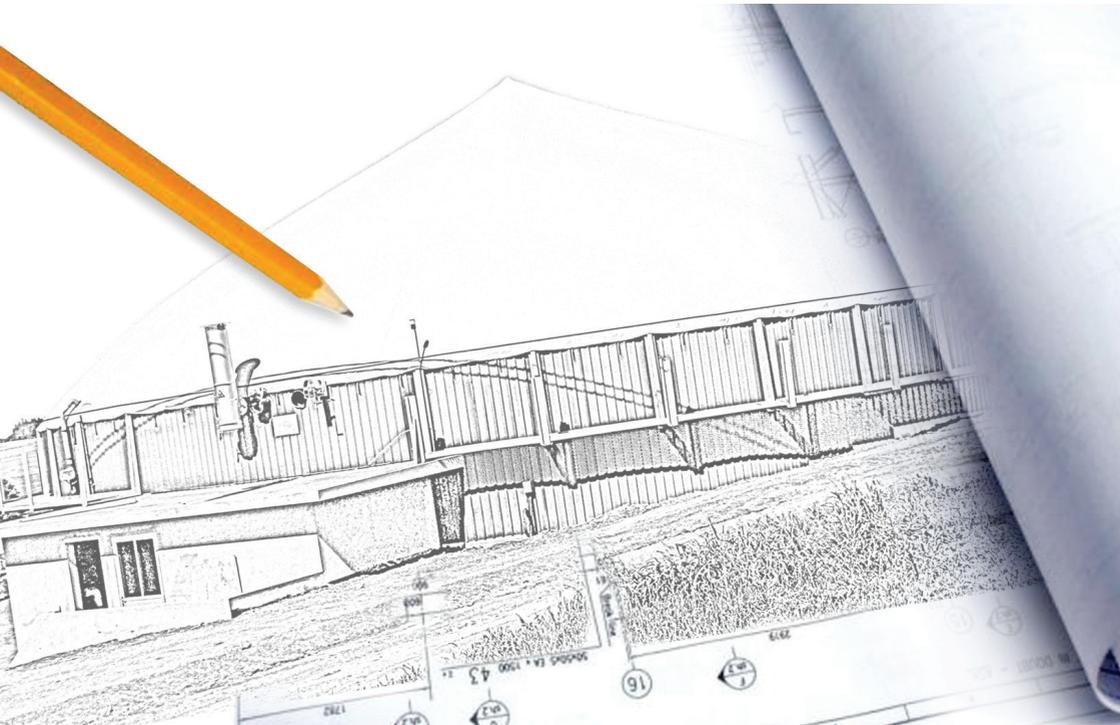


## Estudo Técnico da Destinação do Fertilizante Orgânico Sólido Produzido em uma Usina de Biogás no Município de Concórdia-SC





ISSN 0101- 6245

Novembro, 2014

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Suínos e Aves  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Documentos 170***

### **Estudo Técnico da Destinação do Fertilizante Orgânico Sólido Produzido em uma Usina de Biogás no Município de Concórdia-SC**

*Rodrigo da Silveira Nicoloso*  
Autor

Embrapa Suínos e Aves  
Concórdia, SC  
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Suínos e Aves**

Rodovia BR 153 - KM 110  
89.700-000, Concórdia-SC  
Caixa Postal 21  
Fone: (49) 3441 0400  
Fax: (49) 3441 0497  
<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves>  
<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

**Comitê de Publicações da Embrapa Suínos e Aves**

Presidente: Marcelo Miele  
Secretária: Tânia M.B. Celant  
Membros: Airton Kunz  
          Helenice Mazzuco  
          Monalisa L. Pereira  
          Nelson Morés  
          Rejane Schaefer  
Suplentes: Mônica C. Ledur  
          Rodrigo S. Nicoloso

Coordenação editorial: Tânia M.B. Celant  
Revisão técnica: Cássio A. Wilbert e Marcelo Miele  
Revisão gramatical: Lucas S. Cardoso  
Normalização bibliográfica: Cláudia A. Arrieche  
Editoração eletrônica: Vivian Fracasso  
Ilustração da capa: Marina Schmitt

**1ª edição**

Versão eletrônica (2014)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Suínos e Aves**

---

Nicoloso, Rodrigo da Silveira

Estudo técnico da destinação do fertilizante orgânico sólido produzido em uma usina de biogás no município de Concórdia-SC. / Rodrigo da Silveira Nicoloso. - Concórdia : Embrapa Suínos e Aves, 2014.

54 p.; 21 cm. (Documentos / Embrapa Suínos e Aves,  
ISSN 01016245; 170).

1. Usina de biogás. 2. Fertilizante sólido. 3. Biodigestão. 4. Dejeito. Sistema de gestão. 5. Energia. 6. Sustentabilidade. I. Título. II. Série. III. Zimmer, Nicoloso, Rodrigo da Silveira.

CDD. 333.7938

---

©Embrapa 2014

# **Autores**

**Rodrigo da Silveira Nicoloso**

Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Engenharia  
Agrícola, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves,  
Concórdia, SC



# Sumário

<b>Estudo técnico da destinação do fertilizante orgânico sólido produzido em uma usina de biogás no município de Concórdia-SC....</b>	<b>7</b>
<b>Escopo do estudo e objetivos.....</b>	<b>7</b>
<b>Estimativa da qualidade do composto orgânico gerado na usina de biogás, oferta e demanda de nutrientes na região Oeste de Santa Catarina.....</b>	<b>10</b>
Estimativa da qualidade agronômica e valoração do composto orgânico.....	10
Oferta e demanda de nutrientes na região Oeste de Santa Catarina...16	
Balanço de nutrientes na região central de SC, norte do RS e sul do PR.....	21
<b>Análise do mercado de fertilizantes orgânicos.....</b>	<b>30</b>
Identificação e análise do potencial de mercado.....	30
Formas de comercialização e valor de mercado.....	32
<b>Recomendações para modelo de negócios para comercialização do composto orgânico da usina de biogás de Concórdia-SC.....</b>	<b>37</b>
Modelo de negócios básico (venda de fertilizante não beneficiado).....	38
Modelo de negócios avançado (fábricas de fertilizantes de base orgânica).....	41

Fábrica de fertilizantes orgânicos farelados.....	42
Fábrica de fertilizantes orgânicos e organominerais granulados.....	44
<b>Conclusões</b> .....	47
<b>Agradecimentos</b> .....	49
<b>Referências</b> .....	49
<b>Anexo</b> .....	51
Anexo 1. Garantias e especificações de fertilizantes orgânicos e organominerais conforme as IN 25/2009 e 27/2006 do Mapa.....	51

# **Estudo Técnico da Destinação do Fertilizante Orgânico Sólido Produzido em uma Usina de Biogás no Município de Concórdia-SC**

---

*Rodrigo da Silveira Nicoloso*

## **Escopo do estudo e objetivos**

A produção de animais em confinamento (suinocultura, avicultura, bovinocultura) gera um grande volume de dejetos que tem alto potencial poluidor do meio ambiente. A reciclagem dos dejetos como fertilizante orgânico na agropecuária é uma alternativa viável, desde que a taxa de aplicação dos dejetos ao solo não exceda a capacidade deste solo em reter nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, entre outros) e a capacidade das plantas em extraí-los e convertê-los em biomassa, grãos ou forragem. No entanto, devido à elevada concentração de animais na região Oeste de Santa Catarina, onde a área agrícola para reciclagem dos dejetos apresenta elevada restrição geográfica pelo relevo acidentado da região, surge a necessidade da implementação de um sistema de tratamento destes efluentes a fim de reduzir a sua carga poluidora.

O tratamento dos dejetos de animais por biodigestão anaeróbia é uma alternativa para a redução dos seus teores de matéria orgânica (medido a partir da redução dos teores de carbono orgânico e demanda bioquímica de oxigênio – DBO). No entanto, este processo não remove a carga de nutrientes associada a estes efluentes. Assim, os teores de nitro-

gênio, fósforo, potássio e demais nutrientes são mantidos inalterados após a biodigestão. Desta maneira, se um sistema de tratamento secundário não for utilizado para remoção destes nutrientes do efluente tratado, as mesmas restrições para a reciclagem destes resíduos no solo agrícola se mantêm válidas para os dejetos tratados por biodigestão.

Além de remover a carga orgânica dos dejetos, a biodigestão gera a oportunidade do aproveitamento do biogás produzido a partir da fermentação anaeróbica para a geração de energia elétrica, o que confere um incentivo econômico para o tratamento destes resíduos. Este processo pode ser realizado tanto em pequena escala e localmente nas propriedades onde os dejetos são gerados, como em grandes usinas de biogás, para onde os dejetos devem ser transportados em um arranjo regional. A instalação de pequenos biodigestores e geradores de energia elétrica traz a vantagem do baixo custo de instalação do sistema e de transporte dos dejetos na propriedade. No entanto, devido à escala reduzida e baixa eficiência de produção, a remuneração obtida com a energia gerada não cobre os custos de instalação, operação e manutenção do sistema e tampouco resolve o problema de excesso de nutrientes para reciclagem na agricultura. Não obstante, quando aplicado em grande escala, tais como em usinas de biogás, a maior eficiência e produtividade do sistema torna a geração de energia elétrica a partir do biogás um negócio viável. No entanto, o desafio passa a ser o manejo do grande volume de dejetos que são concentrados na usina e necessitam destinação adequada.

Atualmente, está em fase de projeto e análise técnica a construção de uma usina de biogás e geração de energia elétrica para ser instalada no município de Concórdia-SC. Esta usina tratará dejetos líquidos de suínos, cama de aves, resíduos de incubatório e resíduos de frigoríficos produzidos na região e que serão transportados até a usina para tratamento em biorreatores de agitação contínua (*CSTR – Continuous Stirred Tank Reactor*). O mesmo projeto prevê que após a biodigestão, os efluentes da usina de biogás (digestato) serão submetidos a um processo de separação de fases (líquido e sólido) através de sistema de penei-

ramento mecânico, screw press ou decanter. O projeto da usina prevê ainda que a fração líquida do digestato (biofertilizante) deverá retornar para os produtores que forneceram os resíduos tratados na usina para sua reciclagem na agricultura de acordo com a demanda de nutrientes nestas áreas. O excedente será submetido a sistema de tratamento secundário para a remoção da carga de nutrientes até atingir padrão de lançamento de acordo com a resolução 357/2005 do Conama (CONAMA, 2005). A fração sólida do digestato será submetida a um processo de compostagem e secagem, a partir do qual será produzido um composto orgânico que deverá ser destinado ao mercado de fertilizantes orgânicos. No entanto, ainda existem questionamentos sobre a demanda deste fertilizante orgânico sólido no mercado, e sobre os modelos de negócios para comercialização deste produto.

Com base no exposto, o objetivo geral deste estudo é realizar uma análise técnica das alternativas para destinação dos resíduos sólidos (composto orgânico) a ser produzido na referida usina de biogás que está sendo projetada para ser instalada no município de Concórdia-SC. Como objetivos específicos, destacam-se:

- estimativa da qualidade do composto orgânico gerado na usina de biogás e demanda de nutrientes na região Oeste de Santa Catarina;
- suporte a uma análise de mercado para comercialização do composto orgânico gerado na usina de biogás;
- suporte e recomendações para um modelo de negócios para comercialização do composto orgânico gerado na usina de biogás.

## **Estimativa da qualidade do composto orgânico gerado na usina de biogás, oferta e demanda de nutrientes na região Oeste de Santa Catarina**

### **Estimativa da qualidade agronômica e valoração do composto orgânico**

A composição química do fertilizante orgânico obtido a partir da secagem/compostagem da fração sólida do digestato da usina de biogás depende de diversos fatores: mistura de substratos utilizados (dejetos de suínos, cama de aves, resíduo de incubatório, resíduos de agroindústrias), perdas de nutrientes nas estruturas de processamento, tratamento e armazenamento dos substratos e efluentes da usina, eficiência do processo de separação de fases, variações sazonais entre os lotes das granjas de animais, variação nas rações utilizadas para alimentação dos animais, diluição dos substratos com água, entre outros. No entanto, para estimativa da qualidade agronômica e valor de mercado do composto orgânico produzido na usina de biogás, serão utilizados como valores de referência os dados listados nas Tabelas 1 e 2.

Os dados de concentração de nutrientes e matéria seca do composto da usina de biogás foram obtidos a partir de estudo elaborado pela empresa BiogasTec Energie (BGT), que é a responsável técnica pelo projeto da usina. Ressalta-se que estes dados são de responsabilidade exclusiva da empresa BGT, não tendo sido validados de forma independente para esta análise. Os dados de concentração de nutrientes e eficiência agronômica da cama de frango e outros fertilizantes minerais foram obtidos a partir do Manual de Adubação e Calagem para os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (MANUAL..., 2004). O valor de mercado dos fertilizantes minerais foi obtido a partir de levantamento sistemático realizado pela Conab e refletem os valores médios praticados nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná no ano de 2013. O valor da cama de frango foi obtido a partir de levantamento de preços realizado pela Embrapa Suínos e Aves entre fevereiro/2013 e

janeiro/2014.

