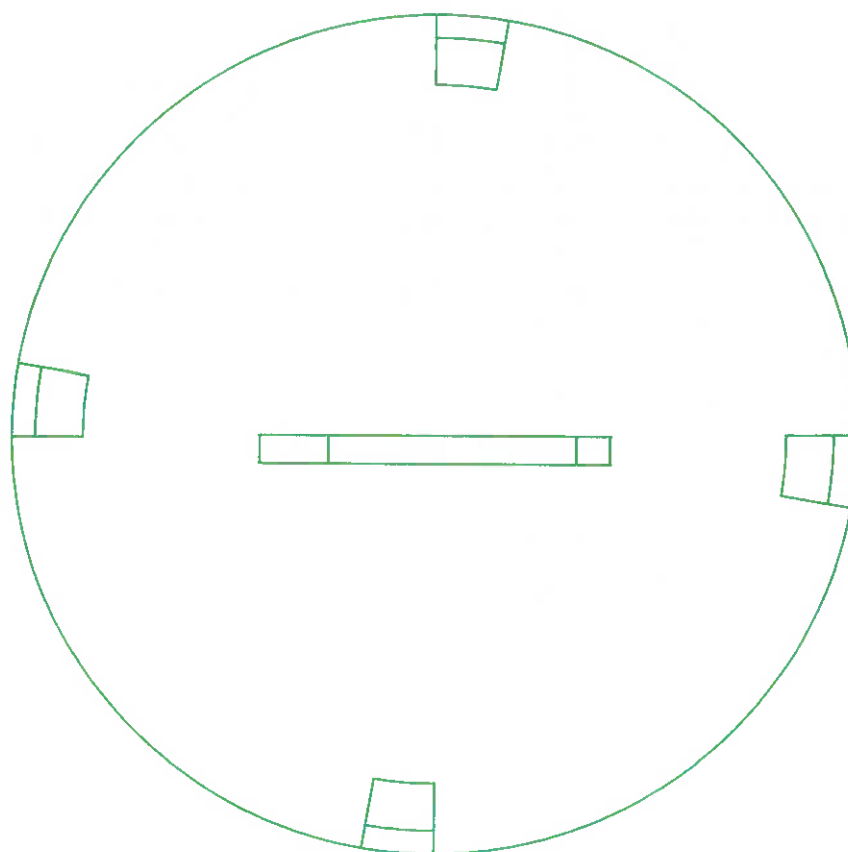
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Tampa - Vista isometrica

Escala 1:1.5

6

5

4

6

5

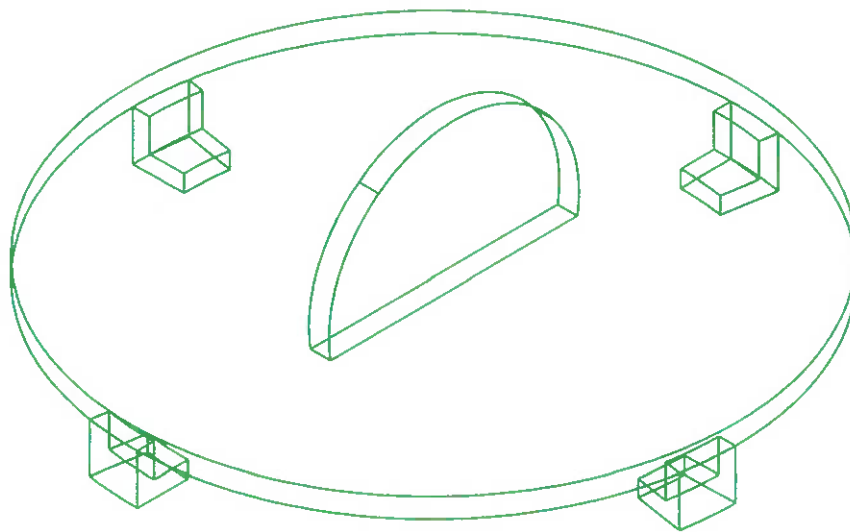
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Tampa - Vista isometrica

