

GERAÇÃO DE ENERGIA E RENDA A PARTIR DO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS DA SUINOCULTURA

*Generation of energy and income from the treatment of swine
breeding residues*

Fabício Oliveira Leitão
Warley Henrique da Silva

GERAÇÃO DE ENERGIA E RENDA A PARTIR DO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS DA SUINOCULTURA

Generation of energy and income from the treatment of swine breeding residues

*Fabrício Oliveira Leitão
Warley Henrique da Silva*

Resumo: A produção de suínos no Brasil é vista como uma atividade potencialmente poluidora, principalmente em virtude do volume de dejetos gerados. Os modelos de produção sustentáveis conduzem mudanças nos sistemas tradicionais de produção, além de proporcionarem incrementos de lucro à atividade através da geração de biogás e posterior conversão em energia. O presente trabalho mensurou a capacidade de geração de energia elétrica através do biogás oriundo do tratamento de dejetos suínos. Os procedimentos metodológicos foram concebidos através de uma revisão sistemática de literatura e de pesquisas de campo. O trabalho demonstrou o grande potencial da geração de energia elétrica em caráter renovável, por meio da utilização do biogás. Em escala mais ampla, pode se tornar uma nova fonte de renda nas propriedades produtoras de suínos, sobretudo frente ao forte aumento do custo da energia elétrica no país, bem como garantir a autossuficiência energética da propriedade produtora de suínos.

Palavras-chaves: Sustentabilidade; Suinocultura; Resíduos; Energia

Abstract: Swine production in Brazil is seen as a potentially polluting activity, mainly due to the volume of waste generated. Sustainable production models lead to changes in traditional production systems, as well as increasing profit to the activity through the generation of biogas and subsequent conversion into energy. The present work measured the capacity of electric energy generation through the biogas from the swine manure treatment. The methodological procedures were designed through a systematic review of literature and field research. The work demonstrated the great potential of renewable electricity generation through the use of biogas. On a larger scale, it can become a new source of income for pig farms, especially in the face of a sharp increase in the cost of electric power in the country, as well as ensuring the energy self-sufficiency of pig production.

Keywords: Sustainability; Swine breeding; Waste; Energy

JEL: Q32, Q35

Introdução

A produção brasileira de suínos passou por grandes transformações nos últimos 20 anos, resultados do aumento da introdução de novas tecnologias e, conseqüentemente, da produtividade, sobretudo das escalas de produção, tendo como objetivo principal o aumento da competitividade.

O aumento da concentração de animais também trouxe desafios relacionados ao meio ambiente no que tange ao tratamento dos efluentes. Grande parte dos investimentos em um sistema de produção de suínos está relacionada à implementação de tecnologias que reduzam o potencial poluidor dos dejetos. Adicionalmente, é cada vez maior a busca de soluções tecnológicas para um aproveitamento econômico dos resíduos dessa produção, como o biofertilizante e, sobretudo, a geração de energia elétrica a partir do biogás gerado pelos dejetos dos suínos.

A produção de suínos no Brasil é vista como uma atividade potencialmente poluidora, principalmente em virtude do volume de dejetos gerados. Este impacto pode ser mitigado pela adoção de métodos de processamento destes dejetos, como a biodigestão. Trata-se de um processo fermentativo anaeróbio e controlado, formando uma massa microbiologicamente estável e gases como produto destes microrganismos. Os principais gases formados são o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e o gás sulfídrico (H₂S), sendo que o CH₄ e o N₂O são queimados e transformados em CO₂ e N₂, contribuindo para a redução do aquecimento global.

Os modelos de produção sustentáveis conduzem mudanças nos sistemas tradicionais de produção de suínos, além de proporcionarem incrementos de lucro à atividade através da geração de biogás e posterior conversão em energia.

Estudos recentes apontam a produção animal como uma das principais emissoras de Gases de Efeito Estufa (GEE), motivando movimentos populares para a redução e exclusão do consumo de carne. A pecuária é responsável por grande parte da emissão de GEE, sendo que 9% é atribuído à produção de suínos (GERBER et al., 2013). Uma produção sustentável de carne suína nos remete a utilização de mecanismos que minimizem este fato.

Nos sistemas de criação de suínos no Brasil, o gasto com energia elétrica corresponde em média a 3,98% dos custos totais de produção (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2014). Em estados como o de Minas Gerais, por exemplo, em que existe maior incidência de tributos sobre a energia elétrica, este percentual chega a 7,43% (CONAB, 2014).

Coldebellaet al., (2008) e Cervi, Esperancini e Bueno (2010) demonstram que o sistema de produção de biogás é potencialmente viável do ponto de vista econômico. Além disso, o tempo de retorno do investimento torna-se atrativo com a intensificação do uso do sistema. Embora seja possível a comercialização, Martins e Oliveira (2011) relatam ser mais vantajoso economicamente o uso desta energia na propriedade rural, substituindo ou reduzindo a aquisição da energia elétrica distribuída pelas concessionárias.

A inclusão de fontes renováveis de energia no ambiente industrial e residencial do Brasil é pauta de discussões e de preocupação há tempos. Na década de 80, a Comissão Nacional de Energia já ressaltava que ações vigorosas voltadas para a substituição da eletricidade por outras formas de energia renováveis, bem como para a redução de desperdícios através de medidas conservacionistas deveriam iniciar

imediatamente. A utilização do gás natural e do biogás recebeu destaque neste sentido (LEITE; SOUZA, 2015).

Hoje o cenário atual não está diferente. As questões voltadas para o meio ambiente estão cada vez mais evidentes. Tomadas de decisões para mitigar os efeitos nocivos da produção, que causam impacto ambiental, devem ser tomadas para que possa trazer sustentabilidade para os sistemas produtivos, notadamente para aqueles que mais agridem o meio ambiente, como a produção de suínos.

