

DOI: 105902/2236117015518

Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSC Santa Maria
Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental
e-ISSN 2236 1170 - V. 19, n. 2, mai- ago. 2015, p. 266-280



Sistema produtivo suinícola: abordagens biológica, de processos, sistêmica e logística

Pig production systems: biological, procedural, systemic and logistic approaches

Leandro Duarte dos Santos¹, Sérgio Fernando Mayerle², Jhulielli da Rocha³ e Carlos Manuel Taboada Rodriguez²

¹Aluno de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil

²Professor permanente, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil

³Nutricionista, Departamento de Nutrição, UFPR, Curitiba, PR, Brasil

Resumo

O conhecimento das atividades, dos processos, bem como do fluxo de insumos, produtos e informações, pode basear o gerenciamento de um sistema produtivo, ocasionando, assim, vantagens competitivas, redução de custos e previsões de ações futuras. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar - fundamentado na literatura e através de enfoques biológico, produtivo, sistêmico e logístico - os processos, as entradas, as saídas, as atividades e os fluxos que fazem parte da produção suinícola, a fim de contribuir para o seu desenvolvimento econômico, social e ambiental. Através de uma visão sistêmica da produção suinícola, verificou-se que a distância entre as granjas e a região fornecedora de ração influencia fortemente aspectos econômicos e ambientais. Assim, granjas localizadas próximas às plantações de grãos apresentam vantagens competitivas. Baseado neste argumento, verificou-se uma tendência migratória da suinicultura brasileira, da região sul para a nova fronteira agrícola MAPITOBA. A fim de mitigar os efeitos negativos ocasionados por esta migração, medidas tecnológicas, administrativas e políticas devem ser tomadas.

Palavras-chave: suinicultura. agroecossistemas. logística.

Abstract

The survey and knowledge of a production process, both by systemic perspective and logistics, can contribute significantly to management and consequently increase productivity and reduce costs. Based on a literature review and through the use of a systemic and logistic approach, the paper identifies the processes, inputs, outputs, activities and flows that are part of pig production and thus contributes to its economic, social and environmental development. Through a systemic approach of swine production, it is verified that the distance between the production site and the plantation of grain for swine feed supply influence economic and ecologic aspects. Hence, production sites near the plantation of grain provide competitive advantages. Based on this argument, a tendency for the migration of Brazilian swine production from the south region to the new frontier of MAPITOBA agriculture is verified. To mitigate the negative effects caused by this migration, technological, administrative and political measures have to be taken.

Keywords: swine, agroecosystems, logistics.

1 Introdução

O crescimento da população, a urbanização e o aumento da renda não só nos países desenvolvidos como também nos em desenvolvimento contribui para um incremento no consumo de alimentos de origem animal em todo o mundo. Paralelamente a este aumento da demanda, a oferta se ajusta mediante o aumento do número de animais por área, o que implica em impacto ambiental altamente negativo, especialmente quando a atividade é extremamente poluidora, como a suinocultura. Tanto que, em 1997, o estado americano da Carolina do Norte precisou declarar moratória para novas instalações suinícolas, em virtude de preocupações públicas referentes ao excesso de dejetos da suinocultura (ANEJA et al., 2008). As maiores preocupações ambientais relacionadas à suinocultura referem-se à contaminação dos lençóis freáticos, pela lixiviação dos dejetos, e à liberação de gases, como o dióxido de carbono, o metano e o gás sulfídrico, que, em grandes quantidades, são maléficos para a biosfera (SARDÁ et al., 2010)

Entretanto, os dejetos de suínos podem apresentar funções benéficas para a sociedade, sendo utilizados na agricultura, para adubação e fertirrigação (ASSMAN et al., 2009; BAUMGARTNER et al., 2007), na piscicultura, como alimento (MARTINS et al. 2010), e na geração de bioenergia, através da combustão do metano liberado (MARTINS & OLIVEIRA, 2011).

Além das preocupações ambientais, o aumento da demanda por carne suína deve ser suprido sem que haja grandes aumentos dos preços, a fim de facilitar o consumo de tal proteína para classes sociais menos favorecidas. Para isto ocorrer é necessário que a indústria suinícola aumente sua produção, ou seja, melhore sua oferta, utilizando fatores tecnológicos e ou de gerenciamento. Tais fatores também contribuem com pequenos produtores, mantendo-os no campo, evitando, assim, sua migração para a periferia de centros urbanos (MENDES & PADILHA JR, 2007).

Segundo Dornier et al. (2000), a Logística é a gestão de fluxos entre funções de negócio. Esta definição atual de logística apresenta maior amplitude de fluxos que antigamente, incluindo todos os movimentos referentes a: matérias-primas, produtos semiacabados, ferramentas, máquinas, produtos acabados, itens consumíveis, peças de reposição, produtos e peças a serem reparados, equipamentos de suporte de vendas, embalagens vazias retornáveis, etc.

O conhecimento aprofundado das atividades e dos processos, bem como do fluxo de insumos, produtos e informações, podem servir como base para melhorar o gerenciamento de um sistema produtivo, trazendo, assim, vantagens competitivas, redução de custos e previsões de ações futuras (BALLOU, 2006).

Dentro do contexto exposto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar - fundamentado na literatura e através de enfoques biológico, produtivo, sistêmico e logístico - os processos, as entradas, as saídas, as atividades e os fluxos que fazem parte da produção suinícola, a fim de contribuir para o seu desenvolvimento econômico, ambiental e social.

2 Sistema produtivo suinícola: processos e fluxos

Segundo Hitomi (1996), “um sistema é uma coleção de objetos ou coisas (animadas ou inanimadas) que recebe certas entradas e é forçado a agir sobre estas, de modo a produzir certas saídas, com o objetivo de maximizar alguma função da entrada e saída.” De acordo com o mesmo autor, um sistema é composto por diferentes unidades, sendo elas: componentes, fatores, elementos, subsistemas, dentre outras. Tais sistemas devem conter interações entre unidades, caso contrário as unidades compõem apenas grupos ou conjuntos.

