

# Suinoicultura

## INDUSTRIAL.COM

ISSN 2177-8930

Nº 02|2021 | Ano 43 | Edição 299 | R\$ 26,00



**Infraestrutura**  
logística irá avançar no país?

No Infra Week, com o leilão B3, foram ofertados aeroportos, terminais portuários e uma ferrovia, gerando investimentos de mais de R\$ 10 bilhões ao Brasil

### ENTREVISTA ALESSANDRO AMADIO

A nova base econômica mundial será calcada na inovação e na sustentabilidade



### PROCESSAMENTO DE CARNE

Regulamentação e segurança de uso de aditivos alimentares para produtos cárneos





Crédito: Julio Gomes Filho/Embrapa

## CUSTOS E RECEITAS DO TRATAMENTO E REUSO DE EFLUENTES DA SUINOCULTURA

O artigo discute e apresenta a viabilidade econômica de uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) do Sistrates em Santa Catarina. O Sistrates é um processo biotecnológico desenvolvido para superar os desafios de limitação de área agrícola

**Por** Marcelo Miele<sup>1</sup>; Airtun Kunz<sup>2</sup>; Marco Ramme<sup>3</sup>; Fabiane Goldschmidt Antes<sup>4</sup>; Evandro Carlos Barros<sup>5</sup>; Ricardo Steinmetz<sup>6</sup>

**A**s tecnologias disponíveis para o correto manejo dos dejetos suínos atendem a diferentes propósitos. Quando não há disponibilidade de áreas agrícolas próximas, implicando em alto custo de transporte dos dejetos, além da compostagem, há a alternativa do tratamento, como o Siste-

ma de Tratamento de Efluentes da Suinocultura (Sistrates). O objetivo deste texto é apresentar a viabilidade econômica de uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) do Sistrates em Santa Catarina<sup>7</sup>. O Sistrates é um processo biotecnológico desenvolvido para superar os desafios de limitação de área agrícola. O sistema é formado pelos módulos de

biodigestão (módulo BIO), remoção de nitrogênio (módulo N) e remoção de fósforo (módulo P)<sup>8</sup>. A eficiência de remoção de nitrogênio total obtida é superior a 85%, e a eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal é superior a 99% com uma concentração de nitrogênio amoniacal no efluente inferior a  $20 \text{ mg L}^{-1}$ , o que atende a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama n° 430/2011) em relação ao limite deste parâmetro para lançamento em corpo hídrico receptor. Mais de 95% do fósforo é removido do efluente líquido na forma de lodo e é separado por decantação e descartado em um sistema de desagüe em *bags* e em seguida pode ser seco, permitindo a sua recuperação e possível utilização como fertilizantes e outros usos industriais. O sobrenadante do decantador é o efluente final do tratamento. O mercado potencial para o Sistrates é composto essencialmente por: 1) granjas de suínos de grande porte com limitação de área agrícola ou elevados custos para aplicação no solo dos dejetos ou efluentes da biodigestão, bem como com limitação de recursos hídricos e necessidade de tratamento dos efluentes para reúso; 2) granjas de suínos de pequeno e médio porte com limitação de área agrícola e potencial para implantar redes de coleta de dejetos por gravidade em microbacias hidrográficas visando o saneamento rural; e 3) usinas centrais de biogás para cogeração de energia elétrica e térmica e venda de biometano (Resolução ANP 08, de 30/01/2015). Um sistema operando a campo em escala plena foi instalado em 2017 e 2018 na Granja São Roque, da empresa Master Agropecuária, em Videira (SC), com capacidade de tratar  $180 \text{ m}^3/\text{dia}$  de um rebanho de 6,3 mil matrizes para produção de leitões desmamados. A Ekodata - Tecnologia e Saneamento Ambiental foi a responsável pela elaboração do projeto de engenharia e acompanhamento das obras civis e da instalação de equipamentos (Figura 01).