Em 2009, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) introduziu um novo cenário para a geração de energia elétrica a partir do biogás com saneamento ambiental através da reforma do PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional). A Agência publicou a Instrução Normativa 390/09, que se refere exclusivamente à Geração Distribuída com Biogás e saneamento ambiental (BRASIL, 2016).

Street (2015) em estudo sobre a crise energética no Brasil destaca que o sistema elétrico do País foi concebido com vistas a tirar proveito da vasta disponibilidade de recursos hídricos existentes. Ainda segundo o autor, no período chuvoso, a participação das hidrelétricas no atendimento ao consumo ultrapassa os 90%. Em virtude das variações nos níveis de chuvas e por consequência dos rios, frequentemente é preciso recorrer às termelétricas para complementar a operação (STREET, 2015). Todavia, tanto as hidrelétricas quanto as termelétricas são matrizes energéticas de alto custo de implantação e ambientalmente prejudiciais.

Neste cenário, o biogás, oriundo do tratamento dos dejetos suínos, surge como uma alternativa para a inclusão de fontes renováveis de energia na matriz energética brasileira.

A Resolução Normativa 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, de abril de 2012, estabelece as condições gerais para micro geração e mini geração distribuída, bem como o sistema de compensação de energia elétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012).

A partir de então, a energia elétrica produzida tendo como combustível o biogás gerado em biodigestores alimentados com dejetos da suinocultura pode ser injetada no sistema de distribuição da concessionária estadual e utilizada em um prazo de 36 meses. Para fins de compensação, a energia ativa injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora, por exemplo, uma granja de suínos, será cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito em quantidade de energia ativa a ser consumida por um prazo de 36 meses. Esse crédito de energia elétrica poderá ser utilizado pela própria unidade geradora em épocas de alto consumo (acima da geração) ou em outras unidades consumidoras cadastradas no mesmo CPF ou CNPJ que consomem energia da mesma concessionária (ANEEL, 2012).

Embora seja possível a comercialização, Martins e Oliveira (2011) relatam ser mais vantajoso economicamente o uso desta energia na propriedade rural ou até mesmo na zona urbana das cidades, substituindo ou reduzindo a aquisição da energia elétrica distribuída pela concessionária, podendo esta energia ser utilizada no consumo das casas.

A Lei nº 10.848 de 15 de março de 2004 autoriza a comercialização de energia elétrica entre permissionários, concessionários e autorizados de serviços e instalações elétricas, tem dois pontos que podem sustentar a tese deste trabalho, são eles:

- Produtores Independentes de Energia Elétrica (PIE): Pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização

do Poder concedente, para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco.

- Autoprodutores (APE), pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo, podendo eventualmente, com autorização da ANEEL, comercializar o excedente da energia elétrica gerada.

Ainda que se conheçam as especificidades impostas pela ANEEL acerca do uso e da distribuição da energia elétrica produzida a partir dos dejetos suínos, é superficial o conhecimento da quantidade de KW/h (Quilowatt-hora) que é possível produzir, considerando o plantel de animais que constituem a cadeia de suínos no Brasil.

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho consistiu em mensurar a capacidade de geração de energia elétrica através do biogás oriundo do tratamento de dejetos da produção de suínos no Brasil e quantificar o número de residências populares passíveis de atendimento a partir da energia elétrica que esta pode gerar, mostrando assim seu potencial.

A Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, a COP15 (15^a Conferência das Partes, realizada pela UNFCCC) reuniu líderes de vários países com o objetivo principal de firmar um acordo convincente capaz de reduzir as emissões de Gases causadores do Efeito Estufa (GEE). Como resultado da reunião o Brasil elaborou o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como parte de um compromisso voluntário, do Brasil, em reduzir as emissões dos GEE. A atividade de suinocultura no Brasil foi incluída neste processo, uma vez que o setor é considerado como potencialmente poluidor, sobretudo, com emissões de GEE que são lançados na atmosfera. Esses gases são gerados pela falta de tratamento dos dejetos oriundos da produção de suínos.

Neste contexto, o tratamento de dejetos minimiza a emissão dos Gases de Efeito Estufa mitigando as mudanças climáticas. Isso demonstra a importância de estudar este tema tão carente de trabalhos e comprovações científicas, dando maior sustentação inclusive à tomada de decisões de políticas públicas com o intuito de mitigar a emissão de GEE, ajudando o Brasil a cumprir o que foi prometido.

O desenvolvimento desta política pública abre uma oportunidade para que sistemas de geração de energia elétrica que fazem o uso do biogás como fonte primária de energia sejam implantados e, por consequência, promova uma participação desta fonte renovável alternativa de energia na matriz energética nacional, notadamente no abastecimento de energia elétrica em casas populares.

Importante ressaltar que o entendimento da capacidade de geração de energia elétrica a partir dos dejetos de suínos pode ajudar a melhor fundamentar a tomada de decisão dos agentes econômicos e governamentais no que tange ao incentivo da produção da energia a partir de fontes renováveis, além de colaborar com o meio ambiente não emitindo gases de efeito estufa, como o caso do metano, produzido pelos dejetos dos suínos.

Com as informações sobre o potencial de geração de energia elétrica a partir dos dejetos suínos conseguidos através dos objetivos específicos deste trabalho, seria possível saber quantas residências populares poderiam ser abastecidas no Brasil somente com a produção destes e, a partir daí incentivar produção de biogás, sendo

esta uma fonte renovável de energia elétrica e menos poluente que as outras. Esta pode ser uma fonte alternativa para geração de energia elétrica para nosso país, principalmente em épocas de crise energética, como tem acontecido nos últimos anos.

2 Metodologia

Em termos metodológicos, o potencial energético da suinocultura brasileira foi analisado a partir da mensuração do total de efluentes gerados pelos sistemas de produção de suínos e do biogás gerado com a instalação de biodigestores.