A eficiência agrônômica de um fertilizante orgânico depende do teor de nutrientes do mesmo, da forma na qual se encontram estes nutrientes no fertilizante (mineral ou orgânica) e também da taxa de mineralização da fração orgânica dos nutrientes no solo. Não existem dados de literatura disponíveis para estimar com precisão a eficiência agrônômica do composto orgânico produzido pela usina de biogás, visto que a mistura de substratos é única para este projeto. Para tanto, um estudo específico incluindo experimentos de campo deveria ser realizado para determinar a eficiência agrônômica do composto orgânico da usina de biogás. Desta maneira, com o objetivo de ser conservador na estimativa do potencial agrônômico do composto orgânico da usina de biogás, considerou-se que este fertilizante orgânico teria eficiência agrônômica similar à da cama de frango, usada como referência neste estudo. Com base na concentração de nutrientes na matéria seca e eficiência agrônômica estimada para o composto orgânico, calculou-se a quantidade de nutrientes disponíveis por tonelada de fertilizantes (base seca).

**Tabela 1.** Estimativa da composição química, eficiência agrônômica e valor de mercado do composto orgânico da usina de biogás em relação à cama de frango e fertilizantes disponíveis no mercado brasileiro

Fertilizante	Composto Usina Biogás	Cama de frango (8 lotes)	Ureia	Superfosfato triplo	Cloreto de potássio
Concentração de nutrientes em base seca (kg/t)					
N	249 <sup>a</sup>	38	460	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	202 <sup>a</sup>	40	-	450	-
K <sub>2</sub> O	63 <sup>a</sup>	35	-	-	600
Total	515 <sup>a</sup>	113	460	450	600
Eficiência agrônômica (%)					
N	50 <sup>b</sup>	50	100	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80 <sup>b</sup>	80	-	100	-
K <sub>2</sub> O	100 <sup>b</sup>	100	-	-	100

Continua...

**Tabela 1.** Continuação...

Fertilizante	Composto Usina Biogás	Cama de frango (8 lotes)	Ureia	Superfosfato triplo	Cloreto de potássio
Nutrientes disponíveis em base seca (kg/t)					
N	125 <sup>b</sup>	19	460	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	162 <sup>b</sup>	32	-	450	-
K <sub>2</sub> O	63 <sup>b</sup>	35	-	-	600
Total	350 <sup>b</sup>	86	460	460	600

<sup>a</sup>BiogasTec Energie (comunicação pessoal).

<sup>b</sup>Estimado pelo autor.

**Tabela 2.** Valor de mercado dos fertilizantes

Fertilizante	Composto Usina Biogás	Cama de frango (8 lotes)	Ureia	Superfosfato triplo	Cloreto de potássio
Valor de mercado (R\$/t) <sup>a/b</sup>					
RS	N/D	34,00	1.200,00	1.300,00	1.300,00
SC	N/D	55,00	1.250,00	1.430,00	1.430,00
PR	N/D	45,00	1.250,00	1.380,00	1.400,00
Valor por unidade de nutriente disponível (R\$/kg NPK)					
RS	N/D	0,79 <sup>c</sup>	2,60	2,89	2,17
SC	N/D	1,28	2,71	3,17	2,38
PR	N/D	1,05	2,71	3,07	2,33

<sup>a</sup>Fonte: Conab: <http://www.conab.gov.br/detalhe.php?a=1303&t=2>.

<sup>b</sup>Fonte: Valor da cama de frango obtido através de tomada de preços realizada pela Embrapa Suínos e Aves, considerando o período Fev/2013 e Jan/2014.

<sup>c</sup>Considerando cama de frango com 50% de umidade.

Utilizou-se o valor de mercado da cama de frango nos três estados da região sul do Brasil como referência para calcular o valor do composto orgânico. Para tanto, considerou-se que o valor dos nutrientes disponíveis da cama de frango (R\$ por unidade de fertilizante NPK) seria equivalente a do composto orgânico. Verifica-se que a cama de frango apresenta variação de preços entre os estados. Esta variação está relacionada com a qualidade e oferta de cama de frango naquele estado, a demanda por parte dos agricultores e também com os custos de frete entre a região de origem e a consumidora deste fertilizante. Apesar da grande oferta de cama de frango e restrição de área agrícola no estado

de SC, a maior qualidade do fertilizante (uso de maravalha como substrato) faz com que os preços pagos sejam maiores do que nos demais estados. Já no RS, o maior custo de frete e a menor qualidade da cama de frango (uso de casca de arroz como substrato) acaba por reduzir o valor do fertilizante. Espera-se que a comercialização do composto orgânico sofra uma variação similar ao verificado com a cama de frango nos diferentes estados da região sul do Brasil.

Além disto, a menor valorização dos fertilizantes orgânicos (R\$/kg NPK) em relação aos fertilizantes minerais está relacionada com os maiores custos de aplicação dos fertilizantes orgânicos, que são menos concentrados em nutrientes e requerem doses de aplicação mais elevadas para aportar a mesma quantidade de nutrientes ao solo. Ainda, devido a sua natureza física e maior teor de umidade, os fertilizantes orgânicos necessitam de equipamentos e operações de aplicação específicas, o que aumenta os custos de aplicação e promovem o deságio destes produtos.

Devido à maior concentração de nutrientes disponíveis no composto orgânico, mesmo com elevado teor de umidade (79%), estima-se que o valor de mercado do composto orgânico a ser gerado pela usina de biogás, tendo como base a quantidade de nutrientes disponíveis em base úmida, seja cerca de 70% superior ao da cama de aves (R\$ 58-93/tonelada). Com a secagem deste material até 50% de umidade (valor máximo permitido de umidade para fertilizantes orgânicos compostos registrados no Mapa segundo a IN 25/2009 daquele ministério; Mapa, 2009), ocorreria uma valorização de aproximadamente 138% no valor unitário do composto orgânico (R\$ 138-223/tonelada) em relação aos valores do fertilizante com 79% de umidade (tabela 3). Caso o material seja seco até 25%, a valorização seria de 257% em relação ao composto orgânico úmido, atingindo valores de mercado variando entre R\$ 207-335/tonelada de acordo com a região em que o produto seria comercializado. É importante ressaltar que o valor de mercado do composto orgânico foi estimado com base na sua concentração de nutrientes disponíveis. O valor real de mercado depende de outros fatores, co-

mo aceitação e demanda do produto pelos agricultores e competição com outros fertilizantes orgânicos disponíveis no mercado. Portanto, os valores aqui estimados não garantem que estes serão os mesmos valores praticados pelo mercado.

A usina de biogás projetada para ser instalada em Concórdia-SC produzirá 15.206 toneladas por ano do composto orgânico com 79% de umidade (Biogastec Energie, comunicação pessoal). O valor agregado deste coproduto, considerando as diferenças no valor de mercado estimado para os três estados do sul do Brasil (RS, SC e PR), varia entre aproximadamente R\$ 882 mil/ano e R\$ 1.427 mil/ano, dependendo do mercado consumidor deste produto. As mesmas restrições quanto ao valor real do produto no mercado de fertilizantes se aplica para esta estimativa. Apesar disto, verifica-se que a secagem do fertilizante para 50% ou 25% de umidade não altera o valor agregado, visto que a oferta de nutrientes é a mesma. No entanto, ocorre significativa redução da quantidade (massa) de fertilizante de 15.206 toneladas (79% umidade) para 6.387 e 4.258 t/ano, considerando teores de umidade de 50 e 25%, respectivamente. Isto significa uma redução de volume (massa) de composto orgânico de 58 e 72%, respectivamente.

**Tabela 3.** Teor de nutrientes disponíveis e do valor do composto orgânico

Umidade (%)	Cama		Composto usina biogás	
	50 <sup>a</sup>	25	50 <sup>b</sup>	79 <sup>c</sup>
Nutrientes disponíveis por tonelada de fertilizante base úmida (kg/t)				
N	10	93	62	26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	16	121	81	34
K <sub>2</sub> O	18	47	32	13
Total	43	262	175	73
Valor de mercado do fertilizante em base úmida (R\$/t)				
RS	34,00	207,28	138,19	58,04
SC	55,00	335,31	223,54	93,89
PR	45,00	274,34	182,90	76,82

Continua...

**Tabela 3.** Continuação...

Umidade (%)	Cama	Composto usina biogás		
	50 <sup>a</sup>	25	50 <sup>b</sup>	79 <sup>c</sup>
Valor agregado do composto orgânico				
Produção (t/ano)		4.258	6.387	15.206
RS	R\$/ano		882.537,85	
SC	R\$/ano		1.427.634,76	
PR	R\$/ano		1.168.064,80	

<sup>a</sup>Teor médio de umidade da cama de frango conforme CQFS-RS/SC (2004).

<sup>b</sup>Teor de umidade do composto orgânico usado para cálculo do valor de mercado em equivalência com a cama de aves.

<sup>c</sup>Teor de umidade do composto orgânico conforme projeto.

Desta maneira, um processo adicional de secagem deste produto, apesar de não aumentar o valor agregado global do composto orgânico, pode reduzir custos de armazenamento e transporte do fertilizante. Um fertilizante com menor teor de umidade também pode melhorar a sua aceitação pelos agricultores, devido a maior facilidade de aplicá-lo nas áreas agrícolas utilizando os equipamentos atualmente disponíveis no mercado. Uma análise de custo a fim de verificar se o ganho com a economia em estruturas de armazenagem, transporte e aceitação do produto pelo mercado consumidor compensaria o custo adicional da secagem do fertilizante seria importante, mas esta análise está fora do escopo deste estudo. O fertilizante mais seco (25% de umidade) também poderia ser submetido a processos de granulação ou peletização visando a produção de fertilizantes orgânicos ou organominerais com maior valor agregado.

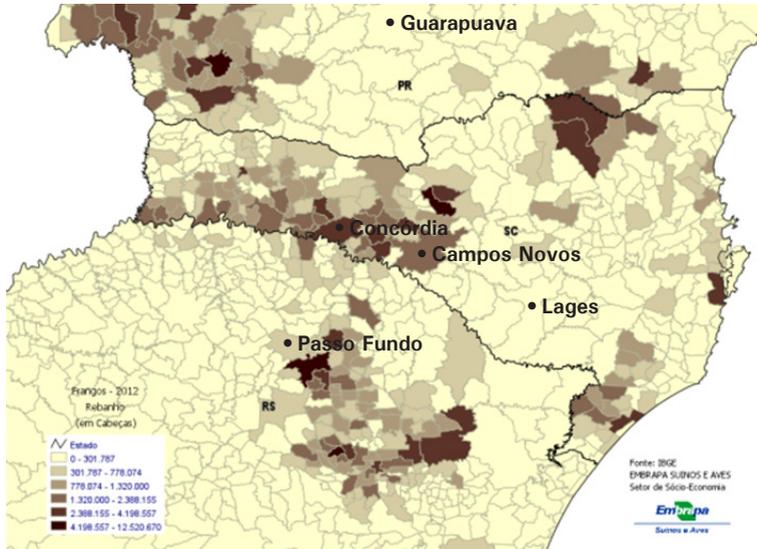
## **Oferta e demanda de nutrientes na região Oeste de Santa Catarina**

A sustentabilidade de um projeto de geração de biogás a partir do tratamento de efluentes da produção agropecuária em uma grande usina, onde ocorre a convergência dos dejetos produzidos em uma determinada região, depende do tratamento e remoção da carga poluente dos efluentes gerados por esta usina ou então da destinação adequada destes efluentes para a sua reciclagem como fertilizante orgânico na agricultura. Neste caso, a oferta de fertilizante deve estar ajustada à demanda por nutrientes nas áreas agrícolas, visando reciclagem do fertilizante na região da usina de biogás como a opção de melhor custo benefício. Caso a oferta de fertilizantes seja superior à demanda local, o excedente deverá ser exportado para regiões com maior demanda por fertilizantes na agricultura. Com base neste critério, observa-se nas Figuras 1, 2, 3 e 4 a distribuição geográfica dos rebanhos de frangos e suínos e área plantada com soja e milho em SC em 2012.

Observa-se que a produção de suínos e frangos no estado de Santa Catarina está fortemente concentrada na região oeste do estado e especialmente na região conhecida como Amauc (Associação dos Municípios do Alto Uruguai Catarinense), cujo maior município é Concórdia (Figuras 1 e 2). Esta elevada concentração de animais gera a oportunidade para o aproveitamento dos resíduos destas cadeias agropecuárias e agroindustriais para a produção de energia elétrica em usinas de biogás. No entanto, também ocasiona um maior desafio em dar destino adequado ao fertilizante orgânico produzido na usina, visto que a área agrícola da região é limitada. Verifica-se pela Figura 3, que a área de soja plantada em SC é apenas marginal, e concentra-se na região de Campos Novos-SC e também na divisa com o estado do PR. Já a área plantada com milho (Figura 4), distribui-se desde o extremo oeste de SC até a região de Lages-SC.