Escala 1:1.5

6

5

4

6

5

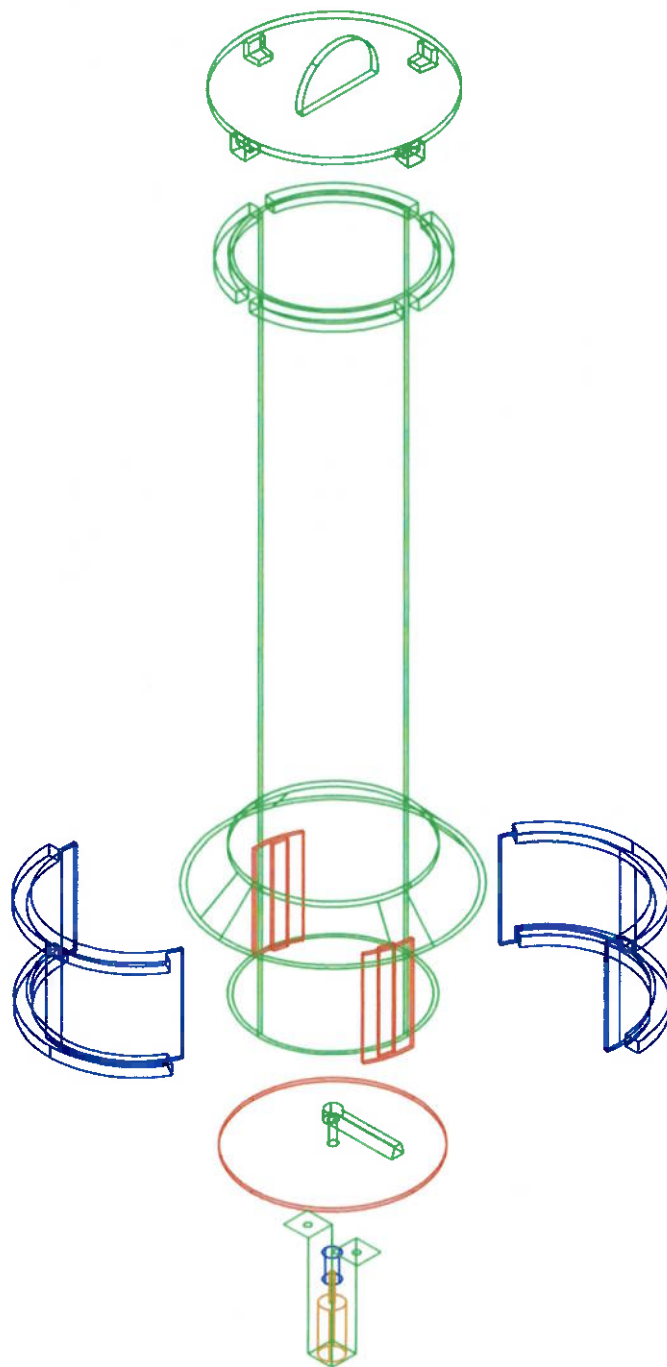
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Vista Explodida

Escala 1:5

6

5

4

6

5

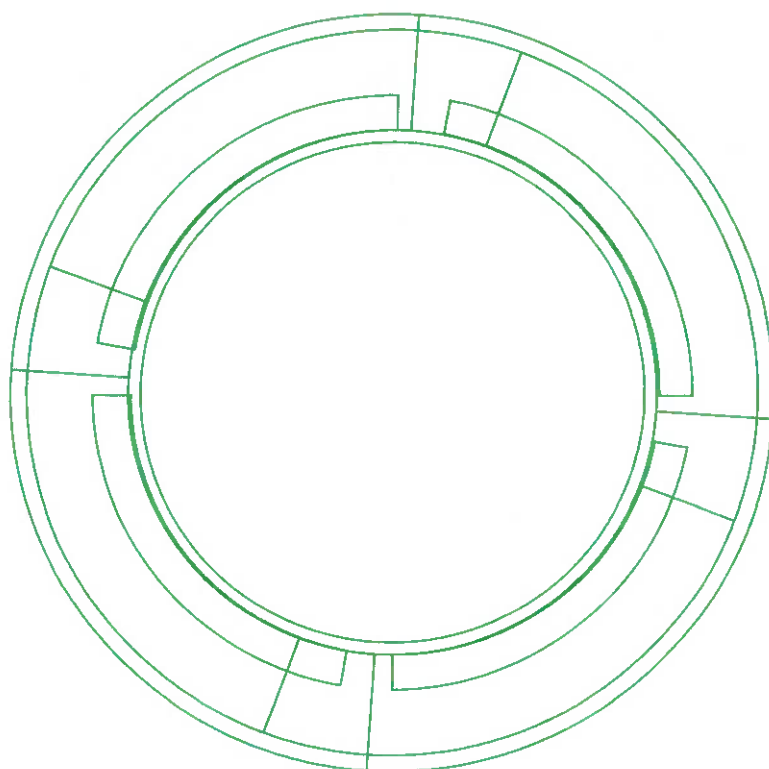
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Corpo - Vista superior