De acordo com Conway (1987), agroecossistemas são sistemas ecológicos, modificados pelos seres humanos, para produzir alimentos, fibra e outros produtos agrícolas. Agroecossistemas, geralmente,

apresentam estrutura e dinâmica complexas, sendo que a complexidade surge, principalmente, a partir da interação entre processos socioeconômicos e ecológicos.

Considerando o conceito de sistema exposto por Hitomi (1996) e o conceito mais recente de agroecossistema de Conway (1987), bem como a produção suinícola, serão apresentadas as unidades que compõem tal agroecossistema produtivo. Na figura 1 pode-se ter uma noção muito simplificada da composição de tal sistema.

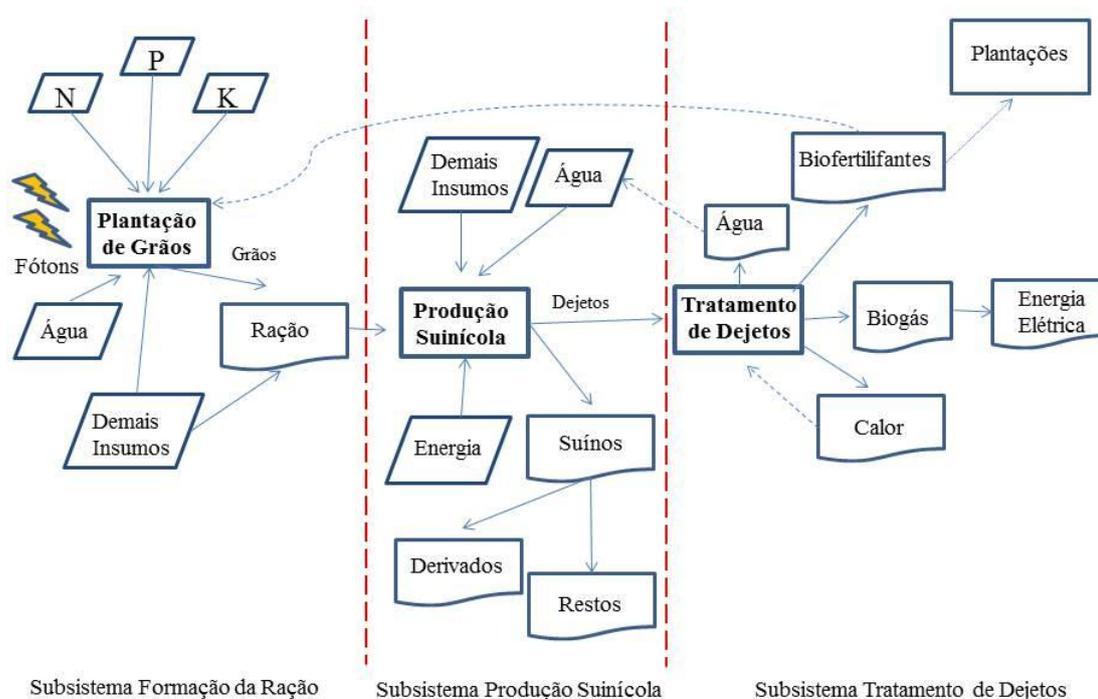


Figura 1 – Sistema Produtivo Suinícola

Fonte: O Autor

O agroecossistema de produção suinícola é composto por três subsistemas. O primeiro, localizado na ponta do agroecossistema, constitui a Formação da Ração. O segundo, situado no meio, denomina-se de Produção Suinícola. E o último, Tratamento de Dejetos.

O subsistema Formação da Ração é responsável pela transformação dos nutrientes, da água, da energia solar e demais insumos em grãos. Após tal transformação, os grãos, somados a outros insumos, são convertidos em ração, a qual será disponibilizada ao subsistema Produção Suinícola.

A Produção Suinícola caracteriza-se como um subsistema que tem como principal objetivo a produção de proteína animal. Nele ocorre a assimilação de ração, de água, de energia e de demais insumos pelos suínos, que, após adquirirem certo peso, estão aptos à comercialização. Segundo Sardá et al. (2010), o excesso de dejetos oriundos da atividade suinícola pode ocasionar não só a contaminação dos solos e dos lençóis freáticos, como também a liberação de gases como o dióxido de carbono, o metano e o gás sulfídrico, que, em grandes quantidades, são maléficos para a biosfera. Entretanto, Oliveira et al. (1993) descrevem os fatores positivos relacionados aos dejetos de suínos, como possível geração de biogás e de biofertilizantes, caso os dejetos sejam bem manejados. Desta forma, é necessário adequar os dejetos da suinocultura para sua utilização e/ou redução do poder poluente, através de um subsistema de tratamento, localizado na extremidade de saída de todo o agroecossistema.

2.1 Formação da Ração

O subsistema Formação da Ração está segmentado no Processo de Fotossíntese e Ingredientes para Rações.

2.1.1 Processo de Fossíntese

A Plantação de Grãos, como toda atividade agrícola, produz essencialmente alimentos, fibras, combustíveis e resíduos orgânicos. Tal atividade, para ser realizada, necessita do consumo de energia solar, ar, água, nutrientes orgânicos e minerais do solo (BEBER, 1989). Pode-se dizer que o principal responsável pela transformação dos inputs em outputs é o processo de fotossíntese, que consiste num processo físico-químico que converte água e dióxido de carbono em oxigênio e glicose. O processo pode ser resumido pela equação 1 (TAIZ & ZEIGER, 2004):



Onde:

H₂O – Água;

CO₂ – Dióxido de Carbono;

O₂ - Oxigênio; e

C₆H₁₂O₆ - Glicose

Para a produção de glicose, a planta necessita de minerais do solo, sendo os de maior relevância o Nitrogênio (N), o Fósforo (P), e o Potássio (K), denominados de macronutrientes. O nitrogênio tem como principal função nas plantas a síntese de proteínas, influenciando diretamente no desenvolvimento das mesmas. O fósforo atua na síntese e no armazenamento de energia na planta, especificamente no ciclo de Krebs, na transformação de ADP (adenosina difosfato) em ATP (adenosina trifosfato) – fonte de energia da planta. Já o potássio é importante para as reações enzimáticas da planta, especialmente na produção de carboidratos (TAIZ & ZEIGER, 2004).