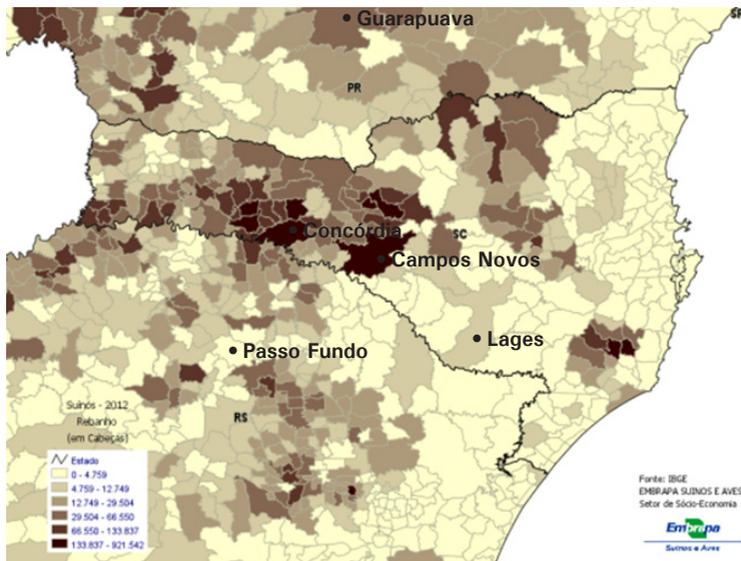
Um levantamento realizado pela Embrapa Suínos e Aves em 2007 fez uma relação entre a produção de dejetos de suínos e a demanda por fertilizantes no estado de Santa Catarina (Figura 5). Pelo mapa em questão, as áreas em vermelho têm uma oferta de dejetos superior a taxa máxima de aplicação de dejetos no solo ( $50 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ ) permitida pela IN 11 da Fatma/SC, considerando toda a área agrícola do município (soja, milho, pastagens). Nas áreas em laranja, a produção de dejetos atinge entre 70-100% do mesmo limite de aplicação de dejetos, considerando toda a área agrícola daqueles municípios. Já nas áreas em amarelo, a produção de dejetos se situa entre 30-70% deste limite, enquanto que nas áreas em verde e cinza este índice representa entre 16-30% e  $< 15\%$  do limite de aplicação de dejetos de suínos de  $50 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$  imposto pela IN 11/2009 (FATMA, 2009), respectivamente. É importante notar que em grande parte da região oeste de SC ( $> 70\%$  da área), a produção de dejetos de suínos já superava o índice de 30% do limite de aplicação de dejetos nas áreas agrícolas da região. Este índice é bastante elevado, visto que não inclui a produção regional de aves e bovinos ou o consumo de fertilizantes minerais na agricultura.

Levantamentos realizados em microbacias hidrográficas da região oeste de Santa Catarina demonstram que há um considerável excesso de nutrientes e que a sustentabilidade da produção agropecuária depende do tratamento destes efluentes para a remoção dos nutrientes ou então da exportação do fertilizante orgânico produzido na região para outras áreas com maior demanda por fertilizantes. Desta maneira, a reciclagem do composto orgânico produzido pela usina na região oeste de SC é uma estratégia arriscada, tendo em vista a baixa demanda por fertilizantes na região (os agricultores já dispõem de fertilizantes orgânicos muitas vezes com custo zero). Além disto, a perspectiva de crescimento da produção de suínos e aves nos próximos anos (taxa estimada de 2,0 e 3,9% ao ano até 2023, respectivamente; BRASIL, 2013) elevaria ainda mais a pressão ambiental nesta região e reduziria a demanda por fertilizantes. Assim, a exportação do composto orgânico da usina de biogás para outras regiões com maior demanda por fertilizantes seria uma estratégia com maior chance de sucesso e sustentabilidade a longo prazo.



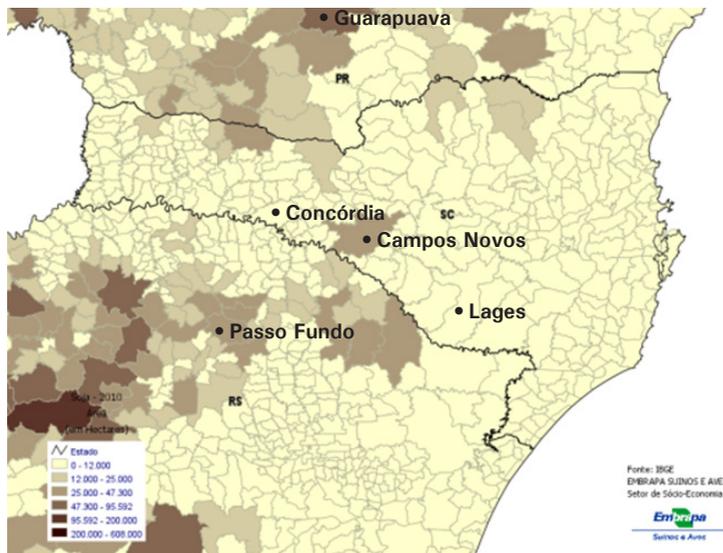
Fonte: Central de Informação em Suínos e Aves (2014).

**Figura 1.** Rebanho de frangos em SC



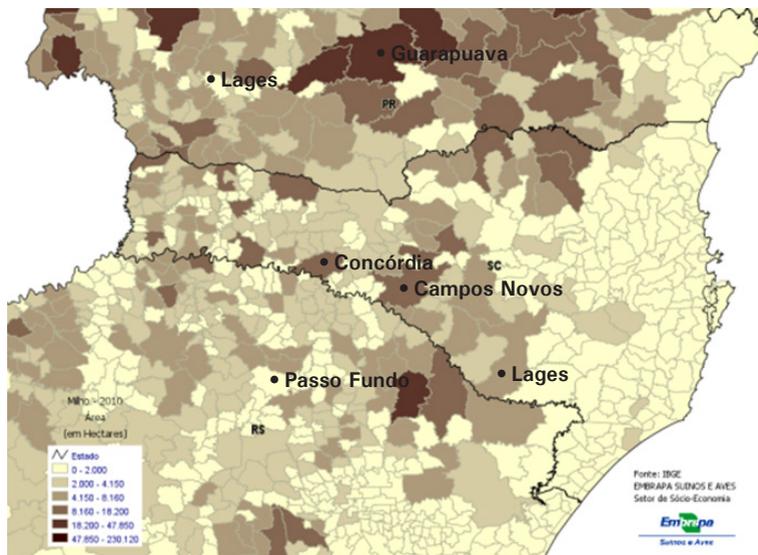
Fonte: Central de Informação em Suínos e Aves (2014).

**Figura 2.** Rebanho de suínos em SC



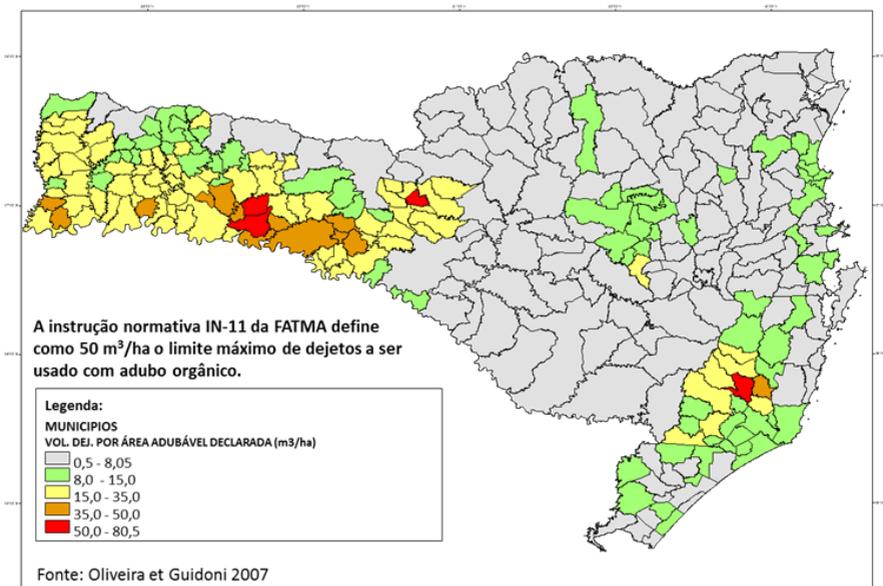
Fonte: Central de Informação em Suínos e Aves (2014).

**Figura 3.** Área plantada com soja em SC



Fonte: Central de Informação em Suínos e Aves (2014).

**Figura 4.** Área plantada com milho em SC



**Figura 5.** Relação entre produção de dejetos de suínos e área agrícola em SC

A análise dos mapas das figuras anteriores (Figuras 1 a 5) também mostra regiões onde a demanda por fertilizantes pode ser suprida com o composto orgânico produzido na usina de biogás. Estas regiões de elevada produção agrícola (especialmente milho, soja e pastagem) (Figuras 3 e 4) e onde a produção de suínos e aves não é menor do que no oeste catarinense (Figuras 1 e 2), localizam-se nos arredores dos municípios de Campos Novos e Lages, na região central do estado de Santa Catarina; Passo Fundo, na região norte no Rio Grande do Sul; e Guaruva, na região centro-sul no Paraná. Estas regiões seriam de especial interesse para destinação do composto orgânico produzido na usina de biogás de Concórdia, devido a sua proximidade com a usina de biogás (<350 km de distância), o que contribuiria com um menor custo de transporte do composto orgânico. Outras regiões com expressiva área agrícola e demanda por fertilizantes poderiam também absorver a produção de composto da usina, no entanto, devido a maior proximidade das três regiões citadas com Concórdia-SC, este estudo se limitará pri-

meiramente às regiões anteriormente mencionadas. Com base no exposto, será apresentada uma estimativa de demanda por fertilizantes para as três regiões mencionadas, a fim de verificar se estas regiões poderiam absorver a oferta de nutrientes da fração sólida transformada em composto orgânico da usina de biogás de Concórdia-SC. Caso o estudo constate que a área agrícola destas regiões ainda não atenderia a oferta de fertilizante da usina, outras regiões serão incluídas (noroeste e centro-oeste do RS, oeste e centro-norte do PR). Este estudo de balanço de nutrientes (oferta de NPK do composto orgânico da usina de biogás e demanda de nutrientes nas três regiões selecionadas) tem por objetivo uma análise do ponto de vista ambiental, não englobando questões relativas a mercado e comercialização do fertilizante orgânico.

## **Balanço de nutrientes na região central de SC, norte do RS e sul do PR**

Considerando a concentração de NPK e a produção anual do composto orgânico que será produzido na usina de biogás, estima-se que serão geradas anualmente 795,9 toneladas de N, 645,3 toneladas de  $P_2O_5$  e 201,9 toneladas de  $K_2O$ . Considerando os índices de eficiência agrônômica estimados na Tabela 1 para o composto orgânico, a oferta de nutrientes disponíveis será de 398 toneladas de N, 516,3 toneladas de  $P_2O_5$  e 201,9 toneladas de  $K_2O$  por ano. Com base nestes valores e na demanda de nutrientes das culturas agrícolas (Tabelas 4 e 5), será calculada a área agrícola necessária para absorver este fertilizante. A demanda de fertilizantes pelas culturas agrícolas foi calculada de forma a manter os teores de nutrientes no solo na faixa alta de suficiência (CQFS-RS/SC, 2004). Doses maiores de nutrientes poderiam ser recomendadas temporariamente com o objetivo de melhorar os níveis de fertilidade do solo. No entanto, uma vez corrigidos, a demanda por nutrientes seria apenas por doses de reposição (manutenção). O objetivo de adotar doses de manutenção para o cálculo da demanda de nutrientes através do composto orgânico é manter a demanda constante e sustentável a longo prazo, evitando o acúmulo excessivo de nutrientes no solo e também a necessária redução futura do aporte de nutrientes

ao solo. Esta mesma estratégia foi utilizada na análise das rotas de tratamento ou destino dos efluentes de uma usina projetada para o município de Tupandi-RS (Miele et al., 2013).

**Tabela 4.** Demanda de nutrientes das principais culturas agrícolas para a manutenção da fertilidade do solo no nível alto de suficiência (CQFS-RS/SC, 2004)

Cultura	Produtividade referencia	Na	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	Demanda de nutrientes das culturas agrícolas			
	Toneladas/ha	kg/ha		
Soja	3	0	45	70
Milho	9	145	120	80
Feijão	2,5	50	40	50
Trigo	3	90	45	30
Cevada	3	70	45	30
Pastagem inverno <sup>b</sup>	8(anual) 10(perene)	145	70	70

<sup>a</sup>Estimado para solos com teores médios de matéria orgânica (2,5-5%) e para culturas semeadas sobre gramíneas.

<sup>b</sup>Pastagens de gramíneas.