Escala 1:2

6

5

4

6

5

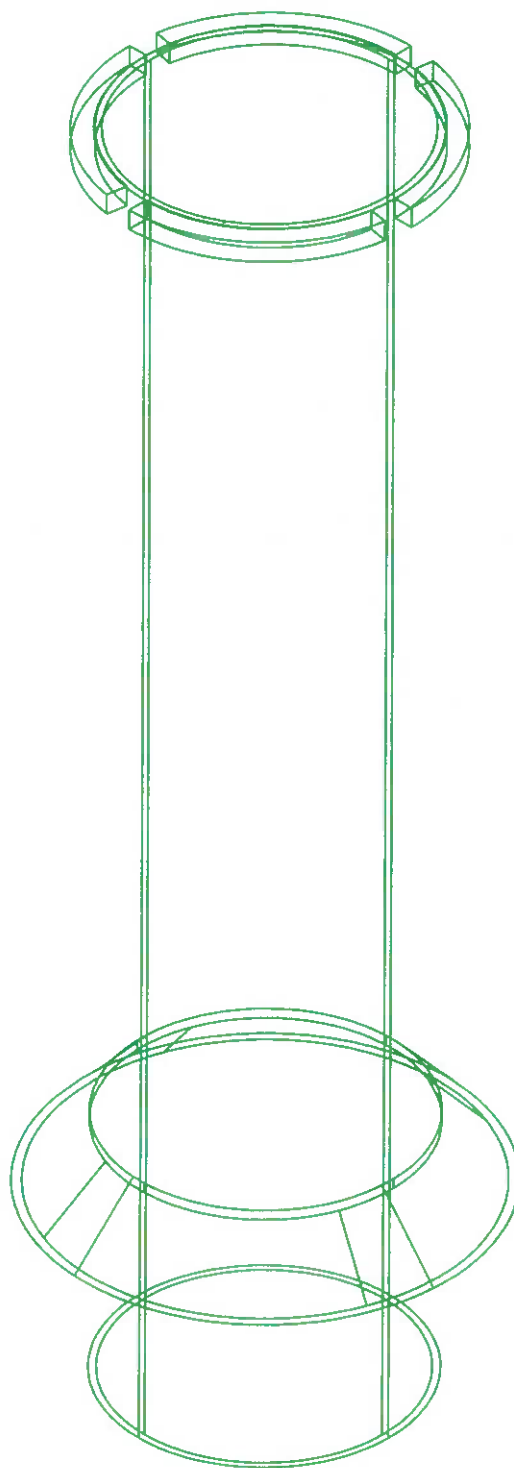
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Corpo - Vista Isometrica

Escala 1:3

6

5

4

6

5

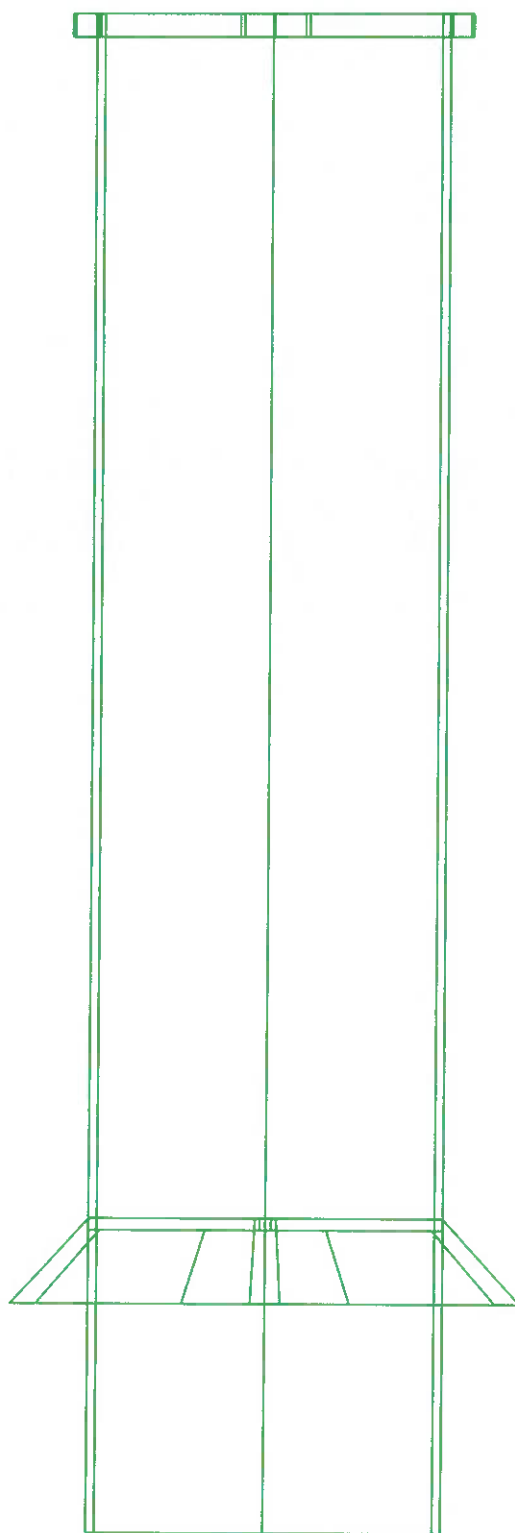
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Corpo - Vista Frontal