2.1.2 Ingredientes para Rações

A composição da ração para os suínos varia conforme as necessidades fisiológicas dos animais, dependendo de sua fase de vida. A ração, de uma forma geral, é composta por ingredientes alimentícios e por um núcleo ou premix mineral-vitamínico (EMBRAPA, 2003).

Segundo Zardo & Lima (1999), é possível classificar os ingredientes para rações para suínos de acordo com o teor de energia, proteína, fibra ou minerais presentes. A tabela 1, abaixo, apresenta um breve resumo sobre os alimentos que compõem a ração suína.

Tabela 1. Alimentos constituintes da ração suínica

ALIMENTO	EXEMPLOS
Essencialmente energéticos	Açúcar, gordura de aves, gordura bovina, melaço em pó, óleo de soja degomado ou bruto, raiz de mandioca integral seca
Energéticos também fornecedores de proteína	Quirera de arroz, cevada em grão, soro de leite seco, grão de milho cozido, sorgo baixo tanino, trigo integral, trigo mourisco, trigoilhado e triticale
Energéticos com médio a alto teor de fibra	Farelo de arroz integral, farelo de amendoim, aveia integral moída, farelo de castanha de caju, cavada em grão com casca, polpa de citrus, farelo de coco, torta de dendê, grão de guandu cozido, raspa de mandioca, milho com espiga e palha
Fibrosos com baixa concentração de energia e médio teor de proteínas	Feno moído de alfafa, farelo de algodão, farelo de babaçu, farelo de canola e farelo de girassol
Fibrosos com baixa concentração em	Farelo de algaroba, farelo de arroz desengordurado, farelo de polpa de caju, casca de soja e farelo de trigo

ALIMENTO	EXEMPLOS
proteína	
Protéicos com alto teor de energia	Leite desnatado em pó, levedura seca, glúten de milho, farinha de penas e vísceras, farinha de sangue, soja cozida seca, soja extrusada, farelo de soja 42% PB*, farelo de soja 45% PB*, farelo de soja 48% e soja integral tostada
Protéicos com alto teor de minerais	Farinhas de carne e ossos com diferentes níveis e a farinha de peixe
Exclusivamente fornecedores de minerais	Calcário calcítico, fosfato bicálcico, fosfato monoamônio, farinha de ossos calcinada, farinha de ostras e sal comum

*Proteína Bruta Fonte: Embrapa (2003)

É interessante ressaltar que os grãos de cereais e outras sementes variam sua composição de acordo com fatores edafoclimáticos da região de sua origem, bem como condições de armazenamento e processamento (EMBRAPA, 2003).

A formulação adequada para a maioria das fases dos suínos é composta, geralmente, através da combinação de alimentos energéticos, também fornecedores de proteína, com alimentos protéicos com alto teor de energia. As outras classes de alimentos que podem compor a ração, bem como a inclusão de premix vitamínico e de micro-minerais, servem para complementar a dieta dos suínos. Também pode ser feita a utilização de aminoácidos sintéticos, desde que haja autorização prévia de técnicos responsáveis (EMBRAPA, 2003).

De uma forma geral, as rações devem conter ingredientes com composição e valor nutricional conhecidos, que atendam às necessidades nutricionais dos suínos. É necessário sempre minimizar os erros no processo de produção de rações, uma vez que os gastos com a alimentação caracterizam-se como a maior parte dos custos de produção dos suínos. (EMBRAPA, 1996). A tabela 2 apresenta valores médios dos níveis nutricionais recomendados para as diferentes fases de produção.

Tabela 2. Níveis nutricionais médios recomendados para diferentes fases de suínos

NUTRIÇÃO	GESTAÇÃO	LACTAÇÃO	PRÉ- INICIAL	INICIAL	CRESCIMENTO	TERMINAÇÃO
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3210	3300	3360	3300	3280	3250
Proteína bruta (%)	13,5	18,0	18,0	16,0	15,0	13,0
Lisina (%)	0,6	1,0	1,4	1,2	0,9	0,7
Metionina (%)	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2
Metionina + Cistina (%)	0,4	0,7	0,8	0,7	0,6	0,4
Treonina (%)	0,4	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5
Triptofano (%)	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
Cálcio (%)	0,7	1,2	0,9	0,8	0,7	0,5
Fósforo total (%)	0,6	0,8	0,7	0,7	0,6	0,4
Fósforo disponível (%)	0,3	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
Sódio (%)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1

Fonte: EMBRAPA, 1996

As quantidades nutricionais, mencionadas na tabela 2, servem apenas como um número médio para as necessidades dos animais conforme a fase. Entretanto, para aperfeiçoar a produção de um sistema específico, devem ser levados em consideração aspectos genéticos dos suínos, aspectos ambientais e outros fatores que possam influenciar no aproveitamento da ração. Sendo assim, para evitar desperdícios, são imprescindíveis estudos nutricionais direcionados aos animais de um sistema específico (EMBRAPA, 1996).

2.2 Produção Suinícola

De acordo com Sobestiansky et al. (1998), a suinocultura moderna caracteriza-se pela produção tecnicificada de suínos para abate e/ ou para a reprodução. Esta atividade pode ser representada esquematicamente como sendo uma “Fábrica de Suínos” (Figura 02).