**Tabela 5.** Dose de composto orgânico para atender à demanda do nutriente mais limitante segundo o teor de umidade do composto orgânico

Umidade	Dose de composto orgânico			Aporte de nutrientes			Área necessária 100%
	25%	50%	79%	N <sup>a</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
	Toneladas/ha			kg/ha			ha
Soja	0,4	0,6	1,3	34	45	17	11.473
Milho	1,0	1,5	3,5	92	120	47	4.302
Feijão	0,3	0,5	1,2	31	40	15	15.185
Trigo	0,4	0,6	1,3	34	45	17	11.473
Cevada	0,4	0,6	1,3	34	45	17	11.473
Pastagem inverno <sup>a</sup>	0,6	0,9	2,1	54	70	27	7.375

<sup>a</sup>Pastagens de gramíneas.

<sup>b</sup>Calculada com base no nutriente mais limitante (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Verifica-se que, com exceção da cultura da soja, que não requer adubação nitrogenada, o fósforo foi o nutriente mais limitante para a adubação com o composto orgânico (tabela 5). A adubação nitrogenada na cultura na soja não é recomendada visto que esta planta é capaz de fixar nitrogênio atmosférico em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (FBN: fixação biológica de nitrogênio). No entanto, o aporte de doses pequenas de nitrogênio é tolerado sem interferir significativamente na fixação biológica de nitrogênio.

O nutriente mais limitante indica qual a menor dose de composto orgânico deve ser aplicada para suprir a demanda de N,  $P_2O_5$  ou  $K_2O$  da cultura a ser adubada sem exceder o aporte dos demais nutrientes. Os nutrientes que não foram aportados em doses suficientes para atender à demanda das culturas agrícolas podem ser supridos com adubação mineral complementar. Desta maneira, verifica-se que seriam necessárias doses de composto orgânico (79% de umidade) variando entre 1,2 e 3,5 toneladas/ha para atender à demanda de  $P_2O_5$  das culturas listadas nas Tabelas 4 e 5. Com a redução do teor de umidade do composto, reduz-se a dose de fertilizante a ser aplicada, mas não se alteram as quantidades de nutrientes aportados ao solo. Este efeito de maior concentração de nutrientes no fertilizante com menor teor de umidade também promoveria uma maior aceitação deste fertilizante pelos agricultores, visto que com uma menor dose a ser aplicada para aportar a mesma quantidade de nutrientes reduz-se os custos de transporte e aplicação do fertilizante. Ainda na Tabela 5, foi calculada qual a área necessária de cada cultura agrícola para absorver 100% da produção anual de composto orgânico da usina de biogás, também considerando a dose necessária para atender a demanda de  $P_2O_5$  da cultura em questão. Verificou-se que seriam necessários 4.302 ha de milho ou 11.473 ha de soja, trigo ou cevada, ou ainda 7.375 ha de pastagens de inverno ou 15.185 ha de feijão para absorver a oferta de composto orgânico da usina de biogás (estas áreas não são cumulativas, ou seja, os 4.302 ha de milho seriam capazes de absorver toda a produção de fertilizantes da usina, por exemplo).

Na Tabela 6, estão listadas as áreas de soja, milho, feijão, trigo, cevada e pastagens de inverno nas três regiões agrícolas selecionadas para análise neste estudo. Verifica-se que qualquer uma das regiões selecionadas teria área agrícola e demanda por nutrientes ( $P_2O_5$ ) suficiente para absorver a oferta de fertilizante (composto orgânico) a ser gerada anualmente pela usina de biogás em Concórdia-SC. A área de pastagem de inverno foi estimada a partir da diferença entre as áreas ocupadas pelas culturas de verão (soja, milho e feijão) e as áreas ocupadas pelas culturas de inverno (trigo e cevada), também considerando que apenas 20% desta área seria utilizada para produção de pastagens de inverno para produção de bovinos. Este índice foi adotado pois apenas uma pequena parte dos produtores utiliza as lavouras para produção de bovinos durante o inverno, a qual exigiria adubação das pastagens. A maior parte dos produtores (estimado em 80% para este estudo) utiliza as lavouras durante o inverno para produção de plantas de cobertura de solo sem adubação e que muitos produtores de bovinos (leite, principalmente) utilizam os dejetos coletados na sala de ordenha e piquete de espera para adubação de pastagens de inverno. Os dados apresentados na Tabela 6 indicam, portanto, a área agrícola e a demanda potencial de nutrientes de cada região. No entanto, sabe-se que nem todos os agricultores têm interesse em utilizar fertilizantes orgânicos, visto que a aplicação destes insumos requer máquinas e operações especiais. Além disto, é importante considerar que parte da área agrícola destas regiões já é utilizada para reciclagem dos dejetos de suínos e cama de aves produzidos localmente. Neste caso, é necessário que a oferta de fertilizantes orgânicos de cada região seja descontada da demanda de nutrientes daquelas áreas agrícolas. Na Tabela 7, encontra-se o rebanho de aves e suínos e a produção local de  $P_2O_5$  associada à cama de aves e dejetos de suínos de cada região.

**Tabela 6.** Áreas e demanda por fósforo (fator limitante) das culturas agrícolas nas regiões de Passo Fundo (RS), Campos Novos e Lages (SC) e Guarapuava (PR)

Cultura	Passo Fundo (RS) <sup>a</sup>	Campos Novos e Lages (SC) <sup>b</sup>	Guarapuava (PR) <sup>c</sup>	Total
----- ha -----				
Soja	288.600	80.210	275.365	644.175
Milho	42.900	61.740	172.613	277.253
Feijão	1.089	28.900	103.135	133.124
Trigo	40.100	10.835	55.900	106.835
Cevada	6.000	1.600	32.470	40.700
Pastagem inverno <sup>d</sup>	57.298	31.683	92.549	181.529
Total	435.897	214.968	732.032	1.382.986
----- toneladas P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -----				
Soja	12.987	3.609	12.391	28.988
Milho	5.148	7.409	20.714	33.270
Feijão	44	1.156	4.125	5.325
Trigo	1.805	488	2.516	4.808
Cevada	270	72	1.461	1.803
Pastagem inverno <sup>d</sup>	4.011	2.218	6.478	12.707
Total	24.264	14.952	47.685	86.901

Municípios amostrados em cada região:

<sup>a</sup>Passo Fundo, Coxilha, Sertão, Pontão, Coqueiros do Sul, Carazinho, Não-Me-Toque, Santo Antônio do Planalto, Victor Graeff, Ernestina, Marau e Mato Castelhano;

<sup>b</sup>Campos Novos, Lages, Celso Ramos, Anita Garibaldi, Abdon Batista, Vargem, Brunópolis, Curitiba, Campo Belo do Sul, São José do Cerrito, Cerro Negro, Capão Alto e Correia Pinto;

<sup>c</sup>Guarapuava, Reserva do Iguaçu, Pinhão, Cruz Machado, Cândói, Inácio Martins, Cantagalo, Goioxim, Campina do Simão, Prudentópolis, Irati, Mangueira e Coronel Domingos Soares;

<sup>d</sup>Estimado considerando a diferença entre as áreas das culturas agrícolas de verão (soja, milho e feijão) e inverno (trigo e cevada) e considerando que apenas 20% desta área é cultivada com pastagens de inverno para pastoreio bovino.

**Tabela 7.** Rebanho de aves e suínos e produção de  $P_2O_5$  disponível associada aos dejetos de suínos e cama de aves

	RS	SC	PR	Total
	Suínos			
Rebanho (cab.) <sup>a</sup>	173.410	225.343	214.999	613.752
$P_2O_5$ (t) <sup>b</sup>	671	872	832	2.375
	Aves			
Rebanho (cab.) <sup>a</sup>	6.525.296	2.146.879	660.463	9.332.638
$P_2O_5$ (t) <sup>b</sup>	148	49	15	212
Total $P_2O_5$ (t)	819	920	847	2.586

<sup>a</sup>Fonte: IBGE (2014);

<sup>b</sup>Estimado a partir de IBGE (2014) e CQFS-RS/SC (2004).

Os dados demonstram que a produção de aves e suínos nas três regiões incluídas nesta análise é relativamente pequena se comparadas com a produção de aves e suínos da região oeste catarinense. A produção de  $P_2O_5$  disponível (considerando 80% de disponibilidade para a cama de frango e 90% para o dejetos líquido de suínos, conforme CQFS-RS/SC, 2004) no somatório das três regiões é de 2.586 toneladas/ano (variando entre 819-920 toneladas/ano conforme região), o que representa apenas 3% da demanda de nutrientes pelas culturas agrícolas consideradas para este estudo (variando entre 1,8-6,1% conforme a região considerada). Os valores de  $P_2O_5$  disponível via fertilizantes orgânicos produzidos localmente deverá ser descontado da demanda de fertilizantes ( $P_2O_5$ ) calculada na Tabela 6 para determinarmos a demanda por fertilizantes importados das três regiões em análise. Finalmente, na Tabela 8, são apresentados cenários com diferentes níveis de aceitação de fertilizantes orgânicos em cada região considerando a demanda real de fertilizantes ( $P_2O_5$ ) de cada região.

**Tabela 8.** Absorção da oferta nutrientes ( $P_2O_5 = 516,3$  toneladas/ano) do composto orgânico da usina de biogás em função de diferentes cenários de aceitação do fertilizante pelos agricultores

Região	Cenários de uso de fertilizantes orgânicos pelos produtores							
	0,5%	1%	5%	10%	20%	40%	80%	100%
	----- Demanda de $P_2O_5$ /ano -----							
RS	117	234	1.172	2.344	4.689	9.378	18.756	23.445
SC	70	140	702	1.403	2.806	5.612	11.225	14.031
PR	234	468	2.342	4.684	9.368	18.735	37.470	46.838
Total	422	843	4.216	8.431	16.863	33.726	67.451	84.314
	----- Relação oferta/demanda % <sup>a</sup> -----							
RS	440	220	44	22	11	5,5	2,8	2,2
SC	736	368	74	37	18	9,2	4,6	3,7
PR	220	110	22	11	6	2,8	1,4	1,1
Total	122	61	12	6	3	1,5	0,8	0,6

<sup>a</sup>Relação entre a oferta e a demanda pelo composto orgânico: quando > 100% indica que a região não tem demanda suficiente pelo fertilizante.

Segundo levantamento realizado pela Rede FertBrasil da Embrapa, em 2012 o volume de fertilizantes de origem orgânica e organomineral comercializados no Brasil atingiu 10% da demanda total de NPK do país. Estima-se que os fertilizantes orgânicos atenderão até 20% da demanda de NPK da agricultura brasileira até 2030 (POLIDORO, 2013). Portanto, estimativas de que até 10% dos agricultores das regiões analisadas neste estudo terão interesse em utilizar fertilizantes orgânicos para adubação de suas lavouras podem ser consideradas realistas e conservadoras.

Os cenários avaliados demonstram que apenas no caso de um emprego muito baixo de adubação orgânica (0,5%), a soma das três regiões agrícolas selecionadas para este estudo não seria suficiente para absorver a oferta de composto orgânico da usina de biogás de Concórdia-SC. Neste caso, um excedente de 22% do composto deveria ser exportado para outras regiões não analisadas neste estudo. No caso de uma taxa de utilização de fertilizantes orgânicos de 1% (uma tonelada de cada 100 toneladas de fertilizantes fosfatado - base  $P_2O_5$  - utilizado na região se-

ria suprida com fertilizantes orgânicos), apenas a soma das três regiões avaliadas seria suficiente para absorver a oferta do composto orgânico. Neste caso, a oferta de composto orgânico atenderia 61% da demanda por fertilizantes orgânicos das três regiões. Nos demais cenários avaliados (taxas de aceitação de 5-100%), verifica-se que a demanda por fertilizantes orgânicos é bastante superior à oferta de composto orgânico a ser produzida pela usina de biogás.

Dentre os cenários avaliados, uma baixa aceitação do fertilizante (< 1%) é um risco a ser considerado se o conteúdo de umidade do composto orgânico for mantido nos níveis atuais do projeto (79%). Nestas condições, a aplicação do fertilizante nas lavouras é dificultada com os equipamentos disponíveis nas propriedades agrícolas. O elevado teor de umidade promove uma distribuição irregular do produto, causa o mau funcionamento do sistema de distribuição do equipamento empregado para aplicação e também aumenta os custos de aplicação do fertilizante devido à menor concentração de nutrientes. Isto pode causar a rejeição do produto em uma parcela significativa dos agricultores. Já cenários com aceitação do produto entre 5-10% são mais prováveis caso o fertilizante tenha teor de umidade igual ou inferior a 50% (valor máximo de umidade para registro de fertilizantes orgânicos compostos, conforme IN 25/2009 do Mapa).

Considerando uma análise conservadora da relação entre oferta e demanda pelo composto orgânico com uma taxa de aceitação de 5-10% por parte dos agricultores, implicaria que a demanda por  $P_2O_5$  das regiões agrícolas de Lages-Campos Novos (SC), Passo Fundo (RS) e Guarapuava (PR) deveria ser atendida em 74, 44 e 22% (taxa de aceitação de 5%) ou em 37, 22 e 11% (taxa de aceitação de 10%) exclusivamente pelo composto orgânico produzido na usina de biogás. Estas taxas de participação no mercado de fertilizantes orgânicos são consideradas elevadas, tendo em vista que normalmente já existe um mercado de fertilizantes orgânicos estabelecido com outros produtos concorrendo para ocupar este mercado. Assim, deve-se considerar a exportação do composto orgânico para todas as três regiões analisadas ao in-

vés de se trabalhar em apenas uma região isoladamente visando ocupar uma fração do mercado de fertilizantes de cada região, também procurando priorizar a região que valoriza mais o produto e que implica em menor custo de transporte. Neste caso, seria necessária uma participação no mercado de fertilizantes orgânicos de aproximadamente 6-12% considerando as três regiões e uma taxa de aceitação do produto pelos agricultores de 10 e 5%, respectivamente.

