

## PROJETO E FABRICAÇÃO DE UM SECADOR DE DEJETOS SUÍNOS POR ATOMIZAÇÃO REVERSA

**João Carlos Linhares**

Universidade do Oeste de Santa Catarina, Área de Ciências Exatas e da Terra – Rua José Firmo Bernardi, 1591 – Flor da Serra – CEP: 89600-000 – Joaçaba – SC – Brasil

[joao.linhares@unoesc.edu.br](mailto:joao.linhares@unoesc.edu.br)

**Antonio Carlos Ferreira**

Universidade do Oeste de Santa Catarina, Área de Ciências Exatas e da Terra – Rua José Firmo Bernardi, 1591 – Flor da Serra – CEP: 89600-000 – Joaçaba – SC – Brasil

[antonio.ferreira@unoesc.edu.br](mailto:antonio.ferreira@unoesc.edu.br)

**Resumo.** O dejetos suíno é um problema potencial em Santa Catarina. Alguns processos para busca de soluções estão em curso. Por iniciativa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e da Universidade do Oeste de Santa Catarina, foi proposto o projeto e a construção de um protótipo para secagem de dejetos suínos para uso pequenas e médias produtoras de suínos. A idéia é separar as partes líquida e sólida dos dejetos usando fontes renováveis de energia e tecnologias de baixo risco ambiental. O protótipo possui três principais sistemas: sistema de insuflamento de ar, sistema de atomização dos dejetos sob alta pressão e sistema de exaustão para a atmosfera. No funcionamento, uma névoa obtida pela atomização em alta pressão dos dejetos suínos é colocada em contato com uma corrente de ar, que absorve a parte líquida dos dejetos permitindo sua secagem. As vazões de ar de insuflamento e exaustão são balanceadas e permitem a retirada da parte sólida dos dejetos na região inferior da câmara, podendo ser utilizado diretamente na composição de adubos e alimentos animal, dada sua natureza fertilizante e protéica. O secador por atomização reversa encontra-se em fase de otimização dos parâmetros de entrada do processo pneumático e de fluxo de massa, devendo ser testado nas propriedades agrícolas ainda em 2006.

*Palavras chave:* Secagem de dejetos suínos, projeto de máquinas, balanço energético de massa.

### 1. Introdução

O Brasil, por ser um país que se destaca por sua potência agrícola, tem inúmeros problemas, que até a pouco tempo não eram discutidos, como o acúmulo de dejetos de animais criados em granjas para o abate. Nas regiões oeste e meio oeste de Santa Catarina este cenário é ainda mais marcante. A economia da região depende diretamente da criação, principalmente, de frangos e suínos para “alimentar” as agroindústrias. No entanto, os reflexos negativos que este tipo de atividade traz para o meio ambiente começam a vir à tona.

O Estado de Santa Catarina é o maior produtor de alimentos derivados de suínos do país. A produção de suínos vem crescendo a cada ano de maneira espantosa e acentuada e os produtores não têm uma alternativa otimizada para o reaproveitamento dos dejetos. Visto a importância na qual os dejetos de suínos estão inseridos, tanto em um contexto ambiental como social, faz-se necessária a adoção de medidas para evitar o agravamento da situação. O que se espera é que alternativas surjam mediante o estudo e aplicação de conceitos tecnológicos relacionando-os com a busca por soluções. Os dejetos suínos são compostos que contêm uma grande diversidade de componentes químicos, muitos deles bastante prejudiciais à saúde humana. Por isso, o adequado direcionamento após a produção dos dejetos é assunto que merece muita atenção, principalmente dos órgãos governamentais, na busca de soluções que dêem um encaminhamento correto aos mesmos sem poluir os mananciais disponíveis à agropecuária, nem os rios que servem e abastecem as propriedades diversas que se alojam ao longo do Estado.

Esta pesquisa tem por metas: (a) estudar o processo de secagem de dejetos suínos, (b) desenvolver um primeiro conceito de secagem que atenda às restrições previamente levantadas e, com base nas necessidades dos usuários, (c) construir o protótipo de um equipamento destinado à secagem dos dejetos suínos.

O princípio de funcionamento é baseado na atomização dos dejetos suínos numa corrente de ar que absorve a umidade dos dejetos, com a parte orgânica sendo separada por gravidade para posterior aproveitamento. O projeto e desenvolvimento do secador de dejetos suínos está sendo realizado em base sistemática com o uso de uma metodologia que prescreve 4 (quatro) fases distintas. Assim que efetuada a construção do protótipo, o secador será testado ostensivamente e avaliado nas propriedades de pequenos e médios produtores propiciando, dessa forma, a evolução para uma versão definitiva.

### 2. Revisão Teórica

A secagem é um processo termodinâmico por meio do qual ocorre a redução do teor de umidade de uma dada substância ou matéria. O teor de umidade correspondente é a relação percentual entre o peso da massa de água e o peso

da massa total de uma dada quantidade de substâncias. Assim, numa carga com 1000 kg de matéria, com teor de umidade igual a 13 %, corresponde afirmar que se tem 130 kg de água e 870 kg de matéria seca.

Em processos de secagem de substâncias sob condições atmosféricas, o ar seco e quente é utilizado como meio de transporte de calor e massa. O ar quente em contato com as substâncias promove uma troca de calor e a absorção da água contida nestas fazendo com que este ar se torne úmido e as substâncias se tornem desidratadas. Ressalta-se que os transportes de calor e massa ocorrem simultaneamente.

Portanto, o ar de secagem deve possuir uma quantidade de calor a ceder para as substâncias e possuir condições de reter e transladar uma quantidade de massa de água na forma de vapor. Estas características definem o potencial de secagem do ar, que, teoricamente, terá o seu valor acrescido quanto maior for a temperatura e menor for a umidade relativa. No Brasil, a fonte de energia mais utilizada na secagem de produtos em unidades armazenadoras tem sido a lenha e atualmente, dado os tipos de secadores utilizados, tem-se apresentado economicamente como a melhor alternativa. Porém, recentemente, dado a política ambiental e a melhoria da performance termodinâmica dos secadores, o gás GLP tem sido utilizado em algumas regiões e também pode ser utilizado o biogás gerado em biogestores.

## 2.1 Modalidades de secagem

A secagem de produtos agrícolas pode ser realizada de duas formas: natural e artificial. Define-se por secagem natural os métodos em que pela incidência da radiação solar tem-se a redução do teor de umidade dos produtos. No Brasil esta modalidade tem sido utilizada na secagem de: (a) milho e feijão por pequenos agricultores, (b) café em terreiros e (c) cacau em barcas.