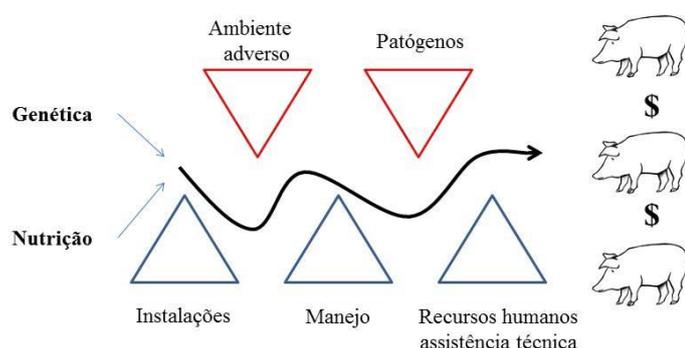


Figura 02. Representação esquemática de um sistema de produção como uma Fábrica de Suínos, adaptado de (SOBESTIANSKY et al., 1998)

Para o sucesso desta “Fábrica”, é necessária uma boa interação e um bom sincronismo entre a genética e a nutrição, levando em consideração, também, os outros aspectos mencionados na figura, sendo eles: instalações, ambiente adverso, manejo, patógenos, recursos humanos e assistência técnica. Os fatores patógenos e o ambiente adverso devem ser minimizados ou extinguidos através da combinação genética e nutricional, bem como pela eficiência das instalações, do manejo, dos recursos humanos e da assistência técnica. Outro aspecto relevante para a manutenção da prosperidade da “fábrica” é a constante modernização, adaptação e melhoria da qualidade de todos os fatores mencionados (SOBESTIANSKY et al., 1998).

As fases da produção suinícola são classificadas de acordo com a idade ou com o estado no qual o animal se encontra. Como mencionado anteriormente na tabela 02, as fases são comumente classificadas em gestação, lactação, pré-inicial, inicial, crescimento e terminação. Segundo Embrapa (2003), pode-se classificar a produção em duas unidades produtivas, de acordo com as fases em que os animais se encontram. Estas são denominadas de Unidade de Produção de Leitões (UPL) e de Unidade de Terminação (UT). A UPL produz leitões até a saída da creche (local onde o leitão é produzido), enquanto a UT recebe os leitões de uma UPL e executa as fases de crescimento e terminação.

2.2.1 Alimentos e elementos essenciais

Segundo Vianna (1975), os alimentos são essenciais para a vida e são utilizados de três maneiras distintas: uma parte destinada para a manutenção do organismo, outra para a produção e a última desaparece como desperdício. Considerando estes três coeficientes é que são realizados os estudos referentes à alimentação de animais. Apenas após as exigências alimentícias para a manutenção serem atendidas é que o restante da ração disponibilizada é transformado em produtos de utilidade, como carne, leite, lã, etc.

Desta forma, quando há *déficit* nas exigências de manutenção, a produção fica em recessão, uma vez que o organismo tem a necessidade de lançar mão de suas reservas para manter o equilíbrio das funções vitais do animal (VIANNA, 1975).

Lovatto & Oliveira (1996) descreveram a função de cada alimento para o desenvolvimento dos suínos. Este autor classificou os alimentos em: água, carboidratos, lipídeos e proteínas. Segundo o mesmo Autor, a alimentação dos suínos também é incrementada através de aditivos, sendo estes: antibióticos, probióticos e enzimas.

Já Vianna (1975) mencionou em sua obra as exigências de manutenção e produção dos suínos, sendo elas: calor, energia, proteína, sais minerais, vitaminas, ar e água.

Levando em consideração as obras de Lovatto & Oliveira (1996) e Vianna (1975), será apresentada a função de cada elemento, citado por ambas.

- Água e ar

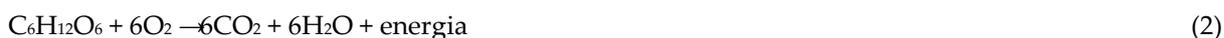
A água caracteriza-se como o componente em maior proporção no organismo animal, constituindo-se num dos elementos mais importantes para a produtividade e para a saúde. Tal elemento desempenha várias funções no corpo dos animais: atua no metabolismo e na digestão, no transporte de nutrientes e na regulação da temperatura corporal (LANDEFELD & BETTINGER, 2002). Já o oxigênio do ar participa da respiração celular, sendo muito importante na glicólise – quebra da glicose – e na consequente liberação de energia para as funções vitais do animal.

- Carboidratos e lipídeos

Os carboidratos representam a principal fonte energética para os animais, sendo classificados em polissacarídeos (como o amido), dissacarídeos (como a sacarose e a maltose) e monossacarídeos (como a glicose e a frutose). Outros alimentos com grande função energética são os lipídeos. Estes tem grande importância no organismo animal, sendo uma das principais reservas energéticas (LOVATTO & OLIVEIRA, 1996).

- Energia e calor

A energia utilizada nos processos vitais dos animais, dentre eles a manutenção do calor corporal, é obtida, principalmente, através da respiração celular. Este procedimento ocorre no ambiente intracelular, especificamente na organela denominada mitocôndria. O processo básico da respiração celular é a glicólise, a qual quebra a glicose formada na fotossíntese através da equação 1. Tal processo de quebra pode ser expresso pela seguinte equação 2 (LEHNINGER et al., 1995):



- Proteína

Segundo Vianna (1975), as proteínas são necessárias para reparar as perdas diárias dos tecidos, sendo fundamentais, também, para a construção da carne magra dos suínos. De acordo com Kansas State University (1994), os suínos não apresentam exigências específicas para proteínas e, sim, para as estruturas que compõem as proteínas, os aminoácidos.

Durante a digestão dos alimentos, as proteínas são fragmentadas em aminoácidos, que entram na corrente sanguínea e, posteriormente, participam do metabolismo e síntese de tecidos (KANSAS STATE UNIVERSITY, 1994).

- Sais minerais

Os sais minerais possuem uma gama de funções no organismo animal, variando desde questões estruturais, em alguns tecidos, a uma grande variedade de funções regulatórias (SOBESTIANSKY et al., 1998).

Tanto o cálcio como o fósforo são importantes na formação e no desenvolvimento dos ossos e dentes. Entretanto, também são encontrados nos tecidos moles. Os dois participam, ainda, na contração muscular, no metabolismo de energia e na coagulação sanguínea (KANSAS STATE UNIVERSITY, 1994).

O cloro caracteriza-se como o principal ânion extracelular, além de ser, também, o principal ânion do suco gástrico. Em contrapartida, o sódio é o principal cátion extracelular (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1988).

- Vitaminas

Vitaminas são compostos orgânicos distintos de aminoácidos, lipídios e glicídios, necessários em pequenas quantidades nas dietas dos suínos, que promovem o funcionamento normal do metabolismo, o desenvolvimento dos tecidos, o crescimento, a saúde e a reprodução (NRC, 1988; KANSAS STATE UNIVERSITY, 1994)

- Aditivos alimentares

Aditivos alimentares são substâncias que não são vitais para o organismo dos suínos, mas proporcionam um incremento no peso dos mesmos. Embora muitas vezes o mecanismo de ação de tais substâncias seja desconhecido e ainda haja grande polêmica quanto aos riscos que podem causar à saúde humana, o uso destes aditivos tem aumentado muito na produção suinícola (LOVATTO & OLIVEIRA, 1996). A seguir, são apresentadas as principais classes de aditivos alimentares.

- ✓ Antibióticos

Os antibióticos, termo que significa contra a vida, parecem atuar sobre os microorganismos do trato digestivo, restringindo os resíduos tóxicos do seu metabolismo, os quais carecem de grande dispêndio de energia, por parte do suíno, para sua neutralização. Esta energia seria, então, utilizada para gerar síntese nutricional, aumentando, assim, o ganho de peso dos animais (LOVATTO & OLIVEIRA, 1996).

- ✓ Probióticos

Os probióticos são essencialmente bactérias benéficas multiplicadas em laboratório que auxiliam nas atividades digestivas dos animais (LOVATTO & OLIVEIRA, 1996).

- ✓ Enzimas

As enzimas são proteínas que aceleram as reações químicas no organismo dos animais. Estas proteínas parecem agir na remoção de fatores antinutricionais e, também, no aumento da digestibilidade de nutrientes existentes (FIREMAN & FIREMAN, 1998).

2.2.2 Conversão alimentar

Whittemore (1998) apresentou, de forma simples, através de método dedutivo, um sistema que relaciona algumas transformações de alimento em carne magra, gordura e outros elementos (figura 3).

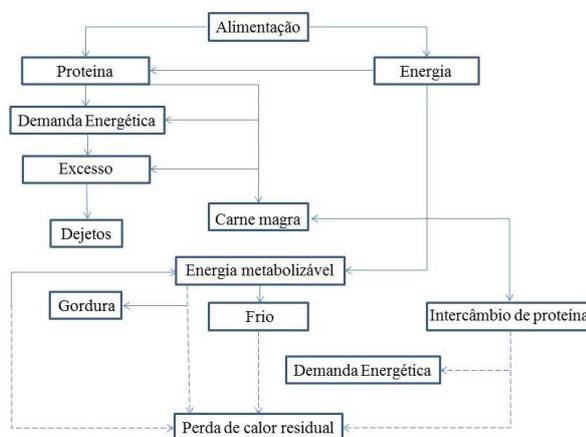


Figura 03. Modelo conceitual de transformações da produção suinícola. Fonte: Adaptado de Whittemore (1998)

A eficiência da conversão de ração em peso corporal é função de aspectos genéticos, ambientais, da fase em que o animal se encontra, entre outros fatores. De uma forma geral, esta eficiência decresce conforme o animal ganha peso (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1988). A tabela 3 apresenta o comportamento médio entre consumo e desempenho dos suínos.

Tabela 3. Expectativa de performance de suínos do nascimento ao abate

CONSUMO E DESEMPENHO	PESO CORPORAL (KG)				
	1 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 50	50 - 110
Ganho esperado (g/dia)	200	250	450	700	820
Consumo esperado (g/dia)	250	460	950	1900	3110
Eficiência ganho	0,800	0,543	0,474	0,368	0,264
Conversão ganho	1,25	1,84	2,11	2,71	3,79
Consumo Energia Digestível (kcal/dia)	850	1.560	3.230	6.460	10.570
Consumo Energia Metabol. (kcal/dia)	805	1.490	3.090	6.200	10.185
Energia Metabolizável (kcal/dia)	3220	3420	3250	3260	3275
Proteína (%)	24	20	18	15	13

Fonte: NRC, 1988

2.3 Tratamento de dejetos

Vários fatores influenciam no processo de tratamento de DSs, sendo eles ambientais ou referentes ao sistema de produção suinícola. Dentre eles podemos destacar a temperatura e, principalmente, a quantidade de água presente nos DSs. Porém, existem formas de manejo da produção que minimizam a quantidade de água nos dejetos, como as camas com maravalha, a casca de arroz e outros materiais absorventes. Há, também, processos como a floculação, a sedimentação, o peneiramento e coagulação, que separam a fase sólida da fase líquida, contribuindo significativamente no Tempo de Retenção Hidráulica (TRH) do tratamento de afluentes líquidos (KUNZ et al., 2010).

A fase líquida, após a separação da fase sólida ou dos dejetos in natura, é, na maioria das vezes, tratada em Esterqueiras e Lagoas de Estabilização (LE). O tratamento em Biodigestores, apesar de apresentar inúmeras vantagens para o tratamento da fase líquida, ainda é pouco difundido no Brasil, o que ocasiona um imenso desperdício do potencial para produção de biogás (SILVA & AMARAL, 2013). Já os processos de decomposição da fração sólida ocorrem, geralmente, em composteiras. No entanto, de acordo com Belli Filho et al. (2001), são inúmeras as maneiras que os DSs podem ser tratados, sendo que o sistema de tratamento não respeita uma ordem, especificamente, de tecnologias de tratamento e que são função, especialmente, da disponibilidade financeira do produtor. Na tabela 4 são apresentados alguns sistemas de tratamento de dejetos de suínos encontrados na literatura brasileira.