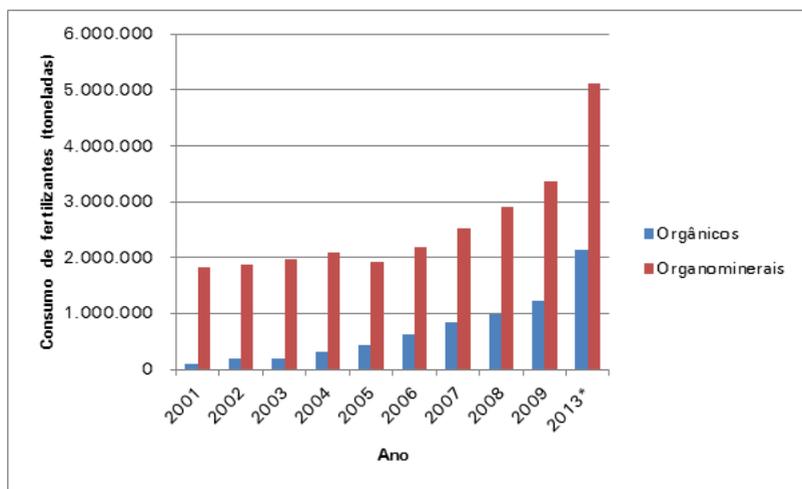
É importante ressaltar que esta análise não engloba a demanda por fertilizantes de outras culturas agrícolas cultivadas nas regiões analisadas (setor florestal, culturas perenes, olerícolas, jardinagem e paisagismo em áreas urbanas) devido a sua menor representatividade nas regiões analisadas. Esta omissão tende a subestimar a demanda por fertilizantes projetada para cada região. Por outro lado, esta análise também não contempla a oferta de outros fertilizantes orgânicos disponíveis na região, com exceção dos dejetos de suínos e cama de frangos produzidos localmente que foram incluídos nesta análise (Tabela 7). Estes produtos concorreriam com o composto orgânico da usina de biogás no mercado de fertilizantes regional.

Além disto, caso se considere viável a secagem do composto até um teor de umidade pelo menos similar aos demais fertilizantes orgânicos disponíveis no mercado (cama de frango), a maior concentração de nutrientes disponíveis no composto orgânico (175 kg de  $N + P_2O_5 + K_2O$  disponíveis por tonelada de composto base úmida com 50% de umidade), que é cerca de quatro vezes mais concentrado do que na cama de frango (43 kg de  $N + P_2O_5 + K_2O$  disponíveis por tonelada de cama de frango base úmida com 50% de umidade), possivelmente promoveria uma maior aceitação deste fertilizante no mercado do que se verifica com a comercialização da cama de frango. Este fato seria um diferencial favorável à comercialização do fertilizante sólido produzido pela usina de biogás.

## Análise do mercado de fertilizantes orgânicos

### Identificação e análise do potencial de mercado

Os dados mais confiáveis sobre a produção e consumo de fertilizantes de base orgânica no Brasil incluem apenas o período 2001-2009 (MENDES; GAZIRE, [2009]). Naquele levantamento, estimou-se que em 2009 foram comercializados cerca de 4,5 milhões de toneladas de fertilizantes orgânicos e organominerais no país. Destes, aproximadamente 3,3 milhões eram fertilizantes organominerais (mistura de fertilizantes orgânicos com fertilizantes minerais) e cerca de 1,2 milhão eram fertilizantes orgânicos (26,7% do total de fertilizantes de base orgânica). A Figura 6 representa o consumo de fertilizantes orgânicos e organominerais no Brasil de 2001 a 2009.

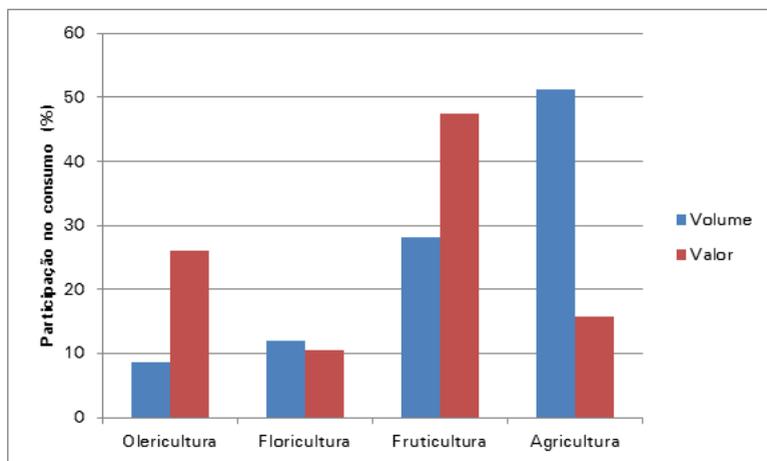


Fonte: Mendes e Gazire, ([2009]).

**Figura 6.** Evolução do consumo de fertilizantes orgânicos no Brasil (dados de 2013 são estimados)

Analisando o crescimento no consumo destes fertilizantes, entre 2005 e 2009, verificou-se uma taxa de crescimento média de 29,1 e 14,8% para os fertilizantes organominerais e orgânicos neste período, respectivamente. Este aumento foi superior ao verificado no mercado de fertilizantes minerais (2,8% ao ano), que subiu de 20,2 para 22,5 milhões de toneladas no mesmo período (2005-2009), segundo a Anda – Associação Nacional para Difusão de Adubos. Em 2013, o consumo de fertilizantes minerais atingiu 31,1 milhões de toneladas (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS, 2014). Considerando o período entre 2009 e 2013, verifica-se uma taxa de crescimento média de 8,4% ao ano para este setor. Apesar da falta de dados atualizados sobre o consumo de fertilizantes orgânicos no Brasil, é possível estimar que este setor apresentou taxa de crescimento pelo menos similar, senão superior, àquela verificada para os fertilizantes minerais entre 2009 e 2013. Reportagem publicada na revista Agroanalysis-FGV em outubro de 2013 aponta que a produção de fertilizantes orgânicos, organominerais, biofertilizantes, condicionadores de solo e substratos para plantas cresce em média 15% ao ano no Brasil (Borsari, 2013). Se utilizarmos este índice como referência é possível estimar que o consumo de fertilizantes orgânicos e organominerais no Brasil em 2013 foi de 2.136 e 5.874 mil toneladas, respectivamente.

No entanto, o mercado potencial para o consumo do composto orgânico produzido pela usina de biogás de Concórdia-SC é o volume de fertilizantes orgânicos comercializado na região Sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Com base nos dados da Mendes e Gazire, ([2009]) a região sul consome 25% da produção de fertilizantes orgânicos e organominerais do Brasil. Assim, o consumo de fertilizantes orgânicos e organominerais na região sul do Brasil em 2013 pode ser estimado em 534 e 1.468 mil toneladas, respectivamente. Na Figura 7, encontra-se a participação das principais atividades agrícolas no consumo de fertilizantes orgânicos no Brasil.



Fonte: Mendes e Gazire, ([2009]).

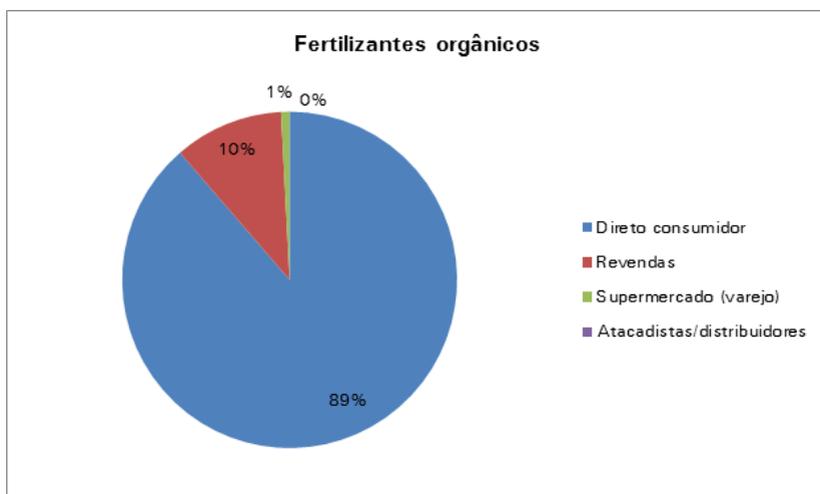
**Figura 7.** Consumo de fertilizantes de base orgânica por atividade agrícola na Região Sul do Brasil

Segundo a Abisolo, mais da metade dos fertilizantes orgânicos e organominerais são utilizados na produção de grãos (soja, milho, trigo, etc.) e outras culturas perenes (pastagens, etc.). As floriculturas respondem por apenas 12% do consumo dos fertilizantes orgânicos e organominerais, enquanto que a fruticultura e a olericultura respondem por 28 e 8,5% deste mercado. No entanto, em valor de mercado destaca-se a fruticultura, consumindo 48% do valor agregado em fertilizantes orgânicos e organominerais, em seguida a olericultura (26%), agricultura (16%) e floricultura (10%). Considerando estes resultados, verifica-se que os diferentes mercados consumidores têm capacidade distinta de valorização dos fertilizantes orgânicos e organominerais.

## Formas de comercialização e valor de mercado

A Abisolo realizou estudo identificando a principal forma de comercialização de fertilizantes de base orgânica no Brasil (Figura 8). As vendas diretas ao consumidor se dão visando atender o mercado de produtores rurais, que utilizam o fertilizante orgânico e organomineral para a adubação de lavouras comerciais de grãos/cereais, olericultura, floricultura e

fruticultura em grande escala. Esta forma de comercialização atende 88,6% do mercado consumidor. Entre o setor de revendas especializadas na comercialização de fertilizantes orgânicos, podemos citar: cooperativas agrícolas, lojas agropecuárias e floriculturas. Estas revendas comercializam o fertilizante de base orgânica tanto para produtores rurais de maior escala, como para pequenos produtores ou para o público urbano e atendem cerca de 10,5% do mercado de fertilizantes orgânicos no Brasil. A comercialização através de redes de supermercados (varejo), representa cerca de 0,8% das vendas de fertilizantes orgânicos no Brasil, enquanto que o setor atacadista (distribuidores) não tem participação significativa neste mercado.



Fonte: Mendes e Gazire, ([2009]).

**Figura 8.** Canais de venda dos fertilizantes orgânicos

Isto exposto, é importante considerar que a forma de apresentação do produto (fertilizante de base orgânica) varia conforme o mercado a ser atingido. Desta maneira, o fertilizante orgânico deve ser comercializado com diferentes apresentações e tamanhos de embalagens para atender estes diferentes mercados. Na Tabela 9, encontra-se uma análise das diferentes apresentações do composto orgânico visando a sua comercialização para os diferentes mercados consumidores.

Para atender o maior mercado consumidor de fertilizantes de base orgânica (agricultura comercial), o composto orgânico a ser produzido pela usina de biogás de Concórdia-SC poder ser ofertado ao mercado granel, big-bags ou sacos de 40/50 kg de produto. Este mercado poderá ser atingido através de venda direta ao consumidor ou por revendas especializadas (cooperativas e agropecuárias). Normalmente não há grandes diferenças de preço pago pelo fertilizante entre as três formas de apresentação deste produto (a diferença de preço é devido ao custo de embalagem), pois neste setor o valor do fertilizante é pressionado pela concorrência com outros fertilizantes orgânicos e minerais disponíveis no mercado. Assim, o valor de mercado do fertilizante orgânico é reflexo da sua concentração e disponibilidade de nutrientes (eficiência agrônômica), onde se espera obter valores similares aos expostos na Tabela 3, entre R\$ 138-223/t. de composto orgânico com 50% de umidade. Mais uma vez, salienta-se que estes valores são calculados como referência, tendo como base a concentração e disponibilidade de nutrientes da cama de frango (50% de umidade) para comparação. Os reais valores pagos pelo composto orgânico da usina de biogás de Concórdia-SC deverão ser influenciados pela sua concorrência com a cama de frango e outros fertilizantes disponíveis no mercado. Já o fertilizante orgânico embalado em sacos de 10/20/25 kg e caixas/sacos de até 5 kg, destinam-se a um mercado consumidor especializado na produção de frutas e legumes em pequena escala, jardinagem e floricultura, atendendo tanto o mercado consumidor rural quanto urbano. Neste caso, a principal forma de comercialização é a venda direta para pequenos produtores rurais (sacos de 10/20/25 kg) e para revendas/varejistas (caixas/sacos até 5 kg), visando a sua comercialização em cooperativas e agro-pecuárias, floriculturas e supermercados.