Para tanto, foi necessário levantar o número de matrizes suína em ciclo completo, que de acordo com Souza, Pereira e Pavan (2004), gera 72 litros de dejetos/dia, cujo potencial de geração de biogás é de 0,775 m³/dia. O poder calorífico do biogás é de 6,5 KWh/m³ e a eficiência de conversão do biogás em energia elétrica com grupos geradores (motores ciclo Otto) é de aproximadamente 25% (CCE, 2000).

Em posse dos dados referente ao rebanho de matrizes suínas no Brasil, foi possível mensurar o volume total de dejetos gerados por dia, haja vista que cada animal em ciclo reprodutivo gera 72 litros de dejetos/dia (SOUZA; PEREIRA; PAVAN, 2004). Ademais, foi calculado este valor em metros cúbicos e o mesmo foi multiplicado pelo valor correspondente a potência de geração de biogás (0,775).

Com estes dados, foi possível quantificar a produção de biogás por hora (dividindo o valor por 24). Por fim, para mensurar a produção de energia em KW/h, foi feito um cálculo multiplicando o valor encontrado por 1,625, (6,5 KWh/m³ x 0,25%). De tal forma, foi possível chegar ao valor referente ao potencial de geração de energia elétrica a partir do tratamento dos dejetos suínos e posterior utilização do biogás.

Considerando que, de acordo com dados da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, uma residência popular consome em média 75 KW/h, com base no ano de 2015, foi possível determinar a quantidade de residências com possibilidade de atendimento a partir da energia gerada.

Além disso, foram realizados levantamentos primários junto a duas empresas produtoras de motores que transforma o biogás em energia elétrica, através de entrevistas com representantes escolhidos de forma intencional para fazer o levantamento do potencial de energia elétrica produzida por motor. Uma empresa quis se identificar, a ER-BR. A outra não.

Considerando o objetivo proposto, o procedimento técnico adotado foi concebido como uma revisão de literatura. Este trabalho buscou a identificação, análise e compilação de dados e informações a partir de uma revisão sistemática da literatura cuja temática envolvesse a mensuração da capacidade de geração de energia elétrica a partir do tratamento de dejetos suínos oriundos da suinocultura brasileira a partir de uma abordagem exploratória-descritiva. Para tanto, adotou-se o protocolo de revisão sistemática estabelecido por Cronin, Ryan e Coughlan (2008), composto pelas etapas descritas a seguir.

1) Descrição do problema: Mensuração da capacidade de geração de energia elétrica a partir do tratamento de dejetos suínos oriundos da suinocultura brasileira encontrada na literatura no período de 2002 a 2016.

2) Definição do conjunto de critérios de inclusão e exclusão: Os critérios abrangem as bases científicas selecionadas, período de publicação, tipos de artigos, palavras-chave e idioma de escrita. Para possibilitar a busca dos trabalhos foram estabelecidos descritores (construtos) alusivos à temática proposta. Foram

eles: (a) Suinocultura e energia elétrica; (b) Dejetos suínos e energia elétrica; (c) Sustentabilidade energética e dejetos suínos. Foram excluídos os artigos que não continham em seu título, resumo ou assunto, palavras relacionadas aos descritores de busca; ou que tenham sido publicados antes 01/01/2002; ou não ter sido publicado em periódicos (o que excluiu artigos publicados em anais de eventos, patentes e capítulos de livros) ou estar em idioma diferente do português. Para inclusão, o artigo deveria conter em seu título, resumo ou assunto, palavras relacionadas aos descritores de busca, com data de publicação entre 01/01/2002 e 31/12/2016 (14 anos) e escritos em português.

3) Seleção e acesso à literatura: As bases de pesquisa foram o (1) GOOGLE ACADÊMICO, (2) banco de dados das Universidades UFU, UNESP e UNIOESTE, além do banco de dados da (3) EMBRAPA, (4) biblioteca digital da Câmara dos Deputados. Em todas as bases, utilizou-se o mesmo critério de acesso para todos os descritores, conforme destacado no item 2.

4) Avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão: Na base do GOOGLE ACADÊMICO foram identificados 124 artigos dos quais apenas 7 foram aproveitados, os outros 117 artigos que foram excluídos tinham pouca relevância sobre o objeto de estudo ou seu conteúdo era muito parecido. No site da EMBRAPA foram localizados 06 trabalhos, mas apenas 1 artigo foi aproveitado, os outros 5 foram descartados por já terem sido citados em outros trabalhos. Na biblioteca digital da Câmara dos Deputados foram encontrados 27 artigos e apenas 01 foi aproveitado, os artigos excluídos não tinham relevância com o objeto de pesquisa. No banco de dados de universidades federais foram encontrados 28 trabalhos, mas apenas 02 foram utilizados, os trabalhos descartados não foram utilizados por motivos diferentes, como pouca relevância sobre o tema, trabalhos com resultados parecidos, etc. Portanto, 11 artigos foram analisados e serviram como base para esse trabalho, dando fundamentação para a formulação da resposta relacionada ao problema levantado.

5) Análise, síntese e disseminação dos resultados: Esta etapa compreendeu a análise detalhada de cada artigo, necessária para a interpretação dos trabalhos publicados. Assim, os resultados foram analisados, possibilitando sua discussão na próxima seção e também a identificação de lacunas na literatura, as quais podem ser desenvolvidas em estudos futuros.

3 Resultados e discussão

3.1 Resultados da busca inicial dos artigos

Com base no protocolo explicitado anteriormente, o resultado da busca inicial dos trabalhos com o uso dos construtos supracitados é descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantitativo de trabalhos encontrados e respectivos construtos utilizados.

ID	Descritor utilizado	Biblioteca digital	Google acadêmico	Base B. Dados universidades	Embrapa	Total
1	Suínocultura e energia elétrica	18	47	6	4	78
2	Dejetos suínos e energia elétrica	9	32	12	0	53
3	Sustentabilidade energética e dejetos suínos	0	45	7	2	54
	Total	27	124	28	6	185

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Conforme apresentado na Tabela 1, foram encontrados 185 trabalhos. Todavia, para que estes, de fato, retratem o tema investigado, foram aplicados os critérios de exclusão/inclusão destes expressos na etapa 2 da revisão sistemática, perfazendo um total de 174 artigos excluídos. Por vários motivos estes trabalhos foram descartados, como por exemplo, trabalhos com o mesmo resultado, trabalhos com o tempo de produção fora do período estudado e trabalhos com pouca relevância sobre o tema.