## RESULTADOS

A tecnologia permitiu um alto nível de tratabilidade dos dejetos suínos, com o efluente líquido do módulo P (76% do volume inicial) apto a ser descartado em corpos receptores ou utilizado para reúso na lavagem das instalações. Os lodos requerem seu transporte e aplicação em áreas agrícolas (BIO e N) ou sua exportação para fábricas de fertilizantes (P). Em relação aos biodigestores há redução na

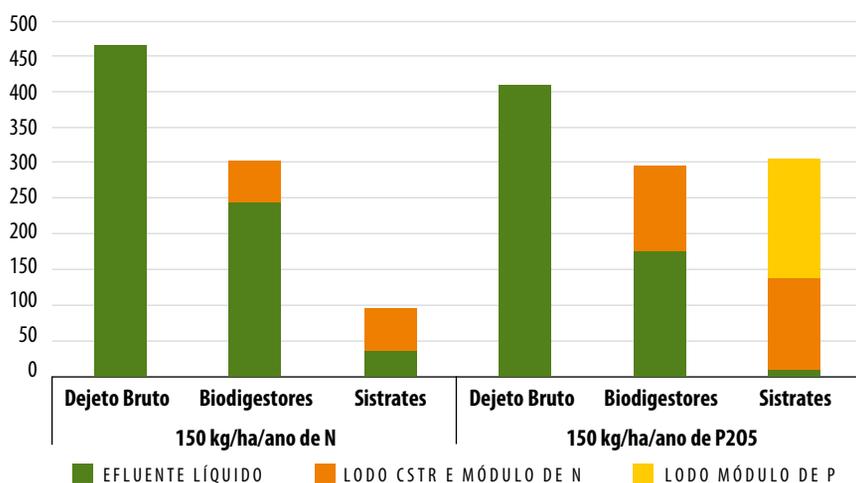
necessidade de área agrícola pelo critério do nitrogênio (-68%), e possibilidade de redução (-52%) pelo critério do fósforo caso seja viabilizada a sua exportação (Figuras 02). O investimento para implementar o Sistrates a preços de 2019 foi de R\$ 586 por matriz instalada, mas estima-se que um projeto novo sem necessidade de adequação da granja e com o correto dimensionamento dos geradores seria de R\$ 516 por matriz instalada (64% para o Módulo BIO, 21% para o módulo N e 15% para o módulo P). Este valor impacta em 10% a 15% no investimento inicial de uma granja produtora de leitões desmamados, enquanto que um projeto novo, apenas no módulo BIO e geradores de energia, teria um impacto de 5% a 6% no investimento na granja. O Sistrates apresenta maior consumo de energia elétrica, de insumos químicos e de *bags* para desagüe de lodo. Nos anos 2018 e 2019 utilizou-se a fertirrigação para aplicação em área agrícola de terceiros do efluente líquido do módulo P e dos lodos ( $153 \text{ m}^3/\text{dia}$ ). Após a renovação do licenciamento ambiental será feito o lançamento do efluente do módulo P no corpo receptor por meio de tubulações, reduzindo a zero a distribuição de efluente líquido. A exportação do lodo do módulo P é uma meta do projeto de validação em execução. Do ponto de vista do potencial de geração de coprodutos, a principal diferença é a menor disponibilidade de nutrientes para aplicação em áreas agrícolas e a possibilidade de reúso dos efluentes. A produção de biogás e de energia elétrica é a mesma, de 40 MW/mês, mas o consumo de energia elétrica nos módulos N e P do Sistrates reduz em cerca de 52% a 56% o excedente de energia elétrica, para 17 MW/mês.