**Tabela 9.** Formas de comercialização de fertilizante orgânico conforme o mercado consumidor

Embalagem	Mercado consumidor	Uso	Exigências	Objetivo	Observações
Granel e <i>big bags</i> de 500 ou 1000 kg	Produtores rurais Cooperativas e agropecuárias	Agricultura comercial (grãos, cereais, pastagens, olericultura, floricultura, fruticultura)	Registro Mapa <sup>1</sup> Garantias de teores de nutrientes Eficiência agrônômica Instruções de uso	Produto visando economia de escala Fácil manuseio ( <i>big bags</i> )	Valor do produto pressionado pela concorrência com outros fertilizantes orgânicos e minerais Ampla mercado consumidor (rural)
Sacos de 40 ou 50 kg	Produtores rurais Cooperativas e agropecuárias Floriculturas	Agricultura comercial (grãos, cereais, pastagens, olericultura, floricultura, fruticultura) Jardinagem em grandes áreas	Registro Mapa <sup>1</sup> Garantias de teores de nutrientes Eficiência agrônômica Instruções de uso	Produto visando economia de escala	Valor do produto pressionado pela concorrência com outros fertilizantes orgânicos e minerais Ampla mercado consumidor (rural)
Sacos de 10, 20 ou 25 kg	Produtores rurais Cooperativas e agropecuárias Floriculturas Supermercados	Agricultura comercial em pequena escala ou urbana sem fins comerciais (olericultura e fruticultura) Jardinagem/floricultura	Registro Mapa <sup>1</sup> Garantias de teores de nutrientes Eficiência agrônômica Instruções de uso	Produto de fácil manuseio visando economia de escala	Maior valorização do produto na agricultura orgânica Mercado consumidor rural/urbano
Caixas ou sacos de 1, 2 ou 5 kg	Cooperativas e agropecuárias Floriculturas Supermercados	Agricultura urbana sem fins comerciais (olericultura e fruticultura) Jardinagem Floricultura	Registro Mapa <sup>1</sup> Garantias de teores de nutrientes Instruções de uso em hortas e vasos Dosador	Produto de fácil manuseio e sensível a apelo de marketing pela qualidade da embalagem e propaganda	Alta valorização do produto Mercado consumidor urbano

<sup>1</sup>Registro no Mapa conforme IN 25/2009 e IN 27/2006.



Esterco de Frango 1Kg

R\$7,90



Farinha de osso 1Kg

R\$7,90



Farinha de osso 5Kg

R\$16,90



Esterco 2Kg

R\$3,90



Esterco de aves 2Kg

R\$6,20



Húmus de minhocas 2Kg

R\$5,80

Fonte: <http://www.leroymerlin.com.br/>; <http://www.tocadoverde.com.br/>

**Figura 9.** Fertilizantes orgânicos comercializados no mercado de agricultura urbana e jardinagem em janeiro de 2014

O tamanho menor de embalagem permite maior valorização do fertilizante orgânico, especialmente quando este é destinado para a jardinagem e floricultura em áreas urbanas. Neste caso, os valores obtidos com a comercialização do produto, além de serem afetados pela qualidade e concentração de nutrientes do fertilizante e a concorrência com outros fertilizantes orgânicos e minerais, também são influenciados por outros fatores, como a qualidade da apresentação da embalagem e ações de marketing. Os valores de fertilizantes orgânicos vendidos neste mercado de jardinagem, floricultura e olericultura voltado para o público urbano variam muito, podendo chegar a até R\$ 7.900/tonelada (valores comercializados para o consumidor final). Na Figura 9, constam alguns fertilizantes orgânicos comercializados com foco no mercado de agricultura urbana e jardinagem.

## **Recomendações para modelo de negócios para comercialização do composto orgânico da usina de biogás de Concórdia-SC**

Nesta seção o objetivo é descrever resumidamente algumas opções de modelos de negócios disponíveis para comercializar o composto orgânico que será produzido na usina de biogás de Concórdia-SC. Não está no escopo deste estudo uma análise econômica detalhada de cada modelo de negócios que serão discutidos a seguir, mas sim apresentar as principais opções disponíveis, considerando as suas vantagens e desvantagens. Desta maneira, as recomendações para o modelo de negócios a ser adotado para a comercialização do composto orgânico baseiam-se em dois cenários que podem ser implementados em função do interesse dos proprietários da usina de biogás em apenas exportar o fertilizante orgânico com o menor custo possível ou, alternativamente, explorar e valorizar o composto orgânico como uma nova fonte de receitas da usina, sendo eles:

- **Modelo de negócios básico (venda de fertilizante não beneficiado):** não há interesse em investir em valorização do composto orgânico e o fertilizante é comercializado para intermediários que se encarregarão do beneficiamento ou revenda do fertilizante no mercado local ou regional/nacional.
- **Modelo de negócios avançado (fábricas de fertilizantes de base orgânica):** há interesse em investir no beneficiamento do fertilizante explorando mercados consumidores com maior capacidade de valoração do produto com a criação de um novo negócio anexo à usina de biogás.

## **Modelo de negócios básico (venda de fertilizante não beneficiado)**

Neste modelo de negócios, o objetivo é apenas comercializar e exportar sem processamento adicional o fertilizante orgânico produzido a partir da separação de fases e compostagem/secagem da fração sólida do efluente da usina (composto orgânico). O preço do composto orgânico será determinado conforme a oferta/demanda local ou regional/nacional. No entanto, novamente é importante ressaltar que o produto deve ser ofertado em condições que permitam a sua aceitação pelo mercado, principalmente com a redução do teor de umidade do composto (79%, conforme projeto) para 50% de umidade ou menos, conforme a IN 25/2009 do Mapa. Este modelo de negócios não requer investimentos adicionais, visto que não há qualquer processamento do fertilizante visando a sua comercialização (uniformização de granulometria, embalagem, rotulagem, etc.).

Para a implantação deste modelo de negócios, a usina de biogás pode comercializar o composto orgânico diretamente com produtores rurais ou então buscar estabelecer contratos com empresas, lojas agropecuárias, cooperativas ou supermercados varejistas que atuam no mercado de fertilizantes minerais e orgânicos visando à comercialização do composto orgânico a granel para estes intermediários. Estas empresas ficariam então a cargo da revenda e exportação do composto orgânico para o consumidor final, atingindo os distintos mercados consumidores (agri-

cultura, floricultura, olericultura, fruticultura, etc.) conforme seus interesses. O mercado a ser atingido, neste caso, também não poder ser restrito à região oeste catarinense devido ao excesso de nutrientes na região. Assim, devem também ser incluídos os mercados de regiões próximas (por exemplo, as três regiões citadas anteriormente neste estudo: Guarapuava-PR, Campos Novos-SC, Lages-SC ou Passo Fundo-RS, entre outras), ou mesmo o mercado nacional. Entre os possíveis compradores do composto orgânico produzido na usina de biogás, destacam-se:

- **Produtores rurais (local/regional/nacional):** como destacado anteriormente, cerca de 89% do fertilizante de base orgânica consumido no Brasil são vendidos diretamente para o consumidor final (produtores rurais). No entanto, para atender este público, a usina de biogás precisaria investir em divulgação do seu produto e também contar com uma equipe de vendedores (preferencialmente autônomos ou terceirizados) para comercialização do composto orgânico tanto no mercado local, quanto no mercado regional/nacional.
- **Cooperativas e lojas agropecuárias:** as cooperativas e lojas agropecuárias são responsáveis pelo comércio de aproximadamente 10% do fertilizante orgânico consumido no Brasil. Entre as vantagens de estabelecer contratos com as cooperativas para revenda do composto orgânico, está sua extensiva presença nas regiões agrícolas de SC, PR e RS, o que ampliaria os canais de comercialização do composto orgânico. Segundo a Ocesc, Ocepar e Ocergs (Sindicato Patronal das Cooperativas de SC, PR e RS), existem atualmente 54, 77 e 150 cooperativas que atuam no setor agropecuário em SC, PR e RS, respectivamente. Somente a Cooperativa Central Aurora possui 12 cooperativas filiadas, com presença em 450 municípios do RS, SC e PR e atende cerca de 60 mil produtores filiados. Algumas destas cooperativas possuem unidades de processamento e fabricação de fertilizantes orgânicos e organominerais que podem utilizar o composto orgânico da usina como substrato. Um exemplo é a cooperativa Coopercampos, que produz o fertilizante organomineral BioCoper (cama de frangos misturada com fertilizantes minerais) em uma fábrica localizada em Campos Novos-SC.

- **Indústrias de fertilizantes orgânicos e organominerais:** Na região de Concórdia-SC existem pelo menos duas empresas com capacidade de absorver a oferta de composto orgânico da usina de biogás. Entre elas está a Ferticel Indústria de Fertilizantes, que é uma das maiores empresas de fertilizantes de base orgânica do Sul do Brasil. A Ferticel produz e comercializa atualmente mais de 100 mil toneladas de fertilizantes orgânicos e organominerais para o mercado estadual, regional e nacional, com foco em grandes culturas (soja, milho, pastagens, etc.). Outra empresa a ser citada é a CTR Fertilizantes, que tem sede no município de Jaborá-SC (a 30 km de Concórdia) e foi criada no ano de 2013. Apesar de ainda se encontrar em fase inicial de operação, esta empresa tem a proposta de atuar com a comercialização de fertilizantes orgânicos para atender o mercado de fertilizantes orgânicos em lojas de jardinagem e floricultura e também supermercados nos grandes centros urbanos, buscando maior valorização do produto.

Estes são exemplos de empresas ou cooperativas com as quais a usina de biogás poderia firmar parcerias ou contratos de fornecimento para a comercialização do composto orgânico gerado na usina. Neste caso, devido à forte concorrência de outras fontes de fertilizantes orgânicos processados e/ou comercializados por estas empresas, o preço pago pelo composto orgânico da usina de biogás possivelmente teria por base o preço da cama de frango ou composto orgânico de dejetos de suínos disponíveis na região (R\$ 34-55/tonelada com base na cama de frango). O valor do composto orgânico da usina de biogás poderia ter uma maior valorização do que a cama de frango se o teor de umidade for reduzido dos atuais 79% para no máximo 50%, e se as concentrações de nutrientes disponíveis se confirmarem superiores em relação à da cama de frango mediante análise química laboratorial (R\$ 128-233/tonelada, conforme estimativa). Ainda assim, esta maior valorização pela qualidade do composto orgânico produzido na usina estaria sujeita a uma negociação com as empresas parceiras ou com o consumidor final no caso de venda direta.

## Modelo de negócios avançado (fábricas de fertilizantes de base orgânica)

Neste modelo de negócios, o objetivo é obter maior retorno com a comercialização do fertilizante orgânico produzido na usina de biogás (composto orgânico), buscando negociá-lo em mercados consumidores com maior capacidade de valorização do produto. Neste caso, cria-se uma indústria de fertilizantes de base orgânica (orgânicos ou organominerais) em anexo à usina de biogás. No entanto, uma análise de viabilidade básica é necessária para verificar se existe mercado para este tipo de produto. Se tomarmos o consumo estimado de fertilizantes orgânicos e organominerais na região sul do Brasil, e aplicarmos a distribuição das vendas para esta demanda conforme o gráfico da Figura 8, é possível estimar a demanda de fertilizantes de base orgânica em cada canal de venda do produto (Tabela 10).