De tal modo, ao final da etapa de exclusão/inclusão, restaram apenas 11 (onze) trabalhos, que atendiam plenamente a pergunta de pesquisa definida na etapa 1 do protocolo de revisão sistemática utilizado.

3.2 Contexto das publicações

No que tange às publicações científicas brasileiras que abordaram o tema desse trabalho, verificou-se que existe um número pouco expressivo destas, considerando o horizonte de tempo analisado (2002-2016).

É possível analisar que o assunto é relativamente novo apesar do grande impacto ambiental gerado pela criação de suínos. De toda forma são apresentadas alternativas para a solução do problema e uma dessas soluções é a temática desse trabalho. Os resultados estão expostos em ordem cronológica.

Tabela 2 – Título, autoria, ano de publicação e objetivo principal dos trabalhos.

ID	Título de trabalho	Autoria	Ano	Assunto principal
1	Biodigestores rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental	Andrade, Ranzi, Muniz, Silva e Elias	2002	Neste trabalho defendeu-se a utilização de biodigestores em propriedades rurais, destacou-se os países que utilizam essa tecnologia desde o começo do século passado e as diversas funcionalidades desses equipamentos.
2	Biogás da suínocultura: Uma importante fonte de geração de energia	Lima, Paulo César Ribeiro	2007	Este trabalho buscou quantificar o rebanho suíno no Brasil, a partir desses dados mensurar a geração de biogás proveniente dos dejetos produzidos por esse rebanho e assim quantificar a energia elétrica criada e quantas casas seriam atendidas por essa energia.

3	Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo	Esperancini, Colen, Bueno, Pimentel e Simon	2007	Neste trabalho, os autores compararam os custos da energia elétrica advinda da concessionária e de outras fontes de geração com os custos da energia gerada através do biogás oriundo dos dejetos suínos.
4	Viabilidade da geração de energia elétrica através de um motor gerador utilizando biogás da suinocultura	Coldebella, Souza, Ferri e Kolling	2008	Este trabalho também defende a utilização e biodigestores para a geração de biogás e por consequência energia elétrica, além de suprir as demandas da propriedade, a energia gerada ainda se transforma em fonte de renda.
5	Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica	Cervi, Esperancini e Bueno	2010	Neste trabalho, os autores defenderam a utilização do biogás oriundo de dejetos suínos como gerador de energia elétrica e também constataram que o dimensionamento errado dos equipamentos pode afetar todo o resultado esperado.
6	Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura	Martins e Oliveira	2011	Esse trabalho apresentou a utilização do biodigestor como solução para o problema do impacto ambiental causado pela criação de suínos na região, visto que o terreno é acidentado o dejetos produzido não tem como ser utilizado como biofertilizante, assim, sua única aplicação será para a geração de biogás.
7	Um estudo sobre a utilização de biogás como fonte de energia renovável de energia em uma fazenda de criação de porcos	Freitas e Borsato	2012	Neste trabalho que teve como base de pesquisa uma fazenda considerada de grande porte verificou-se que com a utilização correta e sistemática dos biodigestores, o biogás gerado produziu energia elétrica mais que suficiente para a demanda da propriedade.
8	Viabilidade econômica do uso do biogás proveniente da suinocultura, em substituição a fontes externas de energia	Dias, Colen, Fernandes, Souza e Bueno	2013	Este trabalho buscou analisar a viabilidade econômica na substituição da energia elétrica fornecida pela concessionária pela energia gerada através do biogás proveniente de biodigestor numa pequena propriedade rural.
9	Viabilidade econômica e otimização do uso do biogás de suinocultura	Sônego, Bílio e Silva	2013	Nesse trabalho, verificou-se que o uso de biodigestores além de diminuir o impacto ambiental da criação de suínos, também pode se tornar uma ótima fonte de renda mesmo para quem não cria porcos.
10	A tecnologia da biodigestão anaeróbica na produção de biogás gerado por dejetos de suínos	Silva, Haroldo Wilson	2013	Esse trabalho apresenta como resultado do uso de biodigestor além do biogás, o biofertilizante que pode ser utilizado na propriedade ou ainda ser vendido gerando assim renda extra ao produtor.
11	A suinocultura	Dias, Leitão,	2016	Este trabalho demonstra as vantagens da

brasileira e seu potencial de geração de energia elétrica através do tratamento dos dejetos suínos	Coser e Dias	utilização do biogás como fonte gerador de energia elétrica visto que no Brasil a maior parte da energia é produzida por hidrelétricas, e como já é sabido, ano após ano os níveis das represas vêm diminuindo obrigando assim a utilização de termelétricas.
--	--------------	---

Fonte: Dados da Pesquisa (2016)

O biogás, oriundo do tratamento dos dejetos suínos com o uso de biodigestores pode ser transformado em energia elétrica. Segundo Lima (2007) os biodigestores são estruturas hermeticamente fechadas nas quais podem ser acumuladas grandes quantidades de dejetos orgânicos que, por digestão anaeróbica, produzem biogás. O biogás contém compostos simples como o metano - CH₄ e o dióxido de carbono - CO₂ (LIMA, 2007).

A geração do biogás por meio dos biodigestores, segundo Oliveira (2006) pode ocorrer em três níveis de temperatura: na temperatura entre 45 e 60°C, o processo é considerado termofílico, entre 20 e 45°C é mesofílico e a digestão anaeróbia de matéria orgânica em temperaturas inferiores a 20°C é conhecida por digestão psicofílica. O autor destaca que a maioria dos biodigestores anaeróbios são desenvolvidos no nível mesofílico.