A grande desvantagem dessa modalidade está na dependência das condições climáticas, fato que demanda, por ocasião do período de secagem, a ocorrência de: (a) baixos índices de precipitação pluviométrica, (b) baixa umidade relativa e (c) baixos índices de nebulosidade. No entanto, caso as condições climáticas sejam favoráveis, essa modalidade é preferida por propiciar menores danos mecânicos às substâncias e utilizar como fonte de calor a energia solar. A secagem artificial, esta consiste no emprego de artifícios para aumentar a velocidade do processo de secagem, sendo estes disponibilizados em equipamentos denominados secadores. No nível comercial, os secadores podem apresentar sob diferentes configurações, contendo por acessórios: (a) sistema de aquecimento do ar - fornalhas a gás ou a lenha, (b) sistema de movimentação do ar - ventiladores e (c) sistema de movimentação das substâncias - elevadores de caçambas, transportadores helicoidais e fitas transportadoras. Nesta modalidade, a secagem pode ser executada em baixa temperatura e, ou, em altas temperaturas.

No processo de secagem para o secador proposto, a secagem dos dejetos é feita artificialmente. Porém, ao invés do ar passar sobre os dejetos a serem secados, os dejetos serão atomizados contra um fluxo de ar ambiente insuflado no interior de uma câmara. Isso implica na absorção de água dos dejetos por esta corrente de ar, ocasionando sua secagem.

## 2.2 A psicrometria no processo de secagem

Para calcular a quantidade de água que o ar pode absorver até saturar, utiliza-se os fundamentos da psicrometria. A psicrometria é o estudo das misturas de ar e vapor d'água. Ela se encontra sempre presente na elaboração de projetos e na execução e manutenção de instalações de conforto ambiental e de ar condicionado, principalmente aquele ar condicionado envolvendo umidificação ou desumidificação. Em ar condicionado, o ar não é seco, mas sim uma mistura de ar seco e vapor d'água, resultando daí a importância da psicrometria.

Nos processos de umidificação, o estudo e cálculo da máxima quantidade de água que o ar pode absorver sem que haja a precipitação do vapor d'água presente na mistura de ar e vapor d'água é de particular interesse. A quantidade máxima de água que o ar pode conter sob uma determinada temperatura equivale à quantidade de vapor d'água com pressão parcial igual à pressão de saturação da água nesta temperatura. Nessas condições, o ar é dito saturado. Se a quantidade é menor, o ar é dito não saturado e o vapor d'água está no estado superaquecido.

Várias propriedades são consideradas para a mistura ar-vapor d'água: Pressão total da mistura,  $P$ : é a pressão que se encontra a mistura e é normalmente igual a pressão atmosférica. Pressão de saturação da água,  $P_{vs}$ : é a pressão de vaporização da água para uma determinada temperatura de bulbo seco. Pressão parcial de vapor,  $P_v$ : é a pressão parcial exercida pelo vapor d'água presente na mistura. Temperatura de bulbo seco,  $T_{bs}$ : é a temperatura indicada por um termômetro comum. Temperatura de bulbo úmido,  $T_{bu}$ : é a temperatura indicada por um termômetro cujo bulbo se encontra envolto por um pavio molhado. Umidade absoluta,  $U_a$ : é a massa de vapor d'água, em kg, contida no ar por cada kg de ar seco. Umidade relativa,  $UR$ : é a razão entre  $P_v$  e  $P_{vs}$ .

Uma umidade relativa de 100 % indica que o ar está saturado. Assim, qualquer quantidade adicional de água injetada nele condensará, uma vez que não é possível uma quantidade de vapor maior do que a quantidade das condições de saturação. Existem fórmulas teóricas e empíricas relacionando tais parâmetros e, neste trabalho, utiliza-se as fórmulas já consagradas de Wilhelm (1976) e empregadas por Jesus e Silva (2002) na elaboração de um programa para estimativa de propriedades psicrométricas.

A pressão de saturação da água,  $P_{vs}$ , para temperaturas de bulbo seco entre 273,16 K e 393,16 K, é calculada por:

$$\ln(P_{vs}) = -7511,52/T_{bs} + 89,63121 + 0,02399897 \cdot T_{bs} - 1,1654551 \cdot 10^{-5} \cdot T_{bs}^2 - 1,2810336 \cdot 10^{-8} \cdot T_{bs}^3 + 2,0998405 \cdot 10^{-11} \cdot T_{bs}^4 - 12,150799 \cdot \ln(T_{bs}) \quad (1)$$

Nessa equação, se  $T_{bs}$  é substituída por  $T_{bu}$ , obtém-se a pressão de saturação na temperatura de bulbo úmido  $P_{vu}$ . A umidade absoluta da mistura ar vapor d'água é obtida pelas equações:

$$U_a = 0,62198[P_v/(P - P_v)] \quad (2)$$

ou

$$U_a = (2501 - 2,411.T_{bu})U_{au} - 1,006(T_{bs} - T_{bu})/(2501 + 1,775.T_{bs} - 4,186.T_{bu}) \quad (3)$$

com  $T_{bs}$  e  $T_{bu}$  em °C e

$$U_{au} = 0,62198[P_{vu}/(P - P_{vu})] \quad (4)$$

A umidade absoluta do ar saturado é calculada como:

$$U_{as} = 0,62198[P_{vs}/(P - P_{vs})] \quad (5)$$

O ar ao entrar no secador tem uma umidade absoluta  $U_a$ . Após absorver a água dos dejetos atomizados, o ar sai do secador saturado com umidade  $U_{as}$ . Sendo  $m_{ar}$  a vazão mássica de ar adentrando o secador, a quantidade máxima de água em kg/s, que o ar pode absorver,  $m_{água}$ , é dada por :

$$m_{água} = m_{ar} (U_{as} - U_a) \quad (6)$$

### 3. Desenvolvimento do projeto

Esta pesquisa está sendo desenvolvida sobre uma plataforma sistemática de desenvolvimento de processo de projeto de sistemas técnicos. Utilizando a metodologia de Pahl & Beitz, o desenvolvimento deste projeto está sendo conduzido sob a ótica de quatro fases de projeto: projeto informacional (PI), projeto conceitual (PC), projeto preliminar (PP) e projeto detalhado (PD). Ainda, após a realização do projeto, a etapa de manufatura também é realizada tendo como objetivo a fabricação e montagem do protótipo do secador. A continuidade deste trabalho, já num próximo projeto, tratará da otimização dos parâmetros que neste estão sendo definidos como básicos para o projeto físico final.

Conduzida por esta metodologia e os procedimentos que ela prescreve, esta proposta de trabalho visou o desenvolvimento de um secador de alta temperatura do tipo fluxo cruzado para secagem de uma mistura de dejetos suínos. Nele, a queima do Biogás proveniente de biodigestores coletados in natura em campo, propicia o fluxo de ar quente necessário ao secador. A mistura água + matéria sólida dos dejetos adentrará o secador utilizando um sistema de atomização. A atomização permite que se obtenha uma névoa de dejetos no interior do secador propiciando uma maior área de contato da mistura com o ar quente.