**Tabela 10.** Estimativa do volume de fertilizantes orgânicos e organominerais comercializados nos diferentes canais de vendas

	Unidade	Total	Venda direta	Revendas	Varejo
Canais de venda					
Participação no mercado	%	100	88,64	10,54	0,82
Orgânicos	t/ano	534.102	473.428	56.294	4.379
Organominerais	t/ano	1.468.612	1.301.778	154.791	12.042
Total	t/ano	2.002.715	1.775.206	211.086	16.422
Fração do mercado atendido pelo composto orgânico da usina de biogás <sup>1</sup>					
Orgânicos	%	1,20	1,35	11,35	145,83
Organominerais	%	0,43	0,49	4,13	53,04
Total	%	0,32	0,36	3,03	38,89

<sup>1</sup>Considerando a produção anual de 6.387 toneladas de composto orgânicos (50% de umidade)

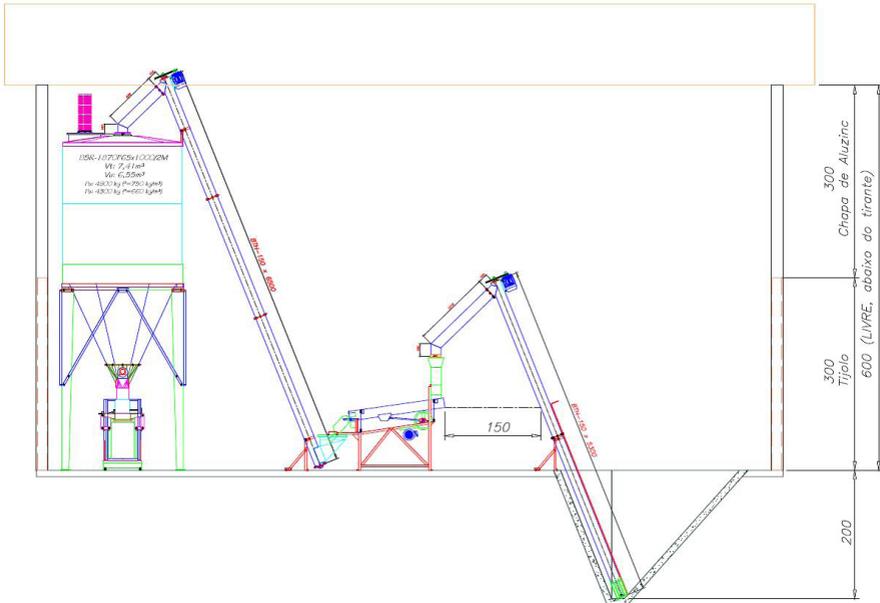
Verifica-se pela tabela anterior que a produção anual de composto orgânico da usina de biogás (6.387 toneladas com 50% de umidade) é maior do que o mercado estimado de fertilizantes orgânicos comercializados no varejo (supermercados). No entanto, se agregarmos na análise os fertilizantes organominerais, a produção da usina poderia atender

aproximadamente 39% deste mercado, caso estas projeções se confirmarem verdadeiras com base em uma pesquisa de mercado detalhada. O mercado de varejo é especialmente atraente devido aos altos valores pelos quais são comercializados os fertilizantes de base orgânica (Figura 9). Neste sentido, uma fábrica de beneficiamento do composto orgânico poderia investir neste mercado buscando a máxima valorização do seu produto. Também devido a maior valorização do produto no mercado de varejo, pode-se ampliar o mercado a ser explorado incluindo-se outras regiões do Brasil (Sudeste, Centro-Oeste), caso o custo do frete para estas regiões seja favorável. O excedente do mercado de varejo poderia então ser destinado às revendas (cooperativas, floriculturas, lojas agropecuárias) ou venda direta aos produtores rurais. Estes mercados (revendas e venda direta) apresentam plena capacidade de absorver a produção de composto orgânico projetada para a fábrica. É importante considerar que as revendas especializadas (cooperativas, floriculturas e lojas agropecuárias) também comercializam fertilizantes orgânicos destinados ao público urbano e com alto valor agregado, por valores similares ao praticados no varejo. Desta forma, possivelmente, a demanda por este tipo de produto com alto valor agregado esteja subestimada. No entanto, mais uma vez ressalta-se a necessidade de uma análise aprofundada deste mercado para determinar o seu potencial e estabelecer com segurança um modelo de negócios para atender este mercado. Caso esta análise demonstre a viabilidade do empreendimento, a seguir serão apresentados dois modelos de fábricas de fertilizantes orgânicos que podem ser montados visando o beneficiamento do composto orgânico produzido na usina de biogás de Concórdia-SC.

### **Fábrica de fertilizantes orgânicos farelados**

Dentre as inúmeras configurações possíveis para uma fábrica de fertilizantes orgânicos, a Embrapa Suínos e Aves desenvolveu em parceria com a Bergamini Industrial (Concórdia-SC) e a CRT Fertilizantes (Jaborá-SC), um modelo de fábrica que tem por objetivo realizar a padronização de granulometria e umidade (máximo 50%) do composto orgânico (conforme IN 15/2009 e 27/2006 do Mapa) e produzir um fertilizante

orgânico farelado e embalado em caixas de 2 kg ou sacos de até 20 kg. Esta fábrica é constituída de uma moega para recebimento do composto orgânico, transportadores do tipo helicoidal, unidade de peneiramento, silos de armazenamento e ensacadeira semiautomáticas. Um modelo básico de fábrica de fertilizantes orgânicos é apresentado na Figura 10.



Fonte: Bergamini Industrial (2012).

**Figura 10.** Projeto de fábrica de fertilizantes orgânicos farelados

Este modelo de fábrica tem baixo custo em relação a modelos mais avançados e que são capazes de produzir fertilizantes orgânicos e organominerais peletizados ou granulados. No modelo básico aqui apresentado, produz-se apenas um fertilizante orgânico farelado, mas que atende as especificações da IN 25/2009 e pode ser registrado no Mapa. O fertilizante produzido por esta fábrica poderia ser destinado à comercialização no mercado de varejo e revendas especializadas para o consumidor urbano com alto valor agregado em relação ao mercado de fertilizantes destinado à agricultura comercial. Neste mercado, processos

adicionais de granulação ou produção de fertilizantes organominerais não se fazem necessários, visto que não há limitações para aplicação do fertilizante (o fertilizante granulado é mais fácil de aplicar do que o farelado) ou pressão para aumento da eficiência agrônômica, tal qual ocorre na agricultura comercial. O tamanho e capacidade de produção da fábrica podem ser projetados para atender a expectativa de produção de composto orgânico da usina de biogás. Salienta-se que a opção de explorar mercados com maior capacidade de pagamento (varejo), visando agregar valor ao produto, requer também investimentos em marketing, embalagens e transporte diferenciados para atingir todo o potencial deste canal de negócios.

### **Fábrica de fertilizantes orgânicos e organominerais granulados**

Este tipo de fábrica é capaz de produzir tanto fertilizantes orgânicos como fertilizantes organominerais (mistura do composto orgânico com fertilizantes minerais) em diferentes formatos (farelado, granulado, peletizado). A produção de fertilizantes organominerais granulados agrega valor ao produto pela maior concentração de nutrientes em relação ao fertilizante orgânico e também pela possibilidade de aplicação do fertilizante utilizando os mesmos equipamentos agrícolas (semeadeiras, distribuidores centrífugos, etc.) já disponíveis para a aplicação de fertilizantes minerais granulados, o que reduz custos de aplicação. Levantamento de preços realizado em fevereiro/2014 aponta que o fertilizante organomineral granulado BioCoper, produzido pela Cooperativa Copercampos de Campos Novos-SC a partir da mistura de composto orgânico de dejetos de suínos e fertilizantes minerais, era comercializado por R\$ 49,08 (3% de N, 12% de  $P_2O_5$  e 6% de  $K_2O$ ) e R\$ 55,45 (5% de N, 10% de  $P_2O_5$  e 10% de  $K_2O$ ) em sacos de 50 kg, o que equivale a R\$ 981,60 e R\$ 1.109,00 por tonelada, respectivamente. Neste caso, o valor pago por cada quilograma de nutriente disponível varia entre R\$ 4,67 e R\$ 4,44, valor inclusive superior ao pago pelos fertilizantes minerais. Sendo assim, o beneficiamento do composto orgânico e a produção de fertilizantes organominerais granulados pode valorizar significativamente

o fertilizante produzido, mesmo quando este visa atender o mercado da agricultura comercial (soja, milho, pastagens, etc.).

A Embrapa Solos desenvolveu em parceria com a empresa Calderon Consulting uma unidade industrial para fabricação de fertilizantes organominerais granulados (POLIDORO, 2013). A fábrica utiliza um processo de micronização do material orgânico usado como substrato na produção do fertilizante para reduzir o tamanho das partículas do material (Figura 11). O fertilizante orgânico moído pode então ser misturado a fertilizantes minerais solúveis em água (ureia, MAP, DAP, KCl) para a produção de um fertilizante organomineral, caso este seja o interesse da indústria. Logo após, o material é submetido a um processo de granulação (Figura 12), para que se obtenha o fertilizante organomineral granulado pronto para ser embalado. Na Figura 13, observa-se a fábrica de fertilizantes organominerais desenvolvida pela Embrapa e Calderon Consulting. Essa fábrica pode ser dimensionada para atender o volume de produção de composto orgânico da usina de biogás. Há que se considerar, no entanto, que este tipo de unidade industrial requer mais investimentos do que a fábrica de fertilizantes orgânicos farelados descrita no item anterior. Além disso, para estar apto ao processo de micronização e granulação, o composto orgânico deve ter um teor de umidade mais baixo (25%).



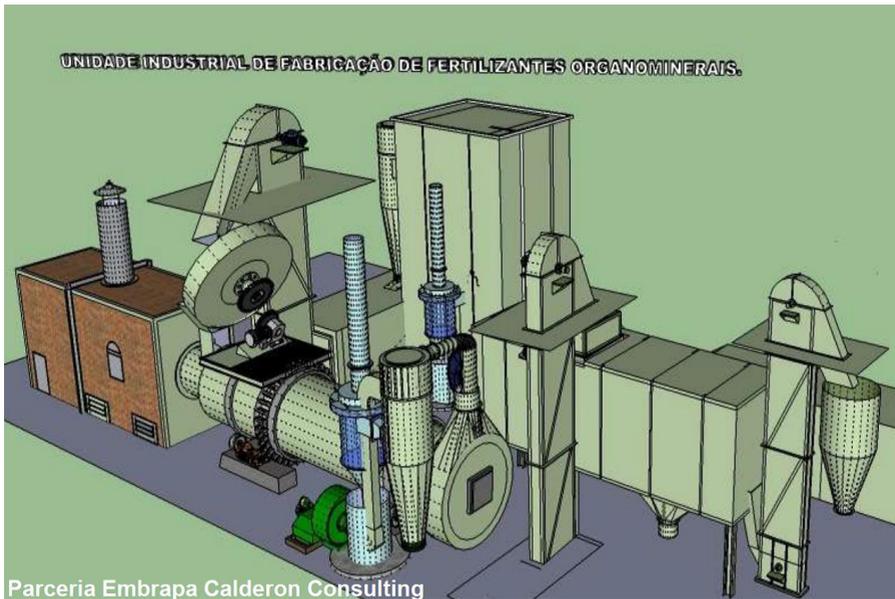
Fonte: Polidoro (2013).

**Figura 11.** Equipamento utilizado para micronização do composto orgânico. Detalhe do material orgânico antes e após a micronização



Fonte: Polidoro (2013).

**Figura 12.** Processo de granulação do fertilizante organomineral. Detalhe do fertilizante organomineral micronizado e granulado



Fonte: Polidoro (2013).

**Figura 13.** Fábrica de fertilizantes organominerais granulados

Conforme os dados referentes à qualidade do composto orgânico produzido pela usina (262 kg NPK/t com 25% de umidade), verifica-se que este pode ter concentrações de nutrientes disponíveis inclusive superiores aos fertilizantes organominerais, tomando como referência o fertilizante Biocoper da Copercampos (210-250 kg NPK/t). Neste caso, reduz-se a necessidade de adição de fertilizantes minerais solúveis para a produção do fertilizante organomineral, o que diminui significativamente os custos de produção ou, alternativamente, pode-se produzir um fertilizante orgânico com elevada concentração de nutrientes sem a necessidade de adição de minerais. Assim, espera-se que apenas o processo de granulação do composto orgânico possa aumentar significativamente o valor agregado do fertilizante. Uma análise mais detalhada se faz necessária para verificar se o ganho com a valorização do composto orgânico compensaria o custo de implantação desta fábrica de fertilizantes orgânicos ou organominerais granulados considerando a escala de produção de composto da usina de biogás e também a necessidade de secagem extra do material.

## Conclusões

Apesar das limitações da análise aqui apresentada, esta demonstra que:

- o composto orgânico apresenta maior concentração de nutrientes do que outros fertilizantes orgânicos atualmente no mercado;
- a secagem do composto orgânico para níveis de 50% ou menos de umidade favoreceria a aceitação deste produto pelo mercado e diminuiria custos de transporte e armazenamento;
- a destinação do composto orgânico para áreas agrícolas da região oeste de SC não é sustentável a longo prazo;
- existe demanda por fertilizante capaz de absorver a produção de composto orgânico da usina em regiões relativamente próximas de Concórdia-SC (Campos Novos e Lages-SC, Guarapuava-PR, Passo Fundo-RS);
- considerando a taxa de aceitação de 5-10% pelos produtores quanto ao uso de fertilizantes orgânicos, a oferta de composto orgânico da usina atenderia entre 12-6% da demanda de  $P_2O_5$  total das três regiões analisadas para as culturas agrícolas incluídas nesta avaliação.

A análise do mercado demonstra que:

- o consumo de fertilizantes orgânicos e organominerais no Brasil vem apresentando forte expansão nos últimos anos;
- existem diversos canais de comercialização do composto orgânico, com capacidade distinta de valorização deste produto de acordo com o mercado a ser atingido;
- a exploração destes mercados requer a apresentação do fertilizante de formas distintas (embalagens);
- a jardinagem e a floricultura desenvolvidas em áreas urbanas são os mercados consumidores com maior capacidade de valorização dos fertilizantes orgânicos.