A eficiência de produção do biogás depende fundamentalmente da qualidade do biodigestor; do manejo do equipamento; da gestão da água no sistema de produção e conseqüentemente do percentual de matéria seca no dejetos; e até mesmo do manejo alimentar dos animais.

Lima (2007) estimava-se que a população brasileira de suínos gerava dejetos suficientes para se produzir cerca de quatro milhões de m³/dia de biogás. Esse biogás poderia gerar aproximadamente dois milhões de kWh de energia elétrica por dia, o que representa 60 milhões de kWh por mês. Admitindo-se um consumo médio mensal de 170 kWh, a energia elétrica produzida a partir da suinocultura brasileira poderia atender mais de 350 mil residências. O estudo de Lima (2007) será importante para fazer análises e comparações com a quantidade atual de produção do biogás que será levantado neste trabalho.

Este mesmo autor destaca que a utilização de biodigestores apresenta eficiência muito maior que as lagoas convencionais. A produção de biogás nesses equipamentos, ao degradar cerca de 60% a 90% da matéria orgânica, permite uma redução significativa dos tempos de retenção e facilita a realização dos trabalhos de limpeza das lagoas (LIMA, 2007).

Souza, Pereira e Pavan (2004) destacam que quaisquer possibilidades de geração de energia por fontes descentralizadas e em pequena escala é fundamental para o desenvolvimento sustentável, sobretudo em países com grandes extensões territoriais, como o caso do Brasil, por exemplo.

Esperancini et al. (2007) em trabalho sobre substituição de fontes convencionais de energia por biogás mostra as diversas fontes de energia para o consumo no campo, óleo diesel, lenha, energia elétrica e outros. No triênio 2002-2004 essas mesmas fontes tiveram forte elevação de preço, cujo impacto foi sentido com maior intensidade entre os produtores rurais de renda mais baixa, assim sendo, a implantação de alternativas tecnológicas que utilizem a biomassa para geração de biogás se torna uma alternativa promissora.

Em seus estudos, Esperancini et al. (2007) verificou que biodigestor gera uma economia considerável com a redução de uso do gás GLP a energia elétrica fornecida também foi suficiente para a redução de uso da energia fornecida pela concessionária local. Como conclusão desse estudo foi possível verificar a viabilidade econômica da substituição das fontes convencionais de energia pelas fontes renováveis provenientes de dejetos suínos (ESPERANCINI, et al. 2007).

Esperancini et al. (2010) em outro estudo defendeu a viabilidade econômica da utilização do biogás. Seu estudo concluiu que a produção do biogás é viável, mas o mal dimensionamento dos biodigestores e/ou grupo gerador pode influenciar no resultado final esperado, corroborando com o que já tinha sido dito por Andrade et al. (2002) onde os mesmos ressaltaram que apesar das vantagens apresentadas na implantação dos biodigestores nas propriedades rurais, os resultados obtidos podem ficar abaixo do esperado se houver erros de mal dimensionamento dos projetos, além dos erros com operação e/ou manutenção das instalações.

Coldebella et al. (2008) defende o uso dos dejetos suínos como uma fonte renovável de energia elétrica. Segundo estes autores, com a produção de dejetos e, conseqüentemente sua transformação em biogás, a viabilidade econômica de implantação do sistema está diretamente ligada a quantidade de energia elétrica a ser produzida. E mesmo com valores elevados de investimento, ainda é muito vantajoso explorar essa forma de energia renovável, pois a fazenda (objeto de seus estudos) produz dejetos suficientes tanto para produção de biofertilizantes como do biogás. Portanto, eles concluem que instalação de biodigestores em propriedades rurais pode se tornar uma fonte de renda extra, pois além da geração de energia elétrica, a propriedade pode explorar o mercado de biofertilizantes.

Freitas e Lima (2012) fizeram uma pesquisa em uma fazenda de Uberlândia, MG que havia iniciado suas atividades na suinocultura no ano de 1998. Na fazenda, a utilização dos biodigestores contribui para a integração das atividades agropecuárias, aproveitando o material que antes seria descartado. Outras vantagens foram observadas, como a substituição do GLP que era utilizado para aquecer a água do banho dos leitões, e o motor que antes era diesel foi substituído por outro que funciona a base de biogás, reduzindo o odor que incomodava a vizinhança e, principal, a redução dos gases de efeito estufa. Além de todas essas vantagens, com o biogás gerado na fazenda é produzida energia elétrica suficiente para manter toda propriedade, reduzindo assim os custos da empresa.

Dias et al., (2013), assim como Sônego, Bílio e Silva (2013) mostram em seus estudos a viabilidade da implantação de biodigestores em granjas de pequeno porte com a finalidade de produzir biogás a partir de dejetos suínos.

Silva (2013) analisou a biodigestão anaeróbica como fonte de produção de energia renovável e também fonte de renda. Mostrou em pesquisa de campo que além de diminuir os impactos ambientais da exploração da atividade de suinocultura essa tecnologia pode render bons frutos aos produtores de suínos, tanto pela geração de energia elétrica como com a produção de biofertilizantes.

Dias, Leitão, Coser e Silva (2016) relata as vantagens do biogás como fonte de energia renovável, visto que no Brasil a geração de energia elétrica é basicamente a partir dos recursos hídricos existentes, mas com o passar do tempo, os períodos chuvosos estão se alterando, e com isso, o nível das represas está cada vez mais baixos, com isso, o país é obrigado a utilizar as termelétricas, que são usinas que utilizam combustível para geração de energia elétrica. Esse tipo de usina tem o custo elevado, além de ser mais poluente.

Embora seja possível a comercialização, Martins e Oliveira (2011) relatam ser mais vantajoso economicamente o uso desta energia na propriedade rural, substituindo ou reduzindo a aquisição da energia elétrica distribuída pela concessionária.