#### 3.1 – Dados gerais sobre o processo de secagem dos dejetos

Na secagem por atomização, os fluxos de dejetos e de ar quente são reversos, ou seja, um contra o outro. Esse fluxo pode apresentar duas variantes básicas: ar de cima para baixo e dejetos de baixo para cima ou vice-versa. A Figura 1 ilustra o conceito do processo de secagem por atomização num fluxo reverso com insuflados de cima para baixo.

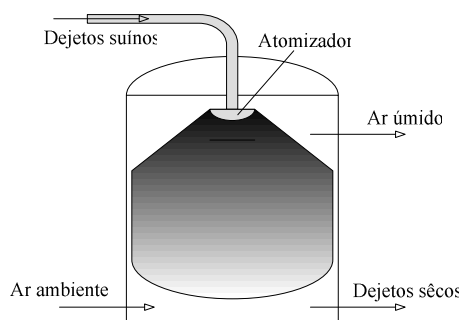


Figura 1 - Secador tipo fluxo cruzado proposto.

#### 3.2 – O problema de âmbito estadual

A criação de suínos, com elevada concentração demográfica, tem como principal desvantagem, a falta de espaço para armazenagem e de processos para uma segura distribuição. Por conta disso, as agroindústrias, os órgãos competentes por esta questão, os próprios agricultores e, globalmente, a sociedade, buscam soluções que amenizem ou eliminem os efeitos que este tipo de atividade traz. Surge a iniciativa de se desenvolver uma nova tecnologia que permita não apenas eliminar o problema da questão ambiental, mas que se reverta em benefícios econômicos ao produtor, agregando mais valor a atividade por ele desenvolvida. Esta tecnologia deverá ser acessível e viável economicamente aos produtores de grande, médio e pequeno porte. Este trabalho destina-se ao desenvolvimento de um produto “atraente” aos anseios da comunidade produtora de suínos com vantagens tanto ambientais como econômicas.

### 3.3 – Objetivos da proposta

Com base no que foi descrito anteriormente foram contratados os seguintes objetivos: (a) Desenvolver uma nova tecnologia para buscar soluções para os problemas causados pelo acúmulo de dejetos suínos. (b) Desenvolver um equipamento que efetue, com a máxima eficiência possível, a separação entre as partes, líquida e sólida do dejetos de suínos, tratados anteriormente nos biodigestores. Espera-se que com essa tecnologia, tenha-se a geração de um subproduto com valor econômico agregado para tornar viável a utilização deste processo.

### 3.4 – Projeto Informacional

Seguindo a metodologia de desenvolvimento de projeto em quatro fases, o início do trabalho partiu do Projeto Informacional. Nos dois primeiros meses foram coletados dados e necessidades diretamente dos agricultores criadores de suínos em suas propriedades, bem como sugestões de pessoas ligadas ao ramo da suinocultura, como técnicos e agrônomos. As necessidades foram registradas a partir de um questionamento específico sobre o problema do acúmulo dos dejetos suínos, mostrado no Anexo 1 no intuito de se coletar informações relacionadas às dificuldades, possibilidades e necessidades para com o processamento dos dejetos. As visitas às instalações das propriedades foram feitas mediante o consentimento e presença dos proprietários que se mostraram bastantes interessados no projeto.

Uma matriz de necessidades foi descrita e, logo a seguir repassada para a planilha QFD na forma de requisitos dos produtores, onde foi utilizada uma linguagem mais técnica de projeto. Após o reagrupamento das questões colocadas nas entrevistas com os produtores, a equipe de projeto definiu os requisitos de projeto do secador e, com o uso da casa da qualidade do QFD (*Quality Function Deployment – Desdobramento da Função Qualidade*), relacionou-se quadro a quadro, todos os requisitos dos produtores *versus* os requisitos de projeto definidos pela equipe de projeto. O resultado desta análise é mostrado na Figura 2, que mostra a matriz QFD montada num aplicativo computacional usado para o registro sistemático dessas informações.

Figura 2 – Matriz QFD do secador de dejetos – análise de requisitos de produtores e de projeto

Segundo os critérios de processamento algorítmico da ferramenta da casa da qualidade do QFD essa análise resulta numa lista hierárquica dos requisitos de projeto apresentada na Tabela 1. A Tabela 1 mostra os 5 (cinco) primeiros itens da Especificação de Projeto do Produto (EPP) que é o primeiro documento global sobre o produto desenvolvido nas fases seguintes do processo de projeto realizado segundo a metodologia de quatro fases. Para conhecer toda especificação é necessário contatar os autores. Com isso, é encerrada a primeira fase do projeto. A EPP, desta fase em diante, guiou todas as decisões de projeto tomadas ao longo da realização do processo de projeto sistemático.

Após a realização das três primeiras fases da metodologia, é necessário fazer uma reavaliação dos requisitos da EPP e, se necessário, alterar as prioridades ou inserir novos itens de especificação de acordo com as decisões tomadas.

De qualquer forma, a EPP é um grupo de informações geradas a partir das necessidades dos produtores com a avaliação e análise da equipe de projeto juntamente com sua visão acerca de quais os requisitos de projeto são mais importantes e que devem ser considerados neste tipo de projeto.

Tabela 1 – Especificação de projeto do secador de dejetos suínos.

Nº	Especificação	Meta	Sensor	Saídas Indesejáveis	Observações / Restrições
01	Volume de manipulação	2000 kg	Operador	Não atender produção da propriedade	Acúmulo de dejetos.
02	Tempo em funcionamento	2 a 4 h/dia	Relógio	Tempo elevado	Queda do Rendimento relacionado à sobrecarga do sistema.
03	Rendimento	80 a 90%	Cálculo de projeto	Presença de sólidos nos gases; Saída de sólidos com umidade	Baixa qualidade final do produto (adubo).
04	Versatilidade	- x - x -	Cliente	Não adequação à estrutura	Investimento elevado Não atender as necessidades.
05	Praticidade	- x - x -	Operador	Complexidade na operação	Difícil manuseio com queda da qualidade do processo.