Escala 1:3

6

5

4

6

5

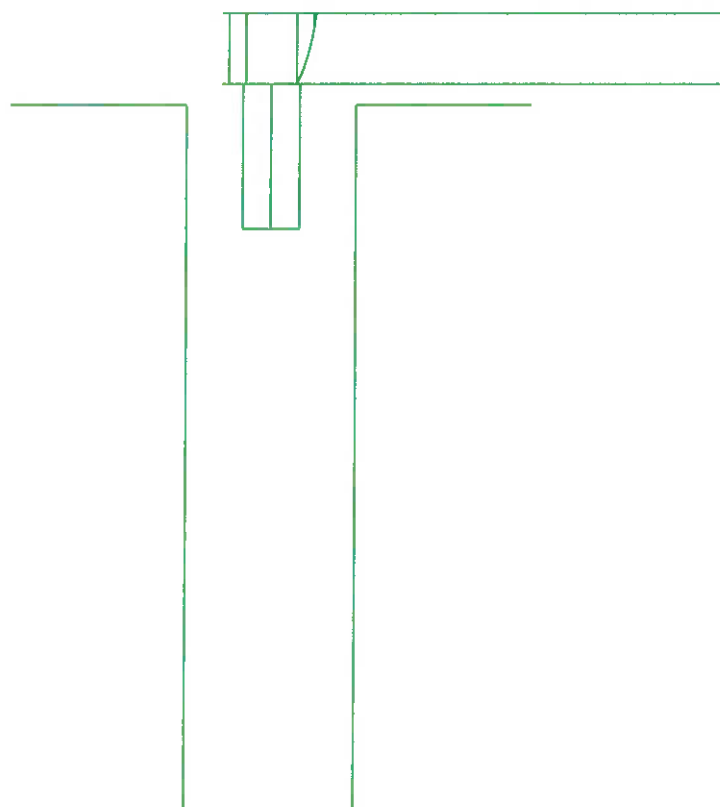
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Fixacao e espalhador - Vista lateral

Escala 1:1

6

5

4

6

5

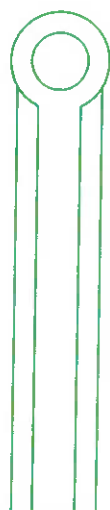
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Fixacao e espalhador - Vista superior

Escala 1:1

6

5

4

6

5

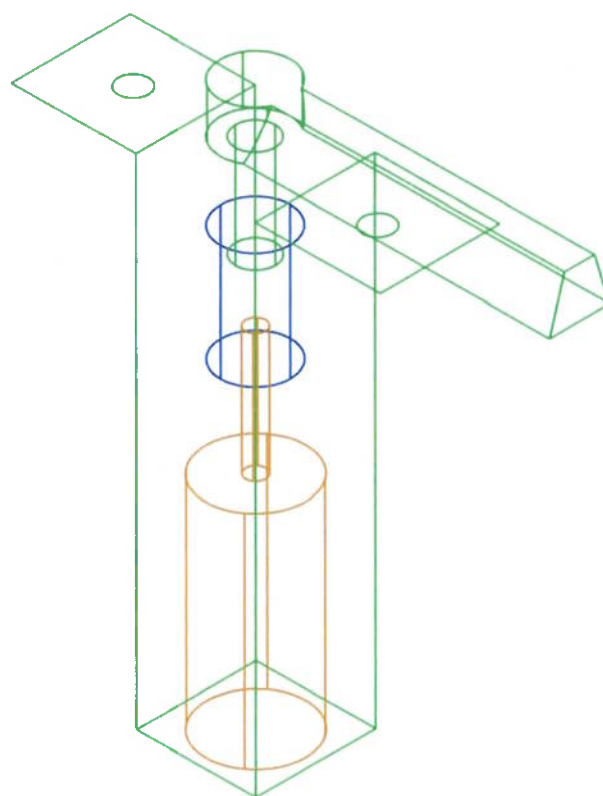
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Detalhe motor - Vista isometrica

Escala 1:1

6

5

4

6

5

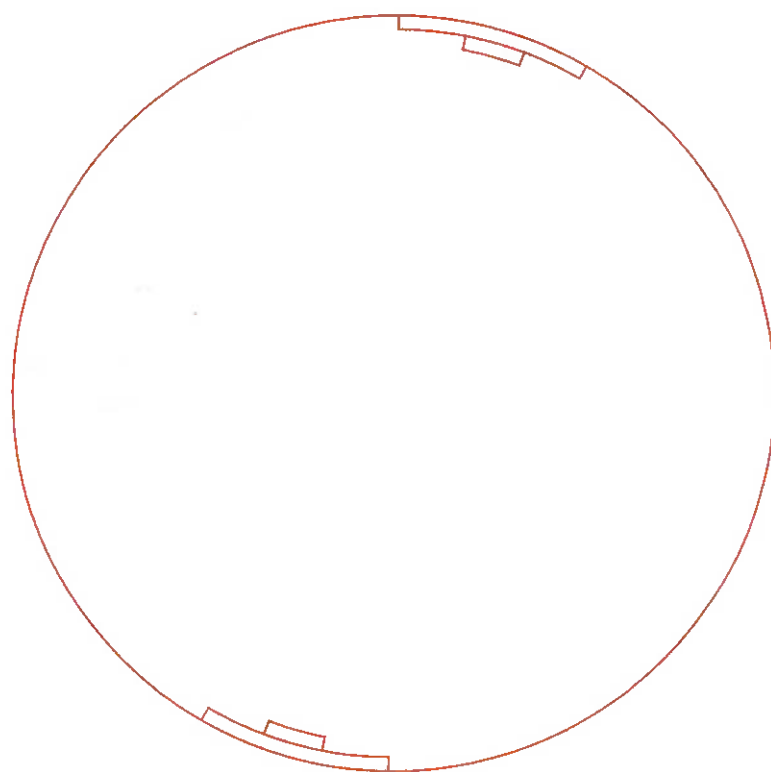
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Base - Vista superior

Escala 1:1.5

6

5

4

6

5

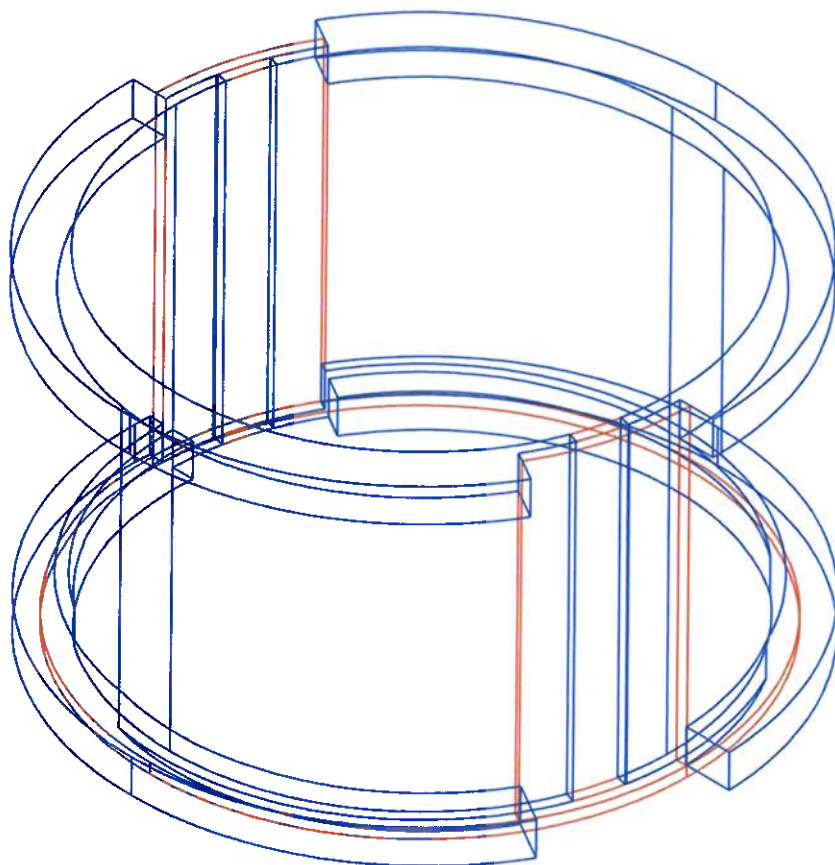
4

D

C

B

A



ALIMENTADOR AUTOMATICO PARA TANQUES DE PISCICULTURA

Base - Vista isometrica

Escala 1:1.5

6

5

4