Martins e Oliveira (2011) mostram que a biodigestão é uma ótima forma de geração de renda para os produtores de suínos. Em estudo realizado em fazendas produtoras de suínos em Santa Catarina pôde ser observado que essa é uma alternativa, pois não há como se utilizar os dejetos como fertilizante orgânico, sendo assim, a solução apresentada soluciona parte dos problemas ambientais e ainda gera renda aos produtores. Porém, devido o tamanho das granjas estudadas, cada uma terá um projeto e tempos de retorno diferente das outras. Também foi analisada a volatilidade do mercado de suinocultura, podendo interferir diretamente no prazo de retorno do investimento (MARTINS e OLIVEIRA, 2011).

3.3 Potencial energético dos dejetos de suínos em biogás

As informações apresentadas neste capítulo são resultados de coletas de dados em fontes primárias junto a empresas produtoras de motores que transforma o biogás em energia elétrica, realizada através de entrevistas com representantes escolhidos de forma intencional para fazer o levantamento do potencial de energia elétrica produzida por motor. Para a composição deste capítulo também foram utilizadas informações de fontes secundárias, realizadas através da análise sistemática de literatura.

Geograficamente, as granjas de suínos no Brasil se concentram na região Sul, detendo 60% das matrizes tecnificadas alojadas, com o estado de Santa Catarina como o principal produtor. A região Sudeste também é destaque neste segmento (ver Tabela 3). A título de exemplo, o Estado de Minas Gerais conta com 241 mil matrizes, alcançando a posição de quarto maior produtor do país (IBGE, 2009).

Tabela 3 - Matrizes tecnificadas alojadas no Brasil por unidade federativa.

Unidade Federativa	Número de matrizes tecnificadas
Santa Catarina	400.000
Rio Grande do Sul	314.000
Paraná	265.000
Minas Gerais	245.000
Mato Grosso	106.000
Goiás	83.000
São Paulo	82.000
Mato Grosso do Sul	51.749
Espírito Santo	18.660
Distrito Federal	11.000
Ceará	8.000
Bahia	6.000
Outros	9.591
Total	1.600.000

Fonte: ABCS, 2015.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014) registrou no ano de 2014 um crescimento no rebanho suíno de 3,2% e chegando a um total 37,93 milhões de cabeças, segundo pesquisa do IBGE, esse crescimento é relativo o ano de 2014 em relação ao ano de 2013. O Brasil é o 4º maior produtor de suínos ficando atrás apenas da China, União Europeia e Estados Unidos, esses dados são do Departamento de agricultura dos Estados Unidos (*UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA*).

Minas Gerais apresentou acréscimo de 2,8%, estimulado, em parte, pelo avanço do rebanho na Zona da Mata, o estado é o 4º maior produtor nacional sendo que Uberlândia-MG é o maior produtor de suínos no país. Fatores como alta na carne bovina e a seca que afetou pastagens em boa parte do país contribuíram para o aumento do consumo de carne suína e de frango (IBGE, 2014).

O potencial energético da suinocultura brasileira pode ser mensurado a partir da produção dos efluentes e do biogás gerado com a instalação de biodigestores em sistemas de produção de suínos. De acordo com Souza, Pereira e Pavan (2004), cada matriz suína em ciclo completo gera 72 litros de dejetos/dia, cujo potencial de geração de biogás é de 0,775 m³/dia. Dados de campo mais recentes (ER-BR, 2015) chegaram ao total de 1,2 m³/dia por matriz em ciclo completo. Vale lembrar que a eficiência de produção do biogás vai depender da qualidade do biodigestor; do manejo do equipamento; da gestão da água no sistema de produção e consequentemente do percentual de matéria seca no dejetos; e até mesmo do manejo alimentar dos animais.

O poder calorífico do biogás é de 6,5 KWh/m³ e a eficiência de conversão do biogás em energia elétrica com grupos geradores (motores ciclo Otto) é de aproximadamente 25% (CENTRO PARA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 2000). Importante ressaltar que a tecnologia predominante na geração de energia elétrica a partir do biogás tem eficiência de apenas 25% (motores ciclo Otto) e que a disseminação de novas tecnologias, como é o caso da utilização de turbinas movidas pelo vapor gerado na queima do biogás, aumenta substancialmente o potencial energético da suinocultura.

Segundo Angonese, Campos e Welter (2017) este processamento dos dejetos por biodigestão com a respectiva queima dos gases, se valida como um mecanismo de desenvolvimento limpo, podendo corresponder à redução de emissão de 0,54 toneladas de CO₂ equivalentes por animal ao ano.

O processo de biodigestão ocorre no interior de um biodigestor que é uma estrutura construtiva formada por uma câmara fechada em que é colocado o material orgânico para decomposição. Pode ser um tanque revestido e coberto por manta impermeável, o qual, com exceção dos tubos de entrada e saída, é totalmente vedado, criando um ambiente anaeróbio (sem a presença de oxigênio) (OLIVERA et al., 2011).

Em biodigestores bem manejados podemos estimar a eficiência de produção de biogás entre 0,35 e 0,60 m³ de biogás por m³ de biomassa. Assim, recomenda-se que em regiões frias (Sul do Brasil) seja feito o aquecimento da biomassa e o isolamento térmico dos reatores, pois os microrganismos produtores de metano são sensíveis às variações de temperatura o que pode reduzir a produção de metano nas épocas frias do ano (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006).

A composição do biogás varia de acordo com a natureza da matéria-prima fermentada e ao longo do processo de fermentação, compõe-se de metano, com teores de 55 a 75%, e gás carbônico, principalmente, com traços de diversos outros gases, como nitrogênio, hidrogênio, gás sulfídrico e oxigênio.

As opções de uso direto de biogás podem representar a única alternativa em determinadas condições e/ou circunstâncias da granja. Entre estas opções destacamos o aquecimento dos animais (leitões de maternidade, creche, crescimento e wean-to-finish), uso doméstico na cozinha (granja e residências), uso doméstico no aquecimento da água do banho (granja e residências), uso industrial no aquecimento da água de lavagem das instalações, uso doméstico e industrial no aquecimento da água da lavanderia, uso em secadores de grãos ou caldeiras de fábrica de rações, devendo o excedente sempre ser queimado via flare (queimador).