Tabela 4. Resumo dos trabalhos contendo a composição dos sistema e % de remoção de DBO, P, N, ST, Cu e Zn

TRABALHO	COMPOSIÇÃO DO SISTEMA	% DE REMOÇÃO					
		DBO	P	N	ST	CU	ZN
Ferreira et al. (2001)	CC, CRV, UASB, UASB	88	29	33	-	88	90
Carmo et al. (2004) Campos et al. (2006)	TAE, UASB, LAF	93	69	-	29	-	-
Medri & Medri (2004)	NI	90	-	76	-	-	-
Barthel et al. (2008) Sistema A	EQ, DE, LA, LA, LAL, LM, LM	95	97	98	60	-	-
Barthel et al. (2008) Sistema B	EQ, DE, LA, LA, LAL, LM, LAG	96	97	97	64	-	-
Vivian et al. (2010)	UASB, LA, LF, LM, LM	98	99	90	-	99	99
Rodrigues et al. (2010)	DE, UASB	92	-	-	88	-	-
Pereira et al. (2010)	RAC, UASB	78	-	-	-	-	-
Duda & Oliveira (2011)	UASB, FA, FP, DE	98	84	78	99	99	98
Araújo et al. (2012)	LD, LA, UASB, LAF, LM	97	74	83	-	-	-

CC – Caixa de Carga; CRV – Caixa Reguladora de Vazão; UASB – Reator Anaeróbio UASB; TAE – Tanque de Acidificação e Equalização; LAF – Lagoa Aerada Facultativa; NI – Não Informado; DE – Decantador; EQ – Equalizador; LA – Lagoa Anaeróbia; LAL – Lagoa de Algas; LM – Lagoa de Maturação; LAG – Lagoa de Aguapé; LF – Lagoa Facultativa; RAC – Reator Anaeróbio Compartimentado; FA – Filtro Anaeróbio; FP – Filtro Percolador; LD – Lagoa de Decantação

3 Percepção sistêmica e logística da produção suinícola

A partir de uma percepção biológica e produtiva é possível verificar o fluxo de energia e entender melhor as variáveis que afetam a produção da suinocultura. Subsidiada nesta percepção, surge uma visão sistêmica e logística que contribui para a elucidação de aspectos relacionados não só aos custos de transporte da produção suinícola, como também ao impacto ambiental causado pela transferência de elementos de um local para outro. A figura 4 apresenta o sistema produtivo suinícola sob uma percepção logística.

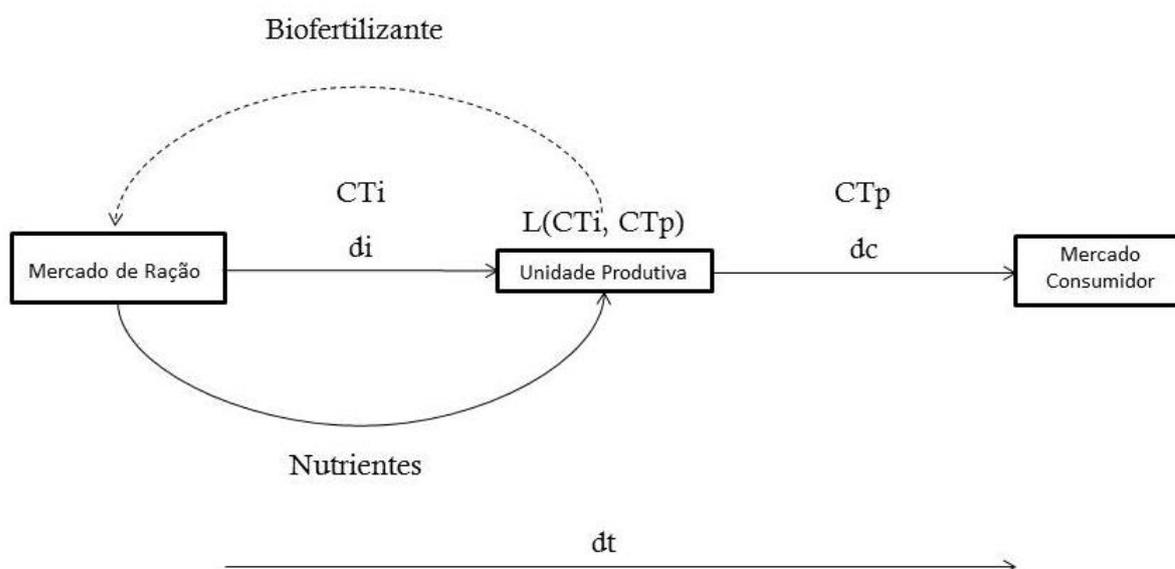


Figura 4. Sistema produtivo suinícola sob uma percepção sistêmica e logística

Fonte: O Autor

No esquema apresentado pela figura 04, existe uma relação de influências, na qual as distâncias da unidade produtiva até o mercado de ração (di) e até o mercado consumidor (dc) influenciam, respectivamente, o custo de transporte de insumos (CTi) e o custo de transporte de produtos (CTp). Estes, por sua vez, podem interferir substancialmente no lucro (L) da unidade produtiva de suínos.

De acordo com Saralegui et al. (1985), a eficiência na conversão de grãos em carne para suínos apresenta a relação de 3:1. Do ponto de vista logístico, isto representa que, para cada viagem transportando carne suinícola, da unidade produtiva até o mercado consumidor, são necessárias três viagens de grãos, do mercado de ração até a unidade produtiva. Considerando esta afirmação dentro do contexto expresso na figura 1, pode-se afirmar que, quanto mais distante o mercado de ração estiver da unidade produtiva, maior será a distância total de transporte do sistema como um todo, o que, conseqüentemente, eleva os custos de transporte do mesmo. A tabela 5 apresenta um estudo do comportamento da distância total de transporte em função da alteração da localização da unidade produtiva, em relação ao mercado de ração e ao mercado consumidor.