**Figura 01. Sistrates instalado na Granja São Roque, Santa Catarina**



Crédito: Julio Gomes Filho/Embrapa

**Figura 02. Área necessária por sistema de tratamento e tipo de efluente (ha/ano)**



Fonte: Estimativa dos autores

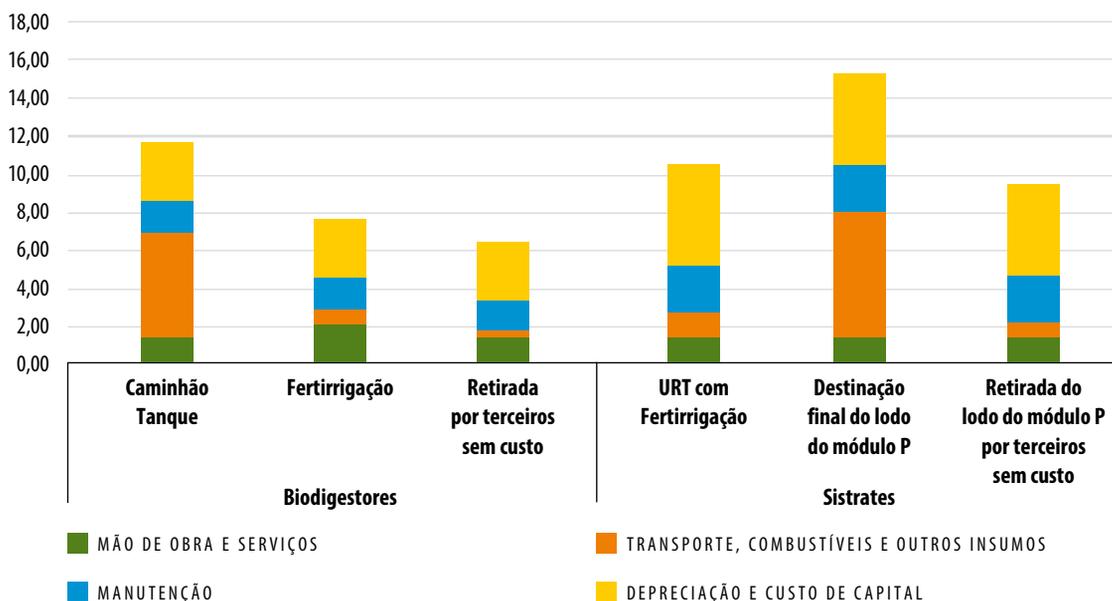
O custo do Sistrates instalado na URT em 2019 foi estimado em R\$ 10,55 por m<sup>3</sup> de dejeito bruto (51% custo de depreciação e de capital, 23% manutenção e 16% demais despesas). Esse custo incluiu o uso de fertirrigação para o efluente do módulo P e para os lodos (BIO e N) e não considera a destinação final do lodo do módulo P, tendo em vista o projeto de validação ainda estar em execução (Figura 03). No cenário pessimista, no qual os efluentes líquidos são lançados em corpos receptores, mas o lodo

ros sem custo para a granja, estima-se uma redução de 44% no custo com transporte e combustíveis e de 5% no custo total do tratamento em relação à URT. Esta premissa foi adotada porque se estimou que o custo para agregação de valor ao lodo do módulo P (secagem ou compostagem) é equivalente e ao seu potencial de receita de R\$ 450,00 por tonelada.

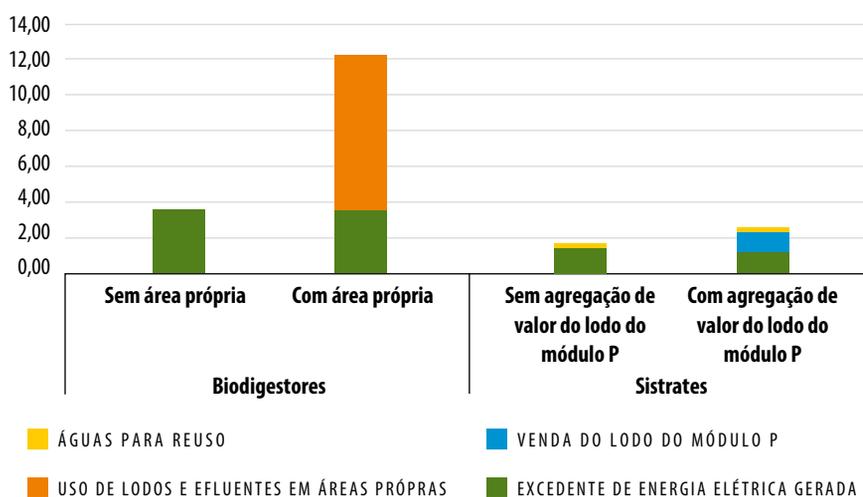
O custo do módulo BIO com geradores e posterior aplicação de lodos e efluentes com fertirrigação em áreas

do módulo P deve ser destinado para aterro ou reciclagem a um custo de R\$ 180 por m<sup>3</sup> de lodo, estima-se uma elevação de 456% no custo com transporte e combustíveis e de 55% no custo total do tratamento em relação à URT. No cenário otimista, no qual os efluentes líquidos são lançados em corpos receptores e viabiliza-se a retirada do lodo do módulo P por tercei-

**Figura 03. Custos por sistema de tratamento e cenário de destinação de efluentes e lodos, 2019 (R\$/m<sup>3</sup> de dejeito bruto)**



**Figura 04. Potencial de geração de valor por sistema de tratamento e tipo de coproduto, 2019 (R\$/m<sup>3</sup> de dejetos brutos)**



de terceiros, em 2019, foi estimado em R\$ 7,77 por m<sup>3</sup> de dejetos brutos (41% custo de depreciação e de capital, 28% mão de obra, 21% manutenção e 10% demais despesas). Apesar da necessidade de distribuição de 179 m<sup>3</sup>/dia de efluentes e lodos, as despesas com transporte e combustíveis foram apenas 11% do custo total devido ao reduzido custo da fertirrigação, de R\$ 0,70 por m<sup>3</sup> sem mão de obra e R\$ 1,50 por m<sup>3</sup> com mão de obra. Esta era a situação prévia à instalação dos módulos N e P e deve ser considerada a linha de base para análises comparativas com o Sistrates neste estudo de caso. No cenário com uso de caminhão-tanque a um custo de R\$ 5,33 por m<sup>3</sup> sem mão de obra e R\$ 6,13 por m<sup>3</sup> com mão de obra estima-se uma elevação de 549% no custo com transporte e combustíveis e de 55% no custo total do tratamento em relação à fertirrigação. Neste cenário, as despesas com transporte representam 46% do custo total. No cenário no qual terceiros com área agrícola retiram os lodos e efluentes sem custo para o suinocultor, estima-se uma redução de 17% no custo total do tratamento em relação à fertirrigação. A composição dos custos neste cenário é semelhante ao da fertirrigação, exceto por não apresentar despesas com transporte e combustíveis.

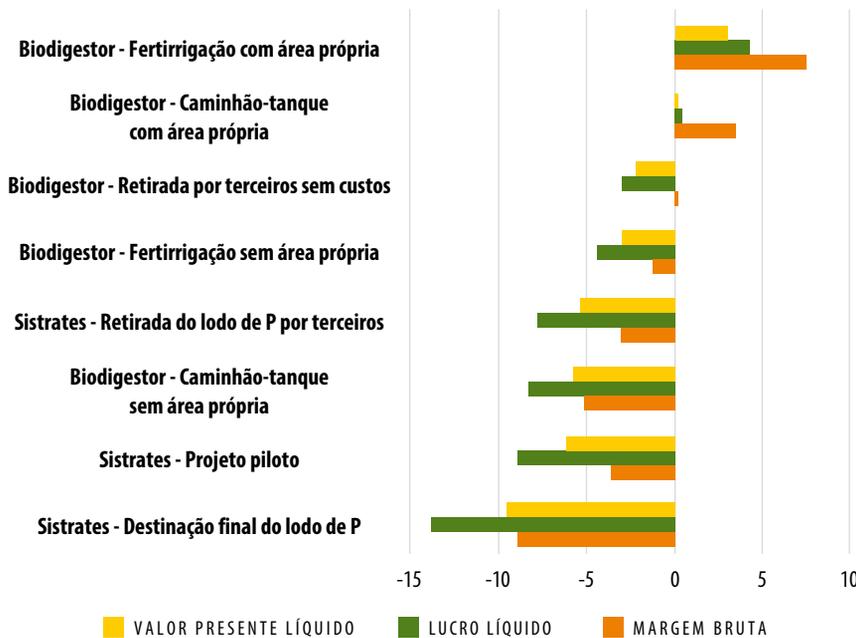
A principal fonte de geração de valor a partir dos dejetos da suinocultura assim como dos lodos e efluentes de biodigestores é o seu uso para adubação orgânica, gerando um benefício pela redução das despesas com adubação química de R\$ 8,64 a R\$ 12,19 por m<sup>3</sup> de dejetos brutos, dependendo das perdas de N por volatilização e dos preços

dos fertilizantes. Entretanto, essa possibilidade requer que a granja de suínos disponha de área agrícola suficiente para absorver esses dejetos de forma sustentável (Figuras 02 e 04)<sup>9</sup>. Quando não há disponibilidade de área agrícola, a principal fonte de geração de valor é a venda ou uso do excedente de energia elétrica, estimado em R\$ 3,45 por m<sup>3</sup> de dejetos brutos para os

biodigestores, e R\$ 1,66 no Sistrates<sup>10</sup>. O lodo do módulo de P também tem potencial de gerar valor pela sua venda, mas deve-se considerar o custo envolvido no seu beneficiamento (secagem ou compostagem) e no seu transporte. O reuso dos efluentes tratados pelo Sistrates também pode ser considerado como um benefício econômico porque reduz as despesas com poços tubulares profundos ou outras fontes, mas seu impacto é pouco significativo diante da estrutura de preços verificada na agropecuária brasileira (Figura 04).

Os indicadores de viabilidade econômica são negativos nos cenários nos quais não há disponibilidade de área agrícola, tanto na tecnologia Sistrates quanto de biodigestores. Isso significa que a geração de valor com energia elétrica não é suficiente para cobrir as despesas do processo (Margem Bruta < 0), ou para cobrir o seu custo total (Lucro Líquido < 0) ou para cobrir o valor do investimento e das despesas ao longo da vida útil do projeto (Valor Presente Líquido < 0). A pior situação ocorre no cenário pessimista do Sistrates. Os resultados verificados na URT no período de 2018 e 2019 e estimados para o cenário otimista do Sistrates são significativamente melhores do que o cenário pessimista e semelhante ao cenário de biodigestores com uso de caminhão-tanque sem disponibilidade de área agrícola (Figura 05). O cenário com uso de fertirrigação sem disponibilidade de área, que é a situação da Granja São Roque anterior à instalação dos módulos N e P, também apresentou indicadores negativos, mas melhores do que os cenários anteriormente descritos

**Figura 05. Margem bruta, lucro líquido e valor presente líquido por sistema de tratamento e cenário de destinação de efluentes e lodos, 2019 (R\$/m<sup>3</sup> de dejetos bruto)**



e ligeiramente piores do que o cenário no qual a granja não dispõe de área agrícola, mas terceiros retiram os lodos e efluentes sem custo para o suinocultor (neste último caso a margem bruta foi positiva, mas próxima a zero). Os únicos cenários com viabilidade econômica são aqueles nos quais a granja dispõe de área agrícola, beneficiando-se não apenas do excedente de energia elétrica, mas do valor fertilizante dos lodos e efluentes. Entretanto, o uso de caminhão-tanque apresenta lucro líquido e valor presente líquido próximos de zero. O cenário otimista para o Sistrates, no qual ocorre a exportação do lodo do módulo P sem custos (ou seu custo de secagem, compostagem ou transporte for igual ao seu preço de venda), torna-se viável em relação ao uso de biodigestores sem disponibilidade de área agrícola quando os custos de transporte de lodos e efluentes for de R\$ 4,76 por m<sup>3</sup> (ou R\$ 5,56 por m<sup>3</sup> com custo da mão de obra). No caso do cenário pessimista, com custos para destinação final do lodo do módulo P, o custo de transporte que viabiliza o tratamento em relação aos biodigestores é de R\$ 10,77 por m<sup>3</sup> (ou R\$ 11,57 por m<sup>3</sup> com custo da mão de obra). Do ponto de vista da geração de coprodutos, além da necessidade de ampliar a eficiência de geração de energia para redução da margem bruta

negativa verificada no Sistrates, entende-se que a disponibilidade de água para reuso ou a agregação de valor no lodo do módulo P dificilmente podem tornar o tratamento viável frente à linha de base (biodigestores com uso de fertirrigação em áreas de terceiros). De fato, para isso ocorrer, o custo da água na granja deveria ser superior a R\$ 4,51 por m<sup>3</sup> no cenário otimista e R\$ 12,39 por m<sup>3</sup> no cenário pessimista. Da mesma forma, o lodo do fósforo com umidade de 25% deveria apresentar um

preço de R\$ 1.715,74 por tonelada. Esses são valores muito superiores ao atual custo com poços tubulares profundos ou do preço da matéria-prima das fábricas de adubo ou de compostagem.