A geração de energia a partir do biogás pode ser motriz, via motores de combustão adotados, podendo ser utilizados em veículos automotivos (força motriz para substituição do óleo diesel, gasolina e álcool), ou para a força motriz de acionamento de motor-gerador elétrico ou ainda, de maneira direta, a combustão em caldeiras para o aquecimento de massa de ar ou líquidos para o condicionamento térmico, fornecimento de calor de caldeiras e ambiente.

Os motores geradores são encontrados em diversas granjas, configurando sistemas já consolidados em algumas propriedades motores antigos e novos, mais eficientes e confiáveis. Sua instalação exige um abrigo adequado que, em determinadas circunstâncias deve prever a necessidade de redução do ruído para o bem-estar de animais e trabalhadores.

Informações coletadas através de pesquisas primárias podem nos ajudar a entender e chegar ao potencial de geração de energia elétrica e a quantidade de casas populares que os dejetos suínos conseguem abastecer.

Segundo entrevistas com as empresas, foi unanimidade entre elas em dizer que independentemente da biomassa geradora do biogás (ETEs, dejetos de animais, efluentes industriais orgânicos, etc.) o que importa é a sua qualidade, ou seja, a concentração de metano e quantidade de contaminantes presentes na sua composição.

Dentro da mesma atividade suinícola, os dejetos podem apresentar diferentes concentrações e biodegradabilidade, de acordo com a composição das dietas alimentares, sistema de cultivo e de limpeza das instalações e, sobretudo, do sistema de criação adotado (SANTOS, 2000).

Com os valores apresentados na Tabela 10, vê-se a quantidade de produção de resíduos na suinocultura brasileira, com um rebanho atual de 1.600.000 porcas reprodutoras em criação de leitões, onde cada animal produz o equivalente a 72 litros de chorume/dia. Com isso, tem-se uma produção diária de aproximadamente 115 milhões de litros de dejetos (115.200 m³).

A partir destes dados, foi possível mensurar também a produção diária de biogás. De acordo com a Tabela 10 são produzidos diariamente em torno de 115.200 m³ de biogás. Segundo Coldebella et, al. (2008) e Santos (2000), a produção de biogás está diretamente relacionada a temperatura, uma vez que esta influencia na digestão anaeróbia e afeta os processos relacionados a atividade biológica dos microrganismos envolvidos.

O poder calorífico do biogás é de 6,5 KWh/m³ e a eficiência de conversão do biogás em energia elétrica com grupos geradores (motores Ciclo Otto) é de aproximadamente 25% (SANTOS, 2000). Importante ressaltar que a tecnologia predominante na geração de energia elétrica a partir do biogás tem eficiência de apenas 25% (motores ciclo Otto) e que a disseminação de novas tecnologias, como é o caso da utilização de turbinas movidas pelo vapor gerado na queima do biogás, aumenta substancialmente o potencial energético da suinocultura.

Com um total de 1.600.000 matrizes e com uma potência de geração de biogás de 0,775 m³/dia/animal, seria possível produzir 1.240.000 m³/dia de biogás, que dividido por 24 horas, corresponderia a 51.666,66 m³/hora de biogás. Este valor multiplicado por 1,625 KWh (6,5 KWh/m³ x 0,25%) chegaria ao total de 83.958,32 KW/h.

Com estas bases teóricas podemos estimar que o potencial total de geração de energia elétrica se fosse tratado por biodigestão anaeróbica 100% do dejetos do plantel de matrizes tecnificadas brasileiras seria de 83.958,32 KW/h.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética – EPE, uma residência unifamiliar (4 a 6 pessoas) consome em média 75 KW/h, com base no ano de 2015. A partir dessa base teórica, é possível verificar que o total de KW/h gerados pelo tratamento dos dejetos suínos (83.958,32). Sendo assim, este valor multiplicado por 24 horas por dia chega-se ao montante total de 2.014.999,68 KW/d, conseguindo abastecer 26.867 (2.014.999,68/75) residências deste porte. Caso este potencial energético seja utilizado nas propriedades rurais, o resultado é ainda mais eficiente, haja vista que não haveria perdas na distribuição.

Contudo, verifica-se a potencialidade da geração de energia existente a partir do tratamento de dejetos na suinocultura brasileira e posterior geração do biogás. Trata-se de uma fonte alternativa e renovável com potencial significativo de incorporação na matriz energética brasileira, sobretudo, para uso nas próprias propriedades agrícolas.

Considerações Finais

Constata-se o grande potencial da geração de energia elétrica em caráter renovável, por meio da utilização do biogás. Em escala mais ampla, pode se tornar uma nova fonte de renda extra nas propriedades produtoras de suínos, sobretudo frente ao forte aumento do custo da energia elétrica no país, bem como garantir a autossuficiência energética da propriedade produtora de suínos.

Foi constatado que o tratamento adequado dos resíduos da suinocultura é muito rentável sob a ótica da sustentabilidade, uma vez que além de gerar renda, reduz os impactos ambientais causados pelos gases de efeito estufa. O tratamento dos resíduos além de aumentar a renda dos produtores também ajuda na diminuição da agressão ao meio ambiente visto que os gases provenientes desses dejetos são muito danosos e os resíduos poluem o solo degradando bem mais que outras culturas.

O futuro tratamento de dejetos dos animais deve atender além dos objetivos tradicionais de melhorar a qualidade do ar, do solo e da água, da saúde humana e animal, também deverá incluir a recuperação de nutrientes, o aproveitamento da energia e a conservação da água. Os modelos de produção sustentáveis conduzem mudanças nos sistemas tradicionais de produção animal, além de proporcionarem incrementos de lucro a atividade através da geração de biogás e biofertilizantes.

Portanto, os resíduos da produção de suínos, que naturalmente podem causar danos ambientais, quando devidamente tratados, podem se tornar agentes de sustentabilidade ambiental e econômica da produção de suínos, notadamente para a geração de energia elétrica.