Tabela 5. Comportamento da distância total de transporte de acordo com alterações na distância do mercado de ração e na distância do mercado consumidor, em relação à unidade produtiva

CENÁRIO*	DISTÂNCIA DO MERCADO DE RAÇÃO (KM)	DISTÂNCIA DO MERCADO CONSUMIDOR (KM)	DISTÂNCIA TOTAL DE TRANSPORTE (KM)
1	10	90	120
2	20	80	140
3	30	70	160
4	40	60	180
5	50	50	200
6	60	40	220
7	70	30	240
8	80	20	260
9	90	10	280

*Cada cenário apresenta distância total de 100 Km

Fonte: O Autor

Segundo o Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA (2014), as unidades produtivas suinícolas estão concentradas na Região Sul do Brasil, especialmente no Oeste Catarinense e no interior do Rio Grande do Sul. No entanto, a produção de grãos está migrando para a nova fronteira agrícola nacional, localizada no entorno das divisas dos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, denominada de MAPITOBA. Os índices de produtividades de grãos desta região se apresentam similares ou, até mesmo, superiores aos da região sul do Brasil, onde o preço do hectare é ainda relativamente mais alto. Desta forma, a nova fronteira agrícola apresenta imenso potencial para a produção de grãos (AGRIANUAL, 2010).

A expansão da fronteira agrícola pode ter como consequência, em resultado da busca de uma maior competitividade, a instalação de novas granjas ou, até mesmo, a migração das unidades produtivas suinícolas do sul para estas novas áreas mais setentrionais.

A distância entre a unidade produtiva e o mercado de ração, além de influenciar aspectos econômicos, apresenta, também, influência na esfera ambiental. Uma vez que elementos orgânicos e minerais transportados da região produtora de grãos e rejeitados pelo trato intestinal dos suínos podem se apresentar em altas quantidades nas proximidades das granjas suinícolas, alterando o ambiente de forma considerável. Contudo, a diminuição da distância entre as áreas de grãos e as granjas pode viabilizar um processo de logística reversa, devolvendo os dejetos para seu verdadeiro

local de origem, ou seja, os solos das áreas agricultáveis. Outra opção para o destino destes dejetos é o seu tratamento em biodigestores, que, através da fermentação e da consequente produção de biogás, reduz a carga de poluentes dos dejetos. Entretanto, decisões envolvendo a cadeia de suprimento destes dejetos para os biodigestores são fundamentais para a execução deste processo.

4 Conclusões

Levando em consideração as vantagens competitivas, decorrentes da proximidade da área produtora de grãos com as granjas suinícolas, a expansão da fronteira agrícola nacional pode ter como consequência, em longo prazo, o deslocamento da região produtora suinícola da região sul do país para o MAPITOBA. Caso isto ocorra, medidas tecnológicas, administrativas ou políticas devem ser tomadas, com o intuito de favorecer os produtores suinícolas do sul (especialmente os pequenos produtores), evitando a migração desta população rural para a periferia dos centros urbanos. Dentre estas medidas, destaca-se o investimento na produção de culturas que a produtividade seja melhor nas condições edafoclimáticas da região sul, comparadas à região do MAPITOBA.

A instalação de novas granjas suinícolas no MAPITOBA deve ser encarada como uma nova oportunidade de estruturar a indústria suinícola, de forma correta, ou seja, sob a ótica ambiental, social e energética. Para que isto ocorra, espera-se que estas novas instalações apresentem estrutura suficiente e embasamento logístico, a fim de aproveitar o imenso potencial energético dos dejetos, através da geração de biogás. Espera-se, também, que sejam elaborados estudos de logística reversa que viabilizem a volta de parte dos dejetos para os solos agricultáveis das áreas fornecedoras de ração. Estas duas medidas, se realizadas de forma correta, contribuiriam imensamente para que a suinocultura não seja vista como uma atividade de alto impacto ambiental e, sim, como uma atividade sistêmica que proporciona imenso benefício para a sociedade.

5 Referências bibliográficas

AGRIANUAL: ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP, 2010. 520p.

ANEJA, V. P.; ARYA, S. P.; RUMSEY, I. C.; KIM, D. S.; BAJWA, K.S.; WILLIAMS, C. M. Characterizing ammonia emissions from swine farms in eastern North Carolina: Reduction of emissions from water-holding structures at two candidate superior technologies for waste treatment. *Atmospheric Environment*, v.42, n.14, p.3291-3300, 2008.

ARAÚJO, I. S.; OLIVEIRA, J. L. R.; ALVES, R. G. C. M.; BELLI FILHO, P.; COSTA, R. H. R. Avaliação de sistema de tratamento de dejetos suínos instalado no Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.7, p.745-753, 2012.

ASSMANN, J. M.; BRAIDA, J. A.; CASSOL, L. C.; MAGIERO, E. C.; MANTELI, C.; GRIZ, E. Produção de matéria seca de forragem e acúmulo de nutrientes em pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos. *Ciência Rural*, v.39, n.8, p.2408-2416, 2009.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial. 5.ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2006. 616 p.

BARTHEL, L.; OLIVEIRA, P. A. V.; COSTA, R. H. R. Plankton biomass in secondary ponds treating piggery waste. *Brazilian archives of biology and technology*, v.51, n.6, p.1287-1298, 2008.

BAUMGARTNER, D.; SAMPAIO, S. C.; TEO, C. R. P. A.; SILVA, T. R. DA; VILAS BOAS, M. A. Reúso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.27, n.1, p.152-163, 2007.