## CONCLUSÕES

Arranjos tecnológicos como o Sistrates se justificam levando-se em conta um novo cenário da suinocultura brasileira de aumento de escala e redução de área agrícola disponível na granja ou no seu entorno, o que tem elevado os custos com transporte e exportação dos nutrientes. O seu desempenho técnico com um alto nível de tratabilidade dos dejetos permite que estabelecimentos suinícolas sem área suficiente para disposição dos efluentes líquidos e lodos possam reduzir sua dependência de áreas agrícolas de terceiros e os respectivos custos com transporte e aplicação. Além disso, o reuso da água na própria granja ou o consórcio com outras atividades como a piscicultura são vantagens do processo ao racionalizar o uso dos recursos hídricos, diminuindo a pressão e necessidade de captação de água de boa qualidade junto aos mananciais. Por outro lado, a presente análise descreve as limitações econômicas à adoção de sistemas de tratamento, pois os coprodutos como a geração de excedentes de energia

elétrica, assim como as possibilidades de valoração dos lodos ricos em fósforo e do reuso de água, não são suficientes para arcar com os custos operacionais, os custos relacionados ao alto investimento inicial como depreciação e custo de capital. Desta forma, o Sistrates deve ser preconizado para granjas sem áreas agrícolas próprias ou com elevado custo de transporte dos dejetos ou efluentes da biodigestão. <sup>41</sup>

<sup>1</sup>Economista, Pesquisador, Dr., Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, [marcelo.miele@embrapa.br](mailto:marcelo.miele@embrapa.br)

<sup>2</sup>Químico Industrial, Pesquisador, Dr., Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

<sup>3</sup>Engenheiro Ambiental, Ekodata - Tecnologia e Saneamento Ambiental, Concórdia, SC

<sup>4</sup>Química Industrial, Analista, Dr., Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Analista, MSc., Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

<sup>6</sup>Químico Industrial, Analista, Dr., Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

## NOTAS DE RODAPÉ

<sup>7</sup>O projeto "Processo biotecnológico em sistemas de tratamento de efluentes na suinocultura – Sistrates" foi executado pela Embrapa Suínos e Aves, Master Agropecuária e Fundação Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento (FAPED), e foi financiado pelo Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (Funtec) do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e pela Master Agropecuária, com recursos próprios ou financiados pelo Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE), no âmbito do Programa ABC. Outro recurso importante veio das equipes de pesquisa das instituições e empresas parceiras do projeto, como a Ekodata - Tecnologia e Saneamento Ambiental. Para informações acessar no portal da Embrapa ([www.embrapa.br/suinos-e-aves](http://www.embrapa.br/suinos-e-aves)).

<sup>8</sup>O desenvolvimento da tecnologia contou com aportes de conhecimento e de recursos humanos da Embrapa e da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e foi financiado pelo Sistema Embrapa de Gestão (SEG). Sua proteção intelectual foi concedida pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), sob o código PI 1100464-9 B1. Para informações sobre o Sistrates acessar o vídeo do dia de campo ([www.youtube.com/watch?v=RdpIKVI0S2s](http://www.youtube.com/watch?v=RdpIKVI0S2s)).

<sup>9</sup>No presente estudo estipulou-se uma taxa de aplicação de 150 kg/ha/ano de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e uma perda de 60% do N por volatilização. Esses parâmetros apresentam elevada variabilidade entre diferentes regiões produtoras e até mesmo entre diferentes granjas de uma mesma região.

<sup>10</sup>Esse valor pode quase duplicar com o aumento da eficiência dos geradores para 1,7 kW/m<sup>3</sup> de biogás, que é o padrão mínimo sugerido pelos fabricantes de equipamentos.

“  
Aqui na InoBram, a gente sabe que o trabalho no campo é desafiador. Mas a gente também sabe que, com inovação e tecnologia, dá para auxiliar bastante o dia a dia no campo e tornar as tarefas mais prazerosas e fáceis.  
”



**inoBram**<sup>®</sup>  
AUTOMAÇÕES

Conectando inovação  
à produtividade.

[www.inobram.com.br](http://www.inobram.com.br)