As conclusões tiradas pela equipe de projeto, com base nas entrevistas realizadas com os produtores escolhidos, da região do meio oeste catarinense, foram sumarizadas e relacionadas a seguir:

- (01) Há falta de espaço para armazenagem e de processos para uma segura distribuição;
- (02) Os sistemas atualmente utilizados na secagem de dejetos suínos são desconhecidos pela maioria dos produtores;
- (03) A utilização desse tipo de sistema ainda não havia sido pensada pela maioria dos produtores;
- (04) O financiamento é a alternativa mais viável para a obtenção de um equipamento deste gênero, devido aos problemas financeiros enfrentados pela maioria dos produtores;
- (05) A segurança aliada à facilidade de operação são as necessidades mais requisitadas;
- (06) A preferência por métodos automáticos para o manuseio de dejetos e a utilização das atuais esterqueiras para armazenagem dos resíduos sólidos foi preferencial a todos;
- (07) Os insumos resultantes da separação segundo os produtores teriam utilização tanto para alimentação animal como para a adubação;
- (08) As melhores fontes de energias complementares para o processo de secagem de dejetos suínos, segundo os produtores visitados, são: a energia elétrica, o gás e o combustível vegetal (lenha, serragem, etc.);
- (09) Há grande interesse em se utilizar o vapor da água gerado no processo de secagem dos dejetos principalmente para o aquecimento de ambientes devido à necessidade de alguns casos como dos criadores de leitões manterem as temperaturas estáveis;
- (10) O local de instalação preferencial para o secador é próximo às esterqueiras, pois é possível utilizar os dejetos diretamente das calhas dos chiqueiros direcionando-o ao secador via bomba de injeção e posteriormente às esterqueiras para colocação dos resíduos sólidos;
- (11) Quanto ao tamanho do equipamento e seus componente não há maiores problemas;
- (12) A aceitação dos odores provenientes do processo produtivo foi divergente;
- (13) Há necessidade de criação de diferentes capacidades para o equipamento condizentes com o número de animais da propriedade (kg de dejetos/dia);
- (14) O principal fator levado em consideração pelos criadores é o maior tempo de vida possível para a máquina, aliado aos valores acessíveis visto que a grande maioria prefere processar os dejetos particularmente em suas propriedades;
- (15) O projeto agradou aos produtores que apóiam a iniciativa e esperam contar com a colaboração do mesmo a fim de amenizar os problemas e possibilitar até mesmo a expansão de suas criações num futuro próximo;
- (16) Como se trata de um problema do Estado, foi sugerido que se obtenha apoio do governo estadual para tornar a proposta mais dinâmica e que as soluções possam surgir mais rapidamente em parceria com outras instituições.

### 3.5 – Projeto Conceitual

Uma das tarefas mais importantes do projeto sistemático ocorre nesta fase. A descrição e definição da estrutura funcional do produto que caracteriza o uso do produto, ou seja, as funções que o equipamento como um todo deve desempenhar para cumprir com os requisitos especificados na EPP, é um tipo de representação descritiva do uso e comportamento do produto.

É usual expressar as funções do produto em termos hierárquicos. Dessa forma, pode-se descrever a função global do produto por meio de desdobramentos, subdividir as funções do produto até o nível mais elementar de interesse. A definição da estrutura funcional do secador de dejetos suínos é feita com base na especificação de projeto de produto. A equipe de projeto descreveu uma estrutura funcional no nível macro de produto para o secador de dejetos suínos, sem chegar-se, no detalhamento inerente às peças. As funções que o secador deve realizar são mostradas descritivamente a seguir e ainda na Figura 3, onde estão representadas graficamente, na forma de árvore hierárquica.

FG 1 – Função Global 1: Secar dejetos suínos a partir da sua fase biodigerida:

FP 1.1 – Função Parcial 1.1: Insuflar ar de secagem de dejetos:

FE 1.1.1 – Função Elementar 1.1.1: Gerar ar atmosférico;

- FE 1.1.2 – Função Elementar 1.1.2: Conduzir ar de insuflamento;
- FE 1.1.3 – Função Elementar 1.1.3: Secar ar de insuflamento;
- FE 1.1.4 – Função Elementar 1.1.4: Conduzir ar seco de insuflamento;
- FP 1.2 – Função Parcial 1.2: Secar dejetos:
  - FE 1.2.1 – Função Elementar 1.2.1: Distribuir ar seco de insuflamento;
  - FE 1.2.2 – Função Elementar 1.2.2: Atomizar dejetos para secagem;
  - FE 1.2.3 – Função Elementar 1.2.3: Bombear dejetos para atomização;
  - FE 1.2.4 – Função Elementar 1.2.4: Acondicionar parte sólida dos dejetos;
  - FE 1.2.5 – Função Elementar 1.2.5: Acondicionar parte líquida remanescente;
  - FE 1.2.6 – Função Elementar 1.2.6: Acessar processo de secagem;
- FP 1.3 – Função Parcial 1.3: Expulsar parte úmida
  - FE 1.3.1 – Função Elementar 1.3.1: Conduzir ar à exaustão;
  - FE 1.3.2 – Função Elementar 1.3.2: Exaurir parte úmida dos dejetos;
  - FE 1.3.3 – Função Elementar 1.3.3: Regular fluxo de ar de exaustão;
  - FE 1.3.4 – Função Elementar 1.3.6: Conduzir parte não tóxica à atmosfera;
- FP 1.4 – Função Parcial 1.4: Controlar parâmetros de uso
  - FE 1.3.1 – Função Elementar 1.4.1: Acionar insuflamento de ar atmosférico;
  - FE 1.3.2 – Função Elementar 1.4.2: Acionar exaustão de gases;
  - FE 1.3.3 – Função Elementar 1.4.3: Acionar bombeamento de dejetos;

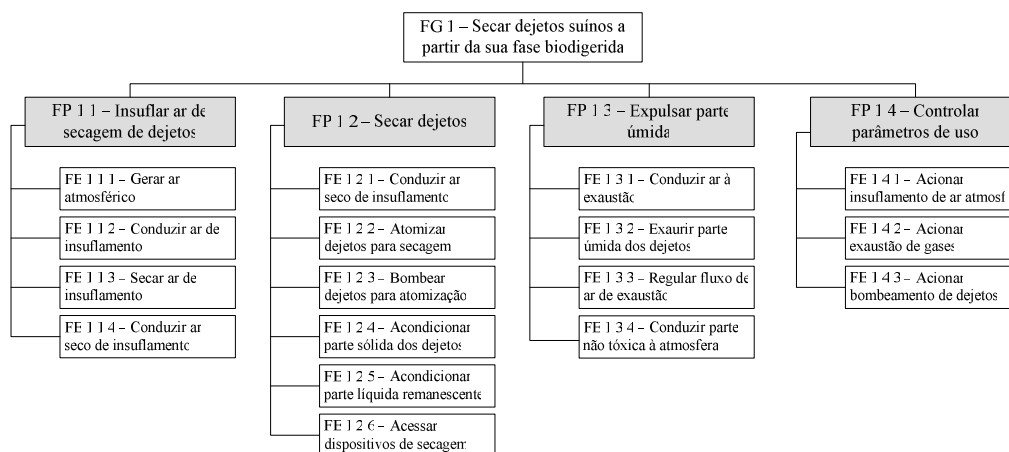


Figura 3 – Estrutura funcional alternativa para o secador de dejetos suínos.

A matriz morfológica criada para este projeto, foi criada apenas com as descrições dos princípios de solução, uma vez que após os testes é que se teve uma visualização mais real dos dispositivos escolhidos/especificados para a realização das funções prescritas na estrutura funcional do produto. Assim procedeu-se às alternativas para cada função descrita, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Matriz morfológica do secador de dejetos suínos.

FG	FP	FE	Soluções possíveis		
FG 1: Secar dejetos suínos a partir da sua fase biodigerida	FP 1.1 Insuflar ar de secagem de dejetos	FE 1.1.1: Gerar ar atmosférico	Ventilador centrífugo radial	Ventilador axial	Turbina radial
		FE 1.1.2: Conduzir ar de insuflamento	Dutos de chapa fina com flanges soldadas	Dutos de chapa fina com flanges encaixadas	Dutos de fibra com flange encaixadas
		FE 1.1.3: Secar ar de insuflamento	Caldeira flamotubular	Câmara de aquecimento comb. sólido	Câmara de aquecimento comb. gasoso
		FE 1.1.4: Conduzir ar seco de insuflamento	Dutos prism., chapa fina com flanges soldadas	Dutos prism., chapa fina e flanges encaix.	Dutos prism., de fibra com flange encaixadas
	FP 1.2 Secar dejetos	FE 1.2.1: Distribuir ar seco de insuflamento	Entrada tangencial	Entrada superior	Entrada tangencial inclinada
		FE 1.2.2: Atomizar dejetos para secagem	4 Bicos atomizadores hidráulicos leque ôco	4 Bicos atomizadores hidráulicos leque maciço	2 Bicos atomizadores hidráulicos leque ôco
		FE 1.2.3: Bombear dejetos para atomização	motobomba de alta pressão	motobomba de média pressão	Bomba d'água de alta pressão

		FE 1.2.4: Acondicionar parte sólida dos dejetos	Saída em forma de cône	Saída tubular cônica	Saídas laterais espaçadas
		FE 1.2.5: Acondicionar parte líquida remanescente	Sucção direta	Sucção reversa contra fluxo	
		FE 1.2.6: Acessar dispositivos de secagem	Escotilha com dobradiça (lado)	Escotilha com parafusos	Escotilha com dobradiças (cima)
	FP 1.3 Expulsar parte úmida	FE 1.3.1: Conduzir ar à exaustão	Dutos cilíndricos, chapa fina com flanges soldadas	Dutos cilíndricos, chapa fina e flanges encaix.	Dutos cilíndr., de fibra com flange encaixadas
		FE 1.3.2: Exaurir parte úmida dos dejetos	Ventilador centrífugo radial	Ventilador axial	
		FE 1.3.3: Regular fluxo de ar de exaustão	Válvula gaveta simples	Válvula gaveta pneumática	válvula rotativa pneumático
		FE 1.3.4: Lavar gases de secagem dos dejetos	Lavador de gases com filtro ativo	Lavador de gases com chuveiro	Lavador de gases sem chuveiro
		FE 1.3.5: Reter parte tóxica	No próprio lavador	Dispositivo adicional	Disp. adicional sob pressão
		FE 1.3.6: Conduzir parte não tóxica à atmosfera	Ciclone com duto vertical	Com dutos para atmosfera	Duplo ciclone com duto vertical
	FP 1.4 Controlar parâmetros de uso	FE 1.4.1: Acionar insuflamento de ar atmosférico	Painel com todos os controles	Individual com variador de freq.	Individual sem variador de freq.
		FE 1.4.2: Acionar exaustão de gases	Painel com todos os controles	Individual com variador de freq.	Individual sem variador de freq.
		FE 1.4.3: Acionar bombeamento de dejetos	Painel com todos os controles	Individual com variador de freq.	Individual sem variador de freq.

A partir das possíveis soluções para cada função elementar, é possível fazer-se uma análise global da buscando a definição de soluções conceituais alternativas para o secador. A equipe de projeto se reúne e discute todas aquelas soluções conceituais que melhor se encaixam nos requisitos dos produtores. Existem montagens que, apesar de serem possíveis não atendem às especificações dadas na especificação de projeto do produto. A equipe deve estar atenta a este importante documento de aprovação de projeto que serve como guia nas tomadas de decisões de projeto.

Na matriz de decisão são mostradas soluções em termos das montagens realizadas com base nas opções definidas na matriz morfológica. Para este projeto foram definidas 3 (três) possíveis opções. Com base nelas é feita uma avaliação à luz dos requisitos especificados. A Tabela 3 mostra a matriz de decisão do secador de dejetos suínos.

Tabela 3 – Matriz de decisão da solução conceitual do secador de dejetos suínos.

FG	FP	FE	Opção 1	Opção 2	Opção 3
FG 1: Secar dejetos suínos a partir da sua fase biodigerida	FP 1.1 Insuflar ar de secagem de dejetos	FE 1.1.1: Gerar ar atmosférico	Ventilador centrífugo radial	Ventilador axial	Ventilador centrífugo radial
		FE 1.1.2: Conduzir ar de insuflamento	Dutos de chapa fina com flanges soldadas	Dutos de chapa fina com flanges encaixadas	Dutos de fibra com flange encaixadas
		FE 1.1.3: Secar ar de insuflamento	Câmara de aquecimento comb. gasoso	Câmara de aquecimento comb. sólido	Caldeira flamotubular
		FE 1.1.4: Conduzir ar seco de insuflamento	Dutos prism., chapa fina com flanges soldadas	Dutos prism., chapa fina e flanges encaix.	Dutos prism., de fibra com flange encaixadas
	FP 1.2 Secar dejetos	FE 1.2.1: Distribuir ar seco de insuflamento	Entrada tangencial	Entrada superior	Entrada tangencial
		FE 1.2.2: Atomizar dejetos para secagem	2 Bicos atomizadores hidráulicos leque ôco	4 Bicos atomizadores hidráulicos leque maciço	4 Bicos atomizadores hidráulicos leque ôco
		FE 1.2.3: Bombear dejetos para atomização	motobomba de alta pressão	motobomba de média pressão	motobomba de alta pressão

		FE 1.2.4: Acondicionar parte sólida dos dejetos	Saída em foma de cône	Saída tubular cônica	Saídas laterais espaçadas
		FE 1.2.5: Acondicionar parte líquida remanescente	Sucção direta	Sucção reversa contra fluxo	Sucção direta
		FE 1.2.6: Acessar dispositivos de secagem	Escotilha com parafusos	Escotilha com dobradiça (lado)	Escotilha com dobradiças (cima)
	FP 1.3 Expulsar parte úmida	FE 1.3.1: Conduzir ar à exaustão	Dutos cilíndr., chapa fina com flanges soldadas	Dutos cilíndr., chapa fina e flanges encaix.	Dutos cilíndr., de fibra com flange encaixadas
		FE 1.3.2: Exaurir parte úmida dos dejetos	Ventilador centrífugo radial	Ventilador axial	Ventilador centrífugo radial
		FE 1.3.3: Regular fluxo de ar de exaustão	Válvula gaveta simples	Válvula gaveta pneumática	válvula rotativa pneumático
		FE 1.3.4: Lavar gases de secagem dos dejetos	Lavador de gases com chuveiro	Lavador de gases com filtro ativo	Lavador de gases sem chuveiro
		FE 1.3.5: Reter parte tóxica	No próprio lavador	Dispositivo adicional	Disp. adicional sob pressão
		FE 1.3.6: Conduzir parte não tóxica à atmosfera	Ciclone com duto vertical	Com dutos para atmosfera	Duplo ciclone com duto vertical
	FP 1.4 Controlar parâmetros de uso	FE 1.4.1: Acionar insuflamento de ar atmosférico	Individual com variador de freq.	Painel com todos os controles	Individual sem variador de freq.
		FE 1.4.2: Acionar exaustão de gases	Individual com variador de freq.	Painel com todos os controles	Individual sem variador de freq.
		FE 1.4.3: Acionar bombeamento de dejetos	Individual com variador de freq.	Painel com todos os controles	Individual sem variador de freq.

Para avaliar quais das três opções é mais adequada às necessidades descritas pelos produtores, é necessário fazer uma análise numérica que contemple os pesos atribuídos por eles. Um método é o chamado passa-não-passa (pñp) por meio do qual é possível encontrar a opção mais adequada ao produto. A Tabela 4 mostra a matriz “passa-não-passa” de análise das opções definidas na matriz de decisão anterior. Nela, as necessidades previamente estipuladas pelos produtores são avaliadas agora à luz da sua realização ou não realização pela opção escolhida pela equipe de projeto para realizar aquela necessidade. O símbolo “P” é usado quando a opção realiza a necessidade o símbolo “NP” é usado, quando não realiza. Após a análise, a opção I atingiu um maior número de “P’s” e é, provavelmente, a mais adequada.

No entanto, ela é tomada apenas como referência, pois uma segunda matriz “passa-não-passa” é montada para avaliar as outras opções, comparando-a com a opção de referência considerando-se agora, os pesos dados pelos produtores para suas necessidades, descritas na matriz de necessidades, citada no item 3.4.1. Neste caso, as opções remanescentes são submetidas à avaliação e comparadas à opção de referência novamente sob a ótica das necessidades dos produtores e os respectivos pesos. A questão análise agora é se a opção sendo avaliada realiza mais, igualmente, ou menos, a necessidade descrita e a notação na matriz fica, respectivamente, +, = ou –, segundo os critérios adotados.

Tabela 4 – Primeira matriz de avaliação passa-não-passa para o secador de dejetos suínos.

Nº	Necessidades dos produtores	Opções		
		I	II	III
01	Produzir resíduos para adubação	P	P	P
02	Produzir resíduos para alimentação animal	P	P	P
03	Reutilizar gases produzidos no biodigestor	P	NP	NP
04	Usar energia elétrica no acionamento	P	P	P
05	Usar combustível vegetal no acionamento	P	P	NP
06	Usar combustível gasoso (GLP) no acionamento	P	NP	NP
07	Ter baixo custo de manutenção	P	P	NP
08	Ter baixo custo de operação	P	P	NP
09	Ter vida útil longa	P	P	P
10	Ter versatilidade na manipulação e no transporte	P	NP	P
11	Ter um bom nível de automação	NP	NP	NP
12	Ser segura na operação	P	P	P
13	Ser confiável no uso	P	P	P
14	Ser leve quando possível	P	P	P
15	Ter estrutura compatível com o uso	P	P	P
16	Requerer posicionamento estável para uso	P	P	P
17	Produzir baixa intensidade de odores maléficis	P	NP	NP
18	Possibilitar expansão para aumento de produção	P	P	P
19	Ser modular	P	P	P
20	Ter baixo custo de compra	P	NP	P
21	Ter material anticorrosivo	NP	NP	NP



A Tabela 5 traz a representação numérica das avaliações feitas por este método que culminou na escolha da própria opção de referência. As duas outras opções permanecem como possíveis soluções conceituais para o produto, no caso da opção de referência tiver que ser, por algum motivo desconhecido no momento, descartada. Ela traz os pesos atribuídos pelos produtores às suas necessidades. O range utilizado foi de 0 (zero) a 5 (cinco).

A avaliação mostrada na Tabela 5 indicou que a solução conceitual de referência (SCR) I é a mais adequada para o produto, de acordo com os requisitos e necessidades colocadas pelos produtores. A solução conceitual III é a segunda opção mais adequada, seguida pela opção II. Com citado anteriormente, as duas últimas opções poderão eventualmente ser utilizadas, caso solução conceitual escolhida for, por algum motivo, descartada.

Tabela 5 – Segunda matriz de avaliação passa-não-passa para o secador de dejetos suínos.

Nº	Necessidades dos produtores	Peso	Soluções Conceituais		
			I	II	III
01	Produzir resíduos para adubação	3,0		=	=
02	Produzir resíduos para alimentação animal	3,0	R	=	=
03	Reutilizar gases produzidos no biodigestor	5,0		-	-
04	Usar energia elétrica no acionamento	4,0	E	=	=
05	Usar combustível vegetal no acionamento	2,0		=	=
06	Usar combustível gasoso (GLP) no acionamento	1,0	F	+	=
07	Ter baixo custo de manutenção	5,0		-	-
08	Ter baixo custo de operação	5,0	E	-	-
09	Ter vida útil longa	4,0		=	=
10	Ter versatilidade na manipulação e no transporte	5,0	R	-	=
11	Ter um bom nível de automação	5,0		=	=
12	Ser segura na operação	3,0	Ê	-	-
13	Ser confiável no uso	4,0		-	-
14	Ser leve quando possível	2,0	N	-	+
15	Ter estrutura compatível com o uso	4,0		-	=
16	Requerer posicionamento estável para uso	3,0	C	=	-
17	Produzir baixa intensidade de odores maléficos	3,0		-	=
18	Possibilitar expansão para aumento de produção	5,0	I	-	=
19	Ser modular	3,0		=	=
20	Ter baixo custo de compra	5,0	A	=	-
21	Ter material anticorrosivo	3,0		=	=
Total (+)			0	1 (+)	1 (+)
Total (-)			0	10 (-)	7 (-)
Total Global (-) + (+)			0	9 (-)	6 (-)
Peso Global = $\Sigma$ [Peso x (-) + Peso x (+)]			0	- 39	- 28
(=) Atende igual à solução conceitual de referência (SCR); (-) Atende igual à SCR; (+) Atende mais que a SCR					

Com isso, a solução conceitual para o secador é definida e doravante é dimensionada na fase de projeto preliminar.

### 3.6 – Projeto Preliminar

A fase de projeto preliminar implica, principalmente, na definição das funções de cada componente que vai compor a solução conceitual, na definição prévia dos materiais que vão compor cada peça e/ou componente e no pré dimensionamento estático e/ou dinâmico desses componentes.

Isso foi realizado diretamente num dos modeladores geométricos para CAD (*Computer-Aided Design*) disponíveis na Área de Ciências Exatas e da Terra na Instituição. O modelador sólido *Solid Edge* Versão 1.5 é um modelador de CAD *mid-range* comercial que permite uma interação bastante fácil e intuitiva entre projetista e os recursos disponíveis para criação de modelos geométricos de peças, montagens, folhas de engenharia, entre outros recursos e foi o escolhido para este projeto. Além dele, é disponível ainda o Modelador geométrico *High End* da PTC (*Parametric Technology Corporation*) *Pro Engineer*, que engloba na sua versão acadêmica, ferramentas que permitem aos usuários projetistas a completa criação de sistemas técnicos, inclusive podendo gerar simulações dinâmicas e térmicas, via tecnologias CAD, CAE e CAM, englobando as três tecnologias necessárias neste domínio.

A fase de projeto preliminar do secador de dejetos suínos procedeu a realização dos croquis dos componentes do protótipo e o dimensionamento da parte estrutural do mesmo. O conjunto dos croquis deu origem à montagem mostrada na Figura 4. A vista em perspectiva mostrada dá uma idéia do conceito definido na fase de projeto conceitual para o secador de dejetos suínos e seus componentes básicos. Nesta ilustração não são mostrados os ventiladores centrífugos, a bomba de dejetos, os bicos atomizadores e os secadores de gases.

Estes componentes não haviam sido especificados nem dimensionados por ocasião da entrega deste relatório final da pesquisa. Evidentemente, a continuidade desta pesquisa trará a especificação de todos os componentes que por hora estão sendo estudados para comporem a solução final do secador.

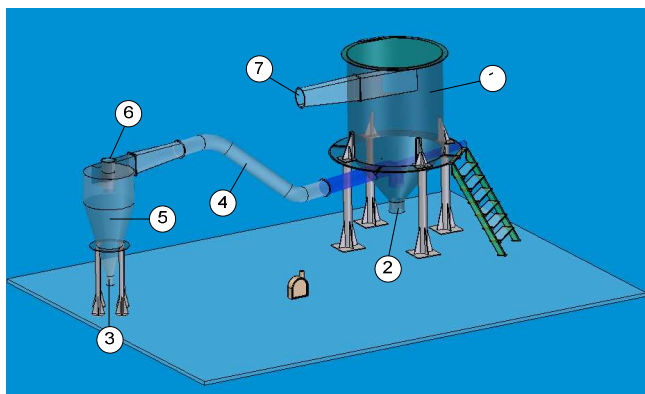


Figura 4 – Croqui do protótipo do secador de dejetos suínos.

Os balões mostrados na Figura 4 representam os componentes básicos do equipamento que são descritos a seguir:

- |  |  |
|--|--|
| 1- Câmara de atomização de dejetos;  | 4- Exaustão de ar úmido;                                 |
| 2- Saída da parte sólida dos dejetos (reusada como fertilizante);                | 5- Ciclone para amortecimento da velocidade de exaustão; |
| 3- Saída da parte sólida remanescente de dejetos (adicionada à primeira tirada); | 6- Saída de ar úmido para atmosfera;                     |
|  | 7- Injeção de volume de ar seco.                         |

O princípio de funcionamento do secador de dejetos suínos, na ótica da conversão de fluxo de energia, material e sinal, é descrito. Inicialmente, após serem recolhidos num reservatório próprio, os dejetos são bombeados por meio da bomba hidráulica de alta pressão para os bicos aspersores ou atomizadores hidráulicos. A alta pressão exercida na saída dos bicos e por interferência da geometria interna característica do tipo de bico utilizado, faz com que uma ejeção atomizada (gotas de diâmetro uniforme) de dejetos seja formada no interior da câmara na forma de um leque cônico e oco no sentido de baixo para cima.

Em contrapartida, na parte superior da câmara de secagem uma dada quantidade ar ambiente é insuflado para secar os dejetos atomizados suspensos na forma de leque cônico oco em contra fluxo, ou seja, de cima para baixo. O ar ambiente absorve a parte úmida atomizada e as partículas sólidas precipitam na direção do funil inferior da câmara de secagem e seja recolhido adequadamente. O ar úmido sai saturado da câmara de atomização sendo transportado para um ciclone que reduz sua velocidade e retém a quantidade remanescente de dejetos sólidos que é retirada e adicionada à parte sólida retirada anteriormente na câmara de secagem, à medida que se dirige à atmosfera. A parte sólida retirada tem valor agregado, podendo ser embalada e comercializada como fertilizante e ainda como alimento animal.

]Para a busca de valores aproximados dos principais parâmetros de medição e controle do processo de secagem, foi necessária a realização duas baterias de testes. Inicialmente, com apenas um furo centrado o jato de água atingiu aproximadamente 4 metros de altura começando a apresentar resquícios de névoa, em seguida foi efetuado um corte transversal sobre a saída do bico observando que com isso houve um aumento expressivo de névoa com diminuição da altura. Por fim efetuou-se novamente outro corte transversal perpendicular ao outro corte onde os resultados apresentaram-se, de certa forma, contraditórios, pelo fato de o material do bico (*nylon*) não ter passado por um melhor acabamento.

Na primeira bateria de testes (realizado em 04/08/2005), observou-se o comportamento do líquido na aspersão, procedeu-se a montagem do sistema com tubos de diâmetro de 25 mm, bomba centrífuga de um estágio, 3460 rpm, potência 1 cv e frequência de 60 hz. Foram efetuados cortes nos tubos e colagem bem como a utilização de fitas “vedaroscas” para se evitar perdas de vazão com vazamentos. Na segunda bateria de testes (realizada em 16/08/2005) observou-se o comportamento do bico na aspersão. Procedeu-se a montagem do bico confeccionado em nylon, no sistema com tubos de 25 mm e 50 mm, bomba centrífuga três estágios, 3460 rpm, potência de 3 cv e rendimento de 79,4%. Foram efetuados corte dos tubos e colagem bem como a utilização de fita “veda-roschas”, para se evitar perdas de vazão com vazamentos. A Tabela 6 mostra um resumo dos dados levantados ao final dos dois testes. A Figura 5 mostra um teste de comportamento do bico de aspersão e seu comportamento quando submetido a uma dada pressão.

Tabela 6 – Levantamento dos dados dos testes de aspersão.

Parâmetros	Comportamento do líquido na aspersão			Comporta <sup>o</sup> do bico na aspersão
	Teste 01	Teste 02	Teste 03	Teste 04
Diâmetro do furo (mm)	1	1,5	2,5	2,0
Frequência (Hz)	60	60	60	60
Altura do jato d'água (m)	6	7	10	-x-x-
Tempo de aspersão (min)	2,5	4,2	2,0	Vazão 421 litros/hora
Volume d'água(litros)	21	5	6	

No teste 01, o líquido foi lançado na forma de jato, com um furo de 1 mm, não formando névoa, apenas na parte superior, cerca de 4,5 a 5,0 metros de altura onde ocorre uma leve dispersão com cerca de 25 a 30 centímetros de diâmetro. No teste 02, comparativamente ao teste 01, obteve-se um acréscimo na elevação do jato, no entanto, a dispersão deste se deu menor que a de 1 mm, e a altura onde se inicia a dispersão foi maior. O teste 03 foi similar ao teste 02, havendo apenas uma maior elevação do jato de água sem aumento de dispersão.



Figura 5 – Foto do teste de comportamento do bico de aspersão Vista

Conclui-se que quanto menor o diâmetro do furo menor a altura do jato de água e maior a dispersão, no entanto, essa dispersão se manteve abaixo do esperado para fins deste projeto. Fazendo cortes transversais a dispersão do líquido aumenta devido à ação da pressão que age para ambos os lados, ou seja, perpendicularmente à superfície. Quanto ao material do bico, serve apenas para as condições de teste, pois não suportaria as condições reais de trabalho. Assim, é necessário um maior nível de pressão para chegar aos resultados desejados.

### 3.7 – Projeto Detalhado

Com os modelos e croquis básicos criados na fase de projeto preliminar, deu-se início às modelagens geométricas finais dos modelos anteriormente criados na fase anterior, no modelador geométrico escolhido (Sistema CAD *Solid Edge V15*). Nele foi realizada a definição final dos materiais e das dimensões da versão final. Os modelos geométricos dos componentes, montagens ficam disponíveis no acervo dos pesquisadores, uma vez que este produto deverá ser patenteado tão logo sejam feitos os testes para sua otimização.

### 3.8 – Fabricação do protótipo do secador

Os modelos geométricos dos componentes produzidos na fase de projeto detalhado foram utilizados na fabricação dos componentes e na montagem do protótipo do secador de dejetos suínos. As Figuras 6(a), 6(b), 7(a) e 7(b) mostram imagens dos componentes do secador já montado no Laboratório de Ciências Térmicas da UNOESC no centro Tecnológico II.



(a)



(b)

Figura 6 – (a) Vista parcial dianteira do protótipo do secador no início das montagens; (b) Vista parcial traseira do protótipo do secador no início das montagens.



(a)



(b)

Figura 7 – (a) Vista inferior da saída da parte sólida; (b) Vista interna da câmara de secagem mostrando em destaque o bico atomizador e a tomada de exaustão da parte úmida.

Lá estão sendo realizados os ajustes necessários à estrutura para início dos testes de fluxo de material similar (pó de café) para verificar a performance da solução conceitual escolhida. Durante a realização desta pesquisa, toda parte estrutural foi fabricada tendo por requisito principal a adequação do protótipo às condições de apoio do Laboratório de Ciências Térmicas.

#### 4. Conclusões

Durante o período de realização desta pesquisa alguns eventos importantes foram realizados cuja participação foi primordial na definição de alguns requisitos de projeto. Um deles foi a “Reunião Técnica sobre Biodigestores para Tratamento de Dejetos Suínos e Uso de Biogás”, realizada na EMBRAPA suínos e aves de Concórdia – SC. Neste evento houve a participação da equipe de projeto desta pesquisa, na qualidade de ouvintes. Num segundo evento, “III Seminário de Grupos de Pesquisa e I Seminário de Iniciação Científica” realizado na UNIPLAC em Lages – SC, houve a participação mais direta da equipe de projeto, com a apresentação oral do trabalho.

Há um grande percurso a ser percorrido antes da aprovação do protótipo, segundo os requisitos contratados junto aos produtores. No entanto, as informações levantadas até o presente momento servem como motivação constante na busca da conclusão da proposta. Com a otimização prevista para um segundo trabalho, espera-se chegar a um conjunto de parâmetros dependentes e independentes controláveis que sirvam para chegar-se a um equipamento versátil, resistente e funcional, de fácil aquisição e acessível à grande maioria dos produtores rurais, criadores de suínos, cuja produção cresce vertiginosamente a cada ano. Com isso, se estará prestando uma grande contribuição na busca de soluções para os problemas decorrentes dos dejetos suínos no Estado de Santa Catarina e em outras regiões do país.

#### 5. Referências

- Jesus, M.F. e Silva, G.F., Programa para estimativa das propriedades psicrométricas, 2002, Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.4, n.1, p.63-70.
- Linhares, J. C., 2000, Mapeamento entre os domínios de função e forma geométrica no projeto mecânico, Qualify – Exame de qualificação para tese de doutorado em eng. Mecânica, PósMec/UFSC.
- Pahl, G. & Beitz W, 1984, Engineering Design, Spring Verlag, London.
- Silva, J. S., [Editor], Pré-processamento de produtos agrícolas, 1995, Instituto Maria, Juiz de Fora: MG, 509 p.,.
- Silva, L. C., Silva, J. S., Queiroz, D. M., Oliveira-Filho, 1991, D. Desenvolvimento e Avaliação de um Secador de Café Intermitente de Fluxos Contracorrentes. In : XX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola.
- Wilhelm, L.R., 1976, Numerical calculation of psychrometrical properties in SI units, Trans. Of the ASAE, (19), p.318-325.

### DESIGN AND MANUFACTURE A PROTOTYPE SWINE SLUDGE DRYING THROUGH REVERSE ATOMIZATION

#### João Carlos Linhares

West University of Santa Catarina, Technological Center I – Rua José Firmo Bernardi, 1591 – Flor da Serra – CEP: 89600-000 – Joaçaba – SC – Brazil  
[joao.linhares@unoesc.edu.br](mailto:joao.linhares@unoesc.edu.br)

#### Antonio Carlos Ferreira

West University of Santa Catarina, Technological Center I – Rua José Firmo Bernardi, 1591 – Flor da Serra – CEP: 89600-000 – Joaçaba – SC – Brazil  
[antonio.ferreira@unoesc.edu.br](mailto:antonio.ferreira@unoesc.edu.br)

**Abstract:** *The swine sludge is the potential problem in Santa Catarina State. Same solutions search processes are in course. For initiative of the Brazilian Company of Agricultural Research and West University of the Santa Catarina it was proposed a prototype swine sludge drying design and manufacture to be used in the small farms. The idea is to separate the sludges liquid and solid parts using energy renewable sources and low environmental risk technologies. The prototype has three main systems: air injection system, sludges atomization system with high pressure and an air exhaustion system to atmosphere. During the sludges aspersion an originated spray of the atomization under high pressure it is put in contact a air flow that absorbs the sludges liquid part allowing its drying. The injected and exhausted air flows are balanced and allow the sludges solid part output in the camara inferior region and it can be used in the fertilizers composition and still as animals food because its fertilizing nature contains proteins. The atomizations drying system is in optimization phase. The pneumatic and mass flow processes should be tested in farms still in 2006.*

**Key-words:** *Swine sludges drying, machines design, mass energy swinging;*