- BEBER, J. A. C. Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais. Agudo, RS: UFSM, 1989. 295p. Dissertação Mestrado.
- BELLI FILHO, P.; CASTILHOS JR, A. B.; COSTA, R. H. R.; SOARES, S. R., PERDOMO, C. C. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.1, p.166-170, 2001.
- CAMPOS, C., M., M.; CARMO, F. R.; BOTELHO, C. G.; COSTA, C. Desenvolvimento e operação de reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) no tratamento dos efluentes da suinocultura em escala laboratorial. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.1, p.140-147, 2006.
- CARMO, F. R.; CAMPOS, C. M. M.; BOTELHO, C. G.; COSTA, C. C. Uso de lagoa aerada facultativa como polimento do reator anaeróbio de manta de lodo UASB no tratamento de dejetos de suínos em escala laboratorial. *Ciência e Agrotecnologia*, v.28, n.3, p.600-607, 2004.
- CONWAY, G.R. The properties of agroecosystems. *Agricultural systems*, v.24, n.2, p. 95-117, 1987.
- DORNIER, P. Logística e operações globais: textos e casos. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2000. 724p.
- DUDA, R., M.; OLIVEIRA, R., A. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator UASB e filtro anaeróbio em série seguidos de filtro biológico percolador. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.16, n.1, p.91-100, 2011.
- EMBRAPA AVES E SUINOS. Curso de nutrição de suínos e aves. Concórdia, SC. Anais. Concórdia: Embrapa-CNPISA, 1996. 269p.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Sistema de produção, Jul/ 2003. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/nutricao.html>>. Acesso em: 1 ago. 2014.
- FERREIRA, F., L., A.; AMARAL, L., A.; LUCAS JR, J. Desempenho do reator de fluxo ascendente com leito de lodo (uasb) na redução do poder poluente de águas residuárias de suinocultura. *Holos Environment*, v.1, n.2, p.228-237, 2001.
- FIREMAN, F. A. T.; FIREMAN, A. K. B. A. T. Enzimas na alimentação de suínos. *Ciência Rural*, v.28, n.1, p.173-178, 1998.
- HITOMI, K. *Manufacturing Systems Engineering*. 2.ed. Great Britain: T&J Press (Padstow) Ltd, 1996. 541p.
- IBGE. SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>>. Acesso em: 14 ago. 2014.
- KANSAS STATE UNIVERSITY. *Kansas Swine Nutrition Guide*. Cooperative extension service. Kansas: Kansas State University, 1994. 12p.
- KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R; BORTOLI, M. Separação sólido-líquido em efluentes da suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.11, p.1220-1225, 2010.
- LANDEFELD, M.; BETTINGER, J. Water effects on livestock performance, Ohio State University Fact Sheet, *Agricultural and natural resources*, v.13, n.2. 2002. Disponível em: <http://ohioline.osu.edu/anr-fact/0013.html>. Acesso em: 29 jun. 2014.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica*. 2.ed. São Paulo: Savier Editora, 1995. 839p.

LOVATTO, P. A.; OLIVEIRA, V. *Suinocultura geral*. 1.ed. Santa Maria: CCR, 1996. 165p.

MARTINS, F. M.; OLIVEIRA, P. A.V. Economic analysis of the generation of electric energy from biogas in pig production. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.3, p.477-486, 2011.

MARTINS, M. L.; AZEVEDO, T. M. P.; GHIRALDELLI, L.; BERNARDI, N. Can the parasitic fauna on Nile tilapias be affected by different production systems?. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v.82, n.2, p.493-500, 2010.

MEDRI, W.; MEDRI, V. Otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos. *Ciências Exatas e Tecnológicas-SEMINA*, v.25, n.2, p.203-212, 2004.

MENDES, J. T. G.; PADILHA JR, J. B. *Agronegócio: uma abordagem econômica*. 1.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 372p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient requirements of swine*. 9.ed. Washington, DC: National Academy Press, 1988. 93p

OLIVEIRA, P. A. V de. *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: Embrapa-CNPSA. 1993. 188p.

PEREIRA, E., L.; CAMPOS, C., M., M.; MOTERANI, F. Physical-chemical and operational performance of an anaerobic baffled reactor (ABR) treating swine wastewater. *Acta Scientiarum: Technology*, v.32, n.4, p.399-405, 2010.

RODRIGUES, L. S.; SILVA, I., J. DA; ZOCRATO, M., C. DE; PAPA, D., N.; SPERLING, M., V.; OLIVEIRA, P., R. de. Avaliação de desempenho de reator UASB no tratamento de águas residuárias de suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.1, p.94-100, 2010.

SARALEGUI, W. H.; COSTA, C. N.; DALLA COSTA, O. A. Desempenho em conversão alimentar de suínos landrace e large white e o potencial econômico de sua melhora genética. *Comunicado Técnico da Embrapa CNPSA*, n. 97, Nov., p. 1-4, 1985.

SARDÁ, L. G.; HIGARASHI, M. M.; MULLER, S.; OLIVEIRA, P. A.; COMIN, J. J. Redução da emissão de CO₂, CH₄ e H₂S através da compostagem de dejetos suínos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.9, p.1008-1013, 2010.

SILVA, P. C. DA; AMARAL, A. A. do. Tratamento de dejetos suínos com biorreator UASB. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*, v.8, n.5, p.141-147, 2013.

SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S. DA; SESTI, L. A. C. *Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho*. Brasília: Embrapa SPI; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1998. 388p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Arned, 2004. 719p.

VIANNA, A. T. *Os suínos: criação prática e econômica*. 5.ed. São Paulo: Editora Nobel, 1975. 384p.

VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J., PERDOMO, C.; TECHIO, V., H. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.3, p.320-325, 2010.

WHITTEMORE, C. The science and practice of pig production. Oxford: Blackwell Science Ltd, 1998. 640p.

Zardo, A. O.; Lima, G. J. M. M. Alimentos para suínos. Embrapa Suínos e Aves : SC /Porto Alegre: EMATER/RS, 1999. 71p.