Referências

ABCS – Associação Brasileiro dos Criadores de Suínos. **Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos**. Elaboração de Conteúdo Técnico: Alexandre César Dias. Brasília DF: ABCS, MAPA, 2011. 140p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. 2012. **Resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 8 jul. 2015.

ANDRADE, M. A. N. RANZI.; T. J. D.; MUNIZ, R. N.; SILVA, L. G. S.; ELIA, M. J. **Biodigestores rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental**, 2002.

ANGONESE, A. R.; CAMPOS, A. T.; WELTER, R. A. Potencial de redução de emissão de equivalente de carbono de uma unidade suinícola com biodigestor. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, 2007.p. 648-657.

BRASIL. Lei nº 10.438/2002. **Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE)**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.htm. Acesso em 05 de Jan. 2016.

CENTRO PARA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA - CCE. **Guia técnico do biogás**. Algés: JE92. Projetos de Marketing Ltda, 2000.

CERVI, R. G.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. C. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica. **Engenharia Agrícola**, 2010 p. 831-844.

COLDEBELLA, A. SOUZA, S.N.M.; FERRI, P.; KOLLING, E.M. Viabilidade da geração de energia elétrica através de um motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Informe Gepec**, v. 12, n. 2, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. 2014. **Planilha custo de produção suínos: série histórica, suínos-UPTS-UF 2014, n. 28**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1562&t=2>> Acesso em: 28 jul. 2015.

DIAS, C. P.; LEITÃO, F.O.; COSER, F.; SILVA, W. H. A suinocultura brasileira e seu potencial de geração de energia elétrica através do tratamento dos dejetos suínos. 54º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia

Rural, **SOBER** Centro Cultural e de Exposições Ruth Cardoso – Maceió/AL, 14 a 17 de agosto de 2016.

DIAS, M. I. A.; COLEN, F. FERNANDES, L. A.; SOUZA, R. M.; BUENO, O. C. **Viabilidade econômica do uso do biogás proveniente da suinocultura, em substituição a fontes externas de energia.** Energ. Agric., Botucatu, vol. 28, n.3, 2013. p.155-164.

ER-BR Energias Renováveis. Tarifas de energias elétricas no país e geração de energia utilizando o biogás. In: **PAINEL DE BIOMASSA & BIOENERGIA, FEIRA INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO DE PROTEÍNA ANIMAL – FIPPA, 4., Curitiba. Anais... Curitiba, 2015.**

ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN, F.; BUENO, O. C. B.; PIMENTEL, A. E. B.; SIMON, E. J. **Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.27, n.1, 2007. p.110-118, jan./abr.

FREITAS, G. S.; BORSATO, J. M. L. S. **Um estudo sobre a utilização de biogás como fonte de energia renovável de energia em uma fazenda de criação de porcos.** Em XXI ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA. 2012.

GERBER, P. J. et al. **Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities.** Rome: FAO, 2013.

LEITE, D. B.; SOUZA, Ê. P. Tendências do cenário energético brasileiro: a energia de fonte eólica e o “olhar” dos atingidos. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, 2015. p. 243-250.

LIMA, P. C. R. **Biogás da suinocultura: Uma importante fonte de geração de energia.** Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2007.

MARTINS, F. M.; OLIVEIRA, P. Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 3, p. 477-486, 2011.

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M. **Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. 2006. (Série Documentos DOC-115).

SANTOS, P. **Guia técnico de biogás.** Portugal: Centro para a Conservação de Energia, 2000.

SILVA, H. W. **A tecnologia da biodigestão anaeróbica na produção de biogás gerado por dejetos de suínos.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.3, n.1, 2013. p.55-60.

SÔNEGO, D. A. BÍLIO, R. S.; SILVA, E. F. **Viabilidade econômica e otimização do uso do biogás de suinocultura.** Em IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador/BA, 2013

SOUZA, S. N. M.; PEREIRA, W.C.; PAVAN, A.P. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Acta Scientiarum Technology**, v. 26, n. 2, 2004. p. 127-133.

STREET, A. **A crise energética de 2015.** Valor Econômico. São Paulo, 24 de fevereiro de 2015.

Submetido em 23/10/2017

Aprovado em 29/02/2018

Sobre o(s) Autor(es):

Fabrcício Oliveira Leitão

Possui graduação em Administração, especialização em Gestão Educacional, mestrado em Agronegócios, e doutorado em Transportes. Atualmente é professor adjunto da Universidade de Brasília, trabalhando nas linhas de pesquisa voltadas para a área da Gestão da Produção e Operações e Logística. É membro dos grupos de pesquisa GECOMP/UnB (Grupo de Estudos sobre a Sustentabilidade e Competitividade do Agronegócio/UnB) onde lidera uma linha de pesquisa sobre Logística no Agronegócio; GEALOGS (Grupo de Estudos e Pesquisa Avançadas em Logística e Supply Chain Management) ; e GOMETA (Grupo de Pesquisa em Operações, Logística e Métodos de Apoio à Decisão).

Email: fabriciofol@hotmail.com

Warley Henrique da Silva

Engenheiro de Produção pela Faculdade CNEC Unai (2015). Especialista em Engenharia de Suprimentos pela Universidade Cândido Mendes (2016). Atualmente é discente do Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Agronegócios na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV da Universidade de Brasília - UnB (Previsão de término em 2017). Na oportunidade, desenvolve pesquisas na área de Logística de Suprimentos e Supply Chain Management no campo do agronegócio brasileiro. É pesquisador assistente do Grupo de Pesquisa em Operações, Logística e Métodos de Apoio à Decisão, vinculado ao Departamento de Administração da UnB. Tem artigos publicados em periódicos especializados e congressos científicos trabalhando com a linha de pesquisa voltada para o Desenvolvimento Rural, Competitividade e Sustentabilidade no Agronegócio.

Email: 2021.warleyhenrique@cneec.br