Os modelos de negócios analisados apontam dois cenários viáveis para a comercialização do composto orgânico a ser produzido na usina de biogás de acordo com o interesse da usina em investir ou não na valorização deste produto. O primeiro cenário requer menos investimentos, onde a usina apenas comercializaria o composto orgânico para potenciais clientes (produtores rurais através de venda direta, cooperativas, lojas agropecuárias e fábricas de fertilizantes organominerais e orgânicos). Neste cenário, o valor do composto orgânico sofre concorrência direta com a oferta de outros fertilizantes orgânicos disponíveis na região. No segundo cenário, a usina montaria uma fábrica de fertilizantes orgânicos ou organominerais em anexo para beneficiamento do composto orgânico visando agregação de valor. O objetivo desta fábrica seria produzir fertilizantes orgânicos farelados visando atender o mercado de jardinagem e floricultura urbana, ou, então, produzir fertilizantes orgânicos ou organominerais granulados visando atender o mercado da agricultura comercial (soja, milho, pastagens, fruticultura, olericultura, etc.). Uma análise mais detalhada é necessária para apontar se o retorno esperado com a valorização do composto orgânico compensaria o investimento neste tipo de operação.

## Agradecimentos

Este estudo contou com o apoio do Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético do Biogás (Probiogás), coordenado pelo Ministério das Cidades do Governo Federal Brasileiro e pela Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

## Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Estatísticas. Indicadores. Disponível em: < <http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.00.00&ver=por>>. Acesso em: 23 Fev. 2014.

BORSARI, F. Negócio em expansão. **Agroanalysis**, v. 23, n. 9, out. de 2013, p. 34, 2013. Especial Abisolo.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 27 de 31 de julho de 2006. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 149, 4 ago. 2006. Seção 1, p. 13-14.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009. Estabelece as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 142, 28 jul. 2009. Seção 1, p. 20.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2012/13 a 2022/23: projeções de longo prazo**. 4. ed. Brasília, DF, 2013. 96 p.

CENTRAL DE INFORMAÇÃO EM SUÍNOS E AVES - CIAS. Mapas. **Rebanho de suínos e aves e área plantada com soja e milho nos municípios brasileiros**. Disponível em: < <http://www.cnpa.embrapa.br/cias/>> Acesso em: 24 fev. 2014.

CONAMA. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 53, 18 mar, 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2005>>. Acesso em: 14 jan. 2009.

FATMA. (Santa Catarina). Suinocultura. Instrução Normativa n. 11 de 21 de fev. 2009. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/instrucoes-normativas>>. Acesso em: 23 fev. 2014.

IBGE. Estatística. Economia. **Produção Agropecuária Municipal - 2011**. Disponível em: Acesso em: 23 fev. 2014.

MANUAL de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

MENDES, C. A. P.; GAZIRE, S. **Plano biomassa**: plano nacional de preservação da biomassa nos solos brasileiros. [São Paulo]: ABISOLO, [2009]. 28 p.

MIELE, M.; SILVA, M. L. B. da; NICOLOSO, R. da S.; CORREA, J. C.; HIGARASHI, M. M.; KUNZ, A.; SANDI, A. J. **Avaliação técnica-econômica das rotas de tratamento dos efluentes de uma usina de biogás no município de Tupandi, Rio Grande Sul**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013. 53 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 161).

OLIVEIRA, P. A. V. de; GUIDONI, A. L. Distribuição espacial da suinocultura: o caso catarinense, problemas e soluções. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 7.; SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AQUICULTURA, MARICULTURA E PESCA, 4., 2008, Florianópolis. **Suinocultura**: sanidade e manejo, nutrição e meio ambiente - anais. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2008. p. 137-171.

POLIDORO, J. C. **Fertilizantes organominerais**: potencial para a cafeicultura. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. Apresentação em slides. Disponível em: <http://www.fundacaoprocafe.com.br/sites/default/files/organomineral%20caf%C3%A9%20polidoro.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2014.

## Anexo

**Anexo 1.** Garantias e especificações de fertilizantes orgânicos e organo-minerais conforme as IN 25/2009 e 27/2006 do Mapa (BRASIL, 2006; 2009)

**Tabela 1.** Natureza física e granulometria

I - para granulado, pó, farelado e farelado grosso:

NATUREZA FÍSICA	ESPECIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA		
	Peneira	Passante	Retido
Granulado	4 mm (ABNT nº 5) 1 mm (ABNT nº 18)	95% mínimo 5% máximo	5% máximo 95% mínimo
Pó	2,0 mm (ABNT nº 10) 0,84 mm (ABNT nº 20) 0,3 mm (ABNT nº 50)	100% 70% mínimo 50% mínimo	0% 30% máximo 50% máximo
Farelado	3,36 mm (ABNT nº 6) 0,5 mm (ABNT nº 35)	95% mínimo 25% máximo	5% máximo 75% mínimo
Farelado Grosso	4,8mm (ABNT nº 4) 1,0 mm (ABNT nº 18)	100% 20% máximo	0% 80% mínimo

II - para os fertilizantes orgânicos e biofertilizantes que não atendam às especificações granulométricas constantes do inciso I, deste parágrafo, do rótulo ou etiqueta de identificação deverá constar a expressão: "PRODUTO SEM ESPECIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA".

**Tabela 2.** Garantias para fertilizantes orgânicos mistos e compostos

ESPECIFICAÇÕES DOS FERTILIZANTES ORGÂNICOS MISTOS E COMPOSTOS \*(valores expressos em base seca, umidade determinada a 65°C)

Garantia	Misto/composto				Vermicomposto
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classes A, B, C, D
Umidade (máx.)	50	50	50	70	50
N total (mín.)	0,5				
*Carbono orgânico (mín.)	15				10
*CTC <sup>(1)</sup>	Conforme declarado				
pH (mín.)	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0
Relação C/N (máx.)	20				14
*Relação CTC/C <sup>(1)</sup>	Conforme declarado				
Outros nutrientes	Conforme declarado				

(1) É obrigatória a declaração no processo de registro de produto.

**Tabela 3.** Restrições de uso que deverão constar na embalagem

Composto de resíduos de origem animal e da criação de animais (cama de aves, esterco de aves ou de suínos)	Uso permitido em pastagens e capineiras apenas com incorporação ao solo. No caso de pastagens, permitir o pastoreio somente após 40 dias depois da incorporação do fertilizante ao solo. Uso proibido na alimentação de ruminantes, armazenar em local protegido do acesso desses animais.
--	--

**Tabela 4.** Garantias para fertilizantes organominerais

## Fertilizantes Organominerais

Art. 8º Os fertilizantes organominerais terão as especificações, garantias e características estabelecidas nos parágrafos seguintes.

§ 1º Para os produtos sólidos para aplicação no solo:

I - carbono orgânico : mínimo de 8% (oito por cento);

II - umidade máxima: 30% (trinta por cento);

III - CTC mínimo: 80 (oitenta) mmolc/kg; e

IV - quanto aos macronutrientes primários, secundários e micronutrientes garantidos ou declarados do produto, estes deverão ter no mínimo:

a) para os produtos com macronutrientes primários produzidos e comercializados isoladamente (N, P, K) ou em misturas (NP, NK, PK ou NPK): 10% (dez por cento), podendo a estes produtos serem adicionados macronutrientes secundários ou micronutrientes desde que observado o disposto no art. 6º deste Anexo; ou

b) para os produtos com macronutrientes secundários isoladamente ou em misturas destes: 5% (cinco por cento), podendo a estes produtos serem adicionados micronutrientes desde que observado o disposto no art. 6º deste Anexo, ou macronutrientes primários, desde que se garanta no mínimo 1% para cada um deles; ou

c) para os produtos com micronutrientes isoladamente ou em misturas destes, 4% (quatro por cento), podendo a estes produtos serem adicionados macronutrientes secundários desde que observado o disposto no art. 6º deste Anexo, ou macronutrientes primários, desde que se garanta no mínimo 1% para cada um deles.

**Tabela 5.** Declarações obrigatórias na embalagem

II - para os fertilizantes orgânicos mistos, compostos e organominerais:

- a) a indicação: "FERTILIZANTE ORGÂNICO MISTO, COMPOSTO ou ORGANOMINERAL", conforme o caso e sua respectiva classe, conforme art. 2º deste Anexo;
- b) as matérias-primas componentes do produto; e
- c) quando utilizado aditivo, o nome deste de acordo com o Anexo VI.

**Tabela 6.** Teor máximo admitido de contaminantes em fertilizante orgânicos e organominerais

## LIMITES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES ADMITIDOS EM FERTILIZANTES ORGÂNICOS

Contaminante	Valor máximo admitido
Arsênio (mg/kg)	20,00
Cádmio (mg/kg)	3,00
Chumbo (mg/kg)	150,00
Cromo (mg/kg)	200,00
Mercúrio (mg/kg)	1,00
Níquel (mg/kg)	70,00
Selênio (mg/kg)	80,00
Coliformes termotolerantes - número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS)	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos - número por quatro gramas de sólidos totais (nº em 4g ST)	1,00
<i>Salmonella</i> sp	Ausência em 10g de matéria seca

- Nota:

1. Para os fertilizantes organominerais, o valor máximo admitido para cada contaminante será obtido pela soma dos valores deste Anexo V com os valores referentes às garantias dos nutrientes, calculados pelo Anexo I ou Anexo II desta Norma, conforme o caso.

## ANEXO II

LIMITES MÁXIMOS DE METAIS PESADOS TÓXICOS ADMITIDOS PARA OS FERTILIZANTES MINERAIS COM NITROGÊNIO, POTÁSSIO, MACRONUTRIENTES SECUNDÁRIOS, PARA OS COM ATÉ 5 % DE P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> E PARA OS DEMAIS NÃO ESPECIFICADOS NO ANEXO I

Metal Pesado	Valor máximo admitido em miligrama por quilograma (mg/kg) na massa total do fertilizante
Arsênio (As)	10,00
Cádmio (Cd)	20,00
Chumbo (Pb)	100,00
Cromo (Cr)	200,00
Mercúrio (Hg)	0,20

**Tabela 7.** Teor máximo admitido de contaminantes em fertilizante orgânicos e organominerais (continuação)

## ANEXO I

LIMITES MÁXIMOS DE METAIS PESADOS TÓXICOS ADMITIDOS EM FERTILIZANTES MINERAIS QUE CONTENHAM O NUTRIENTE FÓSFORO, MICRONUTRIENTES OU COM FÓSFORO E MICRONUTRIENTES EM MISTURA COM OS DEMAIS NUTRIENTES

Metal Pesado	Valor admitido em miligrama por quilograma (mg/kg) por ponto percentual (%) de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e por ponto percentual da somatória de micronutrientes (%)		Valor máximo admitido em miligrama por quilograma (mg/kg) na massa total do fertilizante	
	Coluna A P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Coluna B Somatório da garantia de micronutrientes	Coluna C Aplicável aos Fertilizantes minerais mistos e complexos com garantia de macronutrientes primários e micronutrientes	Coluna D Aplicável aos Fertilizantes fornecedores exclusivamente de micronutrientes e aos fertilizantes com macronutrientes secundários e micronutrientes
Arsênio (As)	2,00	500,00	250,00	4.000,00
Cádmio (Cd)	4,00	15,00	57,00	450,00
Chumbo (Pb)	20,00	750,00	1.000,00	10.000,00
Cromo (Cr)	40,00	500,00		-
Mercúrio (Hg)	0,05	10,00		-

- Notas:

1. Para os fertilizantes minerais fornecedores exclusivos de micronutrientes e para os fertilizantes minerais com macronutrientes secundários e micronutrientes, o valor máximo admitido do contaminante será obtido pela multiplicação da somatória das percentagens garantidas ou declaradas de micronutrientes no fertilizante pelo valor da coluna B. O máximo de contaminante admitido será limitado aos valores da coluna D;
2. Para os fertilizantes minerais simples que contenham P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e não contenham micronutrientes, o valor máximo admitido do contaminante será obtido pela multiplicação do maior percentual de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> garantido ou declarado pelo valor da coluna A;
3. Para os fertilizantes minerais mistos e complexos que contenham P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e não contenham micronutrientes, o valor máximo admitido do contaminante será obtido pela multiplicação do maior percentual de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> garantido ou declarado pelo valor da coluna A. O máximo de contaminante admitido será limitado aos valores da coluna C;
4. Para os fertilizantes mistos e complexos que contenham P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e micronutrientes, o valor máximo admitido do contaminante será obtido pela multiplicação da somatória das percentagens garantidas ou declaradas de micronutrientes no fertilizante pelo valor da coluna B, somado ao valor obtido pela multiplicação do maior percentual de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> garantido ou declarado pelo valor da coluna A. O máximo de contaminante admitido será limitado aos valores da coluna C;
5. Para os fertilizantes mistos e complexos que contenham Nitrogênio e/ou Potássio e micronutrientes, sem garantia de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o valor máximo admitido do contaminante será obtido pela multiplicação da somatória das percentagens garantidas ou declaradas de micronutrientes no fertilizante pelo valor da coluna B, somado ao valor definido no Anexo II desta Norma. O máximo de contaminante admitido será limitado aos valores da coluna C;
6. Para os fertilizantes minerais com Fósforo cujo maior valor garantido ou declarado de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> seja de até 5% e que não contenham micronutrientes, aplicam-se os valores máximos de contaminantes definidos no Anexo II desta Norma.



**Embrapa**

---

*Suínos e Aves*

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

G O V E R N O F E D E R A L  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA