

EMERSON DE OLIVEIRA GHERI



ANÁLISE ECONÔMICA DE MDL APROVADO - ESTUDO DE CASO DO PROJETO
DE RECUPERAÇÃO DE METANO SMDA/BR06-S-27, GOIÁS, BRASIL

CURTIBA

2014

EMERSON DE OLIVEIRA GHERI

ANÁLISE ECONÔMICA DE MDL APROVADO – ESTUDO DE CASO DO PROJETO
DE RECUPERAÇÃO DE METANO SMDA BR06-S-27, GOIÁS, BRASIL

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de especialista em Economia e Meio Ambiente no curso de Pós-Graduação em Economia e Meio Ambiente do dep. De Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universal Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Dimas Agostinho Silva
Co-orientadora: MsC Cymara Regina Oshiro

CURITIBA

2014

A minha esposa, que com seu carinho e paciência em todos os momentos me ajudou a superar os obstáculos e seguir em frente, dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dimas Agostinho Silva e à MsC Cymara Regina Oshiro, pela orientação e contribuição para realização e aperfeiçoamento deste trabalho.

“Não existe caminho para a felicidade, a felicidade é o caminho”
Buda

RESUMO

O crescente aumento da atividade suinícola no País e o incremento tecnológico nos sistemas de produção resulta num aumento da geração de dejetos e consequentemente na produção de gases de efeito estufa (GEE). Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de um projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) para redução das emissões de GEE em suinocultura, através do estudo de caso em uma propriedade certificada do Estado de Goiás. Os dados para realização deste trabalho foram coletados em uma granja de terminação de suínos, localizada em Rio Verde - GO, através de pesquisa exploratória, utilizando os levantamentos bibliográficos e coleta de dados secundários como base, e a técnica de estudo de caso para coleta de dados quali-quantitativos. Foram analisados 3 cenários do projeto implantado para obtenção de créditos de carbono: do ponto de vista do investimento geral, da empresa AgCert que implantou o projeto e do proprietário da granja. Foram construídos biodigestores para captura do gás metano e um sistema para sua queima, reduzindo o gás carbônico. De acordo com o projeto a redução na emissão de GEE seria de 3.070,2 tCO₂e/ano, gerando uma receita de US\$ 18.115,00/ano, sendo 90% para empresa AgCert e 10% para o proprietário da granja. O projeto foi economicamente inviável devido ao alto investimento no sistema de redução de GEE, agravado com a queda nos valores de mercado dos créditos de carbono. A empresa responsável por todo o custo de instalação e manutenção do projeto decretou falência em 2012.

Palavras-chaves: MDL em suinocultura, redução de emissões

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - VISTA AÉREA DA PROPRIEDADE	21
FIGURA 2 - LAGOA DE DECANTAÇÃO	26
FIGURA 3 - VISÃO DOS SUÍNOS EM UMA BAIJA DA GRANJA	26
FIGURA 4 - RESÍDUO GERADO NA GRANJA	27
FIGURA 5 - TUBULAÇÃO PARA ESCOAMENTO DO RESÍDUO.....	27
FIGURA 6 - VISÃO INTERNA DA CAIXA DE PASSAGEM.....	27
FIGURA 7 - BIODIGESTORES.....	28
FIGURA 8 - ÁREA DE PASTAGEM PARA DESCARTE DO RESÍDUO TRATADO.....	29
FIGURA 9 - EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO	29
FIGURA 10 - TUBULAÇÃO PARA DESCARTE DO RESÍDUO	30
FIGURA 11 - TUBULAÇÃO PARA TRANSPORTE DO BIOGÁS	31
FIGURA 12 - MEDIDOR DE BIOGÁS	31
FIGURA 13 - QUEIMADOR DE BIOGÁS TIPO FLARE	31
TABELA 1 - FLUXO DE CAIXA DO PROJETO.....	33
TABELA 2 - FLUXO DE CAIXA AGCERT.....	36
TABELA 3 - FLUXO DE CAIXA ESPERADO PELO PRODUTOR.....	37
TABELA 4 - FLUXO DE CAIXA DO PRODUTOR.....	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 GERAL.....	11
2.2 ESPECÍFICOS.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1 SUINOCULTURA.....	12
3.2 BIODIGESTORES.....	14
3.3 BIOGÁS.....	16
3.4 BIOFERTILIZANTE.....	16
3.5 MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL).....	17
3.6 MERCADO DE CARBONO.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6. CONCLUSÃO.....	40
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

A mudança global do clima é um dos mais graves problemas ambientais deste século. Parte deste problema tem origem na intensificação da emissão dos gases de efeito estufa (GEE), ou seja, pelo aumento da concentração atmosférica, principalmente dos gases: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O).

O aumento da escala de produção e ganhos de produtividade em sistema de criação de suínos provém da alta tecnologia empregada pelos produtores. Porém, o sistema de criação com o emprego de tecnologia envolve a eleição de animais geneticamente selecionados, um melhor balanceamento nutricional e uma melhor relação econômica dos sistemas de criação que, muitas vezes, ocasiona redução dos espaços de manejo, ou seja, do confinamento dos plantéis.

Estas tecnologias empregadas na fase de produção para obtenção de alta produtividade e com elevada concentração de animais, apresenta também alto potencial de impacto ambiental, devido ao aumento de produção e concentração dos resíduos gerados pelos animais.

Na busca pela redução de emissões de gases de efeito estufa, em 1997 durante a III Conferência das Partes da UNFCCC (COP-3), cientistas estabeleceram o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, constituído através do Protocolo de Kyoto, no Japão. O MDL é um dos mecanismos de flexibilização para auxiliar o processo de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) ou de captura de carbono (ou sequestro de carbono) por parte dos países industrializados.

No Brasil foram aprovados, nos termos da resolução nº 01, de 11 de setembro de 2003 da Comissão Interministerial de Mudanças Globais do Clima, 272 projetos de MDL, representando 4,9% do total global, com a expectativa de redução de 423,5 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente, uma estimativa de redução anual de 54,5 milhões de toneladas.

Os projetos de redução de emissão de carbono pelo MDL em suinocultura no Brasil somaram 38 projetos aprovados, grande parte destes foram realizados pela empresa AgCert do Brasil Soluções Ambientais Ltda. A empresa atuou durante

o período de 2005 a 2012, ano que encerrou suas atividades e foi decretada falência, e a partir de então não houve mais acompanhamento dos projetos.

Este estudo tem por objetivo avaliar a eficiência de um projeto de MDL para redução das emissões de GEE em suinocultura, através do estudo de caso em uma propriedade certificada do Estado de Goiás.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a eficiência de um projeto de MDL para redução das emissões de GEE em suinocultura, através do estudo de caso em uma propriedade certificada do Estado de Goiás.

2.2 ESPECÍFICOS

- Avaliar a produção de biogás e biofertilizante e o destino dos mesmos
- Avaliar os ganhos econômicos e ambientais do projeto de MDL.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SUINOCULTURA

A suinocultura é uma atividade de grande relevância na produção animal. A carne suína é a mais produzida e consumida em todo o mundo, representando cerca de 50% do consumo global de carnes. O Brasil é o quarto maior produtor e encerrou o ano de 2010 com a marca de 3,25 milhões de toneladas (USDA/ABIPECS, 2012).

Porém, os alarmantes índices de contaminação dos recursos naturais e a redução da qualidade de vida nos grandes centros produtores, são indicativos de que boa parte dos efluentes da produção de suínos está aportando direta ou indiretamente ao solo e nos cursos d'água, sem receber um tratamento adequado. É considerada pelos órgãos ambientais uma "atividade potencialmente causadora de degradação ambiental", sendo enquadrada como de grande potencial poluidor, e pela Legislação Ambiental (Lei 9.605/98 - Lei de Crimes Ambientais), o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente e à saúde dos homens e animais.

No Estado de Goiás, a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), através da Portaria nº 007 – Pres./AGMA de 2006, estabelece o licenciamento ambiental para a criação de suínos em sistema de confinamento em granjas e suinoculturas, e conforme Art.7º, o prazo de validade da Licença de Funcionamento será de quatro anos para os empreendimentos que comprovem estar participando de projeto de MDL – Mecanismo de desenvolvimento Limpo, nos termos da convenção de mudanças climáticas.

Muitos criadores de suínos destinam grandes volumes de recursos com o intuito de melhorar a produção e a produtividade, mas investimentos no controle da emissão de poluentes e na utilização agrônômica dos dejetos não segue o mesmo curso. Os dejetos de suínos podem se constituir em fertilizantes eficientes na produção de grãos e de forragens, desde que adequadamente dosados e estabilizados antes de sua utilização.

Além da poluição hídrica e do solo, deve-se também considerar a emissão de gases gerados pelos sistemas de tratamento adotados. Muitos desses gases, além de serem tóxicos e/ou causadores de efeito estufa, podem gerar odor desagradável. Essas emissões, muitas vezes são sentidas a distâncias razoáveis, além dos limites da área da propriedade emissora.

Segundo Diesel *et al* (2002) uma granja com 600 animais possui um poder poluente semelhante ao de um núcleo populacional de aproximadamente 2.100 pessoas. Um animal que pesa entre 25 a 100 kg pode produzir em média 7 litros de dejetos líquidos por dia e cada matriz, em uma granja de ciclo completo, produz até 27 litros de dejeções ao ano considerando fezes, urina, desperdícios de água de bebedouros ou de limpeza e resíduos de rações.

O dejetos de suíno possui potencial poluidor bastante superior ao dejetos humano, pois enquanto para o esgoto doméstico, a DBO₅ (demanda bioquímica de oxigênio) é cerca de 200 mg/L, a DBO₅ dos dejetos de suínos oscila entre 30.000 e 52.000 mg/L, ou seja, em torno de 260 vezes superior (OLIVEIRA, 1993).

De forma geral, elementos como nitrogênio (N), fósforo (P), cobre (Cu) e zinco (Zn), dependendo da manipulação das fórmulas das dietas e do uso de aditivos alimentares, podem ser eliminados através das fezes e urina em maiores ou menores quantidades, tornando-se potenciais agentes poluidores, contaminando o solo, a água e o ar.

Pain (1994) considerou que da poluição causada pela produção animal, 57% provêm da suinocultura devido ao N e P presentes nos dejetos e a presença de nutrientes como N, P e C que pode causar a eutrofização de rios, lagos, reservatórios e estuários.

Outro problema relacionado aos dejetos gerados na suinocultura é o alto potencial de emissão de gases de efeito estufa consequente da degradação em lagoas de estabilização.

Segundo a United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC (2012), 20% das emissões mundiais de gases de efeito estufa são provenientes das atividades agropecuárias, sendo o metano (produzido durante a degradação da matéria orgânica em meio anaeróbico) e o óxido nitroso (produzido em meios anaeróbicos utilizando os compostos nitrogenados de natureza orgânica ou inorgânica) os principais gases envolvidos. Estes gases impedem a saída da

radiação solar que é refletida na superfície da Terra para o espaço contribuindo assim para o aumento da temperatura global. A vida média desses gases na atmosfera seria de 12 anos para o CH₄ e 120 anos para o N₂O e os respectivos potenciais de aquecimento global (GWP) de 21 e 310, que é uma medida de como uma determinada quantidade de gás do efeito estufa (GEE) contribui para o aquecimento global, que compara o gás em questão com a mesma quantidade de CO₂ (cujo potencial é definido como 1). O Potencial de Aquecimento é calculado sobre um intervalo de tempo específico e este deve ser declarado para a comparação.

3.2 BIODIGESTORES

Biodigestão ocorre quando a matéria orgânica se decompõe anaerobicamente produzindo metano, dióxido de carbono e hidrogênio. Segundo o IPT (1982) este processo envolve organismos vivos e complexos, fazendo-se necessário que os biodigestores reúnam condições que favoreçam a manutenção da vida, crescimento e equilíbrio das espécies envolvidas.

Biodigestores são equipamentos de fabricação relativamente simples, que possibilitam o reaproveitamento de dejetos para gerar gás e adubo, também chamados de biogás e biofertilizantes. Um projeto para construção de biodigestores constitui-se de duas partes: o tanque digestor no qual é colocado detrito e o gasômetro ou campânula em que fica armazenado o biogás.

Coldebella (2006) em sua revisão de literatura comenta que o primeiro biodigestor colocado em funcionamento foi na Índia, no começo do século passado em Bombaim, onde foi desenvolvida a primeira usina de gás de esterco. A eficiência na obtenção do biogás e na conservação do efeito fertilizante do produto final acabou motivando a China a usar a tecnologia a partir de 1958. Tornando-se uma opção adotada por países desenvolvidos e subdesenvolvidos a partir da crise energética de 1973.

Há dois tipos de sistemas:

- Batelada: a matéria orgânica é inserida toda de uma só vez e então ele é fechado hermeticamente até que ocorra o processo de digestão anaeróbia. O biodigestor será aberto novamente só quando a produção de biogás cair, indicando

que a matéria orgânica já foi decomposta e que pode ser feita a retirada da matéria restante, e recarregado novamente.

- Contínuo: operam com cargas diárias de matéria orgânica que se movimenta por meio de carga hidráulica dentro do biodigestor devendo a matéria orgânica, portanto, ser diluída e até mesmo triturada para evitar entupimentos e formação de crostas no interior do biodigestor.

Os modelos mais utilizados no Brasil são os de fornecimento contínuo de substrato, devido ao seu baixo custo, alto rendimento e fácil manuseio, sendo os modelos mais conhecidos: o chinês e o indiano.

O modelo chinês é construído totalmente em alvenaria de tijolos de barro, tendo a parte superior circular e o fundo levemente arredondado, sendo inteiramente enterrado. A parte superior apresenta forma circular, por não possuir partes móveis sua instalação é simples e de baixo custo.

O modelo indiano é construído em alvenaria e possui o gasômetro incorporado, mas independente. Tem um poço com função de tanque digestor e apresenta uma campânula flutuante para o armazenamento do biogás e que permite seu fornecimento a uma pressão estável. Esta campânula feita de ferro, devido ao seu alto custo, atualmente pode ser substituída por fibra, plástico ou mantas de PVC.

A produção de energia elétrica através da biodigestão da matéria orgânica é muito defendida como alternativa para os principais problemas ambientais causados no agronegócio, sendo os resíduos gerados pelos animais aproveitados para a geração de biogás e biofertilizante.

Para Florentino (2003) os biodigestores aparecem com grande importância neste processo, servindo como fonte alternativa para evitar problemas ambientais. Salaria que os biodigestores são fundamentais no processo de modernização na agropecuária, como gerador de energia e controle de problemas sanitários gerados pelos resíduos animais.

3.3 BIOGÁS

O biogás é um gás natural resultante da fermentação anaeróbica de dejetos animais. É composto por uma mistura de gases e tem em sua constituição, principalmente, metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂).

O biogás apresenta conteúdo energético semelhante ao gás natural, pode ser utilizado como rede de gás (pública e privada), em motores (transportes, cogeração e energia mecânica), e combustão direta (aquecimento de ambiente e água, produção de vapor, secagem, turbinas a gás e células de combustível), tendo com resultado sempre energia elétrica, térmica ou mecânica.

Um metro cúbico (1 m³) de biogás equivale energeticamente a:

- 1,5 m de gás de cozinha;
- 0,52 a 0,6 litros de gasolina;
- 0,9 litros de álcool;
- 1,43 KWh de eletricidade;
- 2,7 kg de lenha (madeira queimada).

Pode ser extremamente inflamável, oferecendo condições para uso em fogão doméstico, em lampião, como combustível para motores de combustão interna, em geladeiras, chocadeiras, secadores de grão e outros, etc.

3.4 BIOFERTILIZANTE

É o nome dado a matéria orgânica que fica no interior do biodigestor, em sua maioria sob a forma líquida, rica em nutrientes, sendo os principais: nitrogênio, fósforo potássio e húmus. Quando aplicados ao solo apresentam ótimo poder fertilizante, melhorando suas qualidades físicas, químicas e biológicas.

O biofertilizante melhora a estrutura e a textura do solo, deixando-o mais poroso, permitindo maior penetração das raízes que conseguem absorver melhor a umidade do subsolo, resistindo mais facilmente a longo período de estiagem.

A recomendação de utilização da dose de biofertilizante no solo deve ser feita por profissionais que detenham formação qualificada, este deverá levar em consideração a cultura agrícola e a escolha do nutriente com maior potencial de risco para o ambiente ou aquele que possa reduzir à produtividade, devendo ser

levado em consideração a análise do solo, a quantidade de nutriente absorvido e exportado pela cultura e a composição química do biofertilizante.

Konzen (2005) realizou análise de dejetos de suínos antes de serem tratados em biodigestor e depois, verificando que a carga orgânica foi reduzida em 84%, assim como tiveram redução também de fósforo, cobre e zinco. As reduções encontradas para DBO_5 de 8.586 para 1.861 mg/L, DQO de 16.962 para 2.586 mg/L, fósforo de 265 para 134 mg/L, cobre de 4,48 para 2,67 mg/L e zinco de 6,24 para 4,82 mg/L.

Outra característica importante do biofertilizante é que não sendo passível de nova fermentação não apresenta odor nem é poluente, não atraindo moscas ou outros insetos.

3.5 MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL)

O Protocolo de Kyoto é um instrumento internacional, ratificado em 15 de março de 1998, após ter sido discutido e negociado em 1997, na cidade de Kyoto (Japão), durante a III Conferência das Partes da UNFCCC (COP-3), que visa reduzir as emissões de gases poluentes responsáveis pelo efeito estufa e o aquecimento global. O Protocolo entrou oficialmente em vigor no dia 16 de fevereiro de 2005. Tem como objetivo fazer com que os países desenvolvidos assumam o compromisso de reduzir a emissão de gases que agravam o efeito estufa, para aliviar os impactos causados pelo aquecimento global. Os gases citados no acordo são: dióxido de carbono, gás metano, óxido nitroso, hidrocarbonetos fluorados, hidrocarbonetos perfluorados e hexafluoreto de enxofre.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL foi criado pela Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change) como uma maneira de ajudar os países a cumprirem as metas do Protocolo de Kyoto (Artigo 12).

A proposta de MDL consiste na implantação de um projeto em um país em desenvolvimento com o objetivo de reduzir as emissões de gases do efeito estufa (GEEs) e contribuir para o desenvolvimento sustentável local. Cada tonelada de CO_2 equivalente deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera se transforma

em uma unidade de crédito de carbono, chamada Redução Certificada de Emissão (RCE), que poderá ser negociada no mercado mundial, criando um novo atrativo para redução das emissões globais.

Projetos de tratamento de dejetos de suínos, que captam o gás metano antes que esse possa chegar à atmosfera, enquadram-se perfeitamente na categoria de MDL (Mecanismos de Desenvolvimento Limpo).

Com a venda dos créditos de carbono e a utilização do biogás como fonte de energia para a propriedade, o suinocultor consegue reduzir seus custos de produção e agrega valor à atividade.

Os principais compradores são países, empresas ou indivíduos que desejam reduzir as emissões de GEEs de uma maneira mais barata que investir em ações no próprio território. O órgão responsável pela supervisão do MDL é o Comitê Executivo (CE) da UNFCCC, que aprova os projetos e as metodologias a serem aplicadas. No Brasil a aprovação dos projetos fica a cargo da Comissão Interministerial de Mudanças do Clima Comissão, que é a Autoridade Nacional Designada (AND).

Em 2012 o Brasil ocupava o 3º lugar em número de projetos registrados pelo Conselho Executivo do MDL, com 272 projetos, sendo deste total 38 referentes a manejo de dejetos de suínos, contando com a participação de mais de 1.000 granjas, totalizando 17% dos projetos de redução de gás metano. Segundo CIMGC (2012) o potencial brasileiro para redução nas emissões de metano com projetos para suinocultura é de aproximadamente de 26 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente, representando uma estimativa de anual de 2,8 milhões de toneladas.

3.6 MERCADO DE CARBONO

Com o intuito de diminuir a quantidade de CO₂ despejado no meio ambiente foram criados diversos mecanismos voltados à redução de emissões, no que ficou conhecido como o mercado de carbono.

O mercado de carbono consiste na negociação internacional entre países e indústrias desses créditos de carbono, que podem ser obtidos com a redução de

CO₂ e dos demais gases de efeito estufa, utilizando-se o conceito de carbono equivalente.

O crédito de carbono é uma espécie de certificado que é emitido quando há diminuição de emissão de gases que provocam o efeito estufa e o aquecimento global em nosso planeta.

Ficou convencionado que cada crédito de carbono equivale a uma tonelada de dióxido de carbono, dando, portanto, um valor monetário à poluição. O mercado funciona da seguinte forma: a partir de negociações internacionais, os créditos de carbono são adquiridos por países ou indústrias que necessitam de reduzir GEE (poluidores da atmosfera) com aqueles que têm emissão reduzida de CO₂. Para cada tonelada de CO₂ reduzida, o país recebe um crédito de carbono, a quantidade de créditos obtidos pelos países varia, portanto, de acordo com o volume da redução de CO₂.

Acordos internacionais, tais como o Protocolo de Kyoto, determinaram a cota máxima de gases de efeito estufa que países desenvolvidos podem emitir. Vários países também criaram leis que restringem tais emissões. Os países ou indústrias que não conseguem atingir as metas de redução das emissões fixadas tornam-se, portanto, compradores de créditos de redução de emissão de carbono. Já os que conseguem diminuir as emissões de CO₂ além das cotas determinadas podem vender o excedente da sua redução de emissão no mercado.

Hoje, o mercado de crédito de carbono movimentava grandes economias do mundo todo, todas elas participando com o objetivo de diminuir ou compensar suas emissões de acordo com as definições do Protocolo de Kyoto. Dentre todas as economias participantes, a União Europeia é o maior mercado comprador de crédito de carbono atual.

As principais bolsas de carbono no mundo são: CCX - Bolsa do Clima de Chicago; CCFE - Chicago Climate Exchange Futures - Subsidiária da CCX; ECX - Bolsa do Clima Européia; NordPoll (Noruega); EXAA - Bolsa de Energia da Áustria; BM&F Bovespa- Bolsa de Mercadorias e Fundos - (Trabalha apenas com o leilão de créditos de carbono); New Values/Climex (Alemanha); Vertis Environmental Finance (Budapeste); Bluenext - Antiga Powernext (Paris) - Formada pela bolsa de valores internacional NYSE Euronext e pelo Banco Público Francês Caisse des Depots após a compra das atividades de carbono da Powernext; MCX - Multi-Commodity

Exchange (Índia) - Maior bolsa de commodities da Índia. Lançou em 21 de janeiro de 2008 contratos futuros para a negociação de RCEs (Reduções Certificadas de Emissão) com tamanho mínimo de 200 toneladas de CO₂e.

Outras bolsas têm planos quanto às negociações de créditos de carbono, como: Hong Kong Exchange e EEX (Bolsa de Energia Européia - Leipzig).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade no município de Rio Verde – GO. A granja está instalada na Fazenda Bom Sucesso, localizada no BR 060 – Km 462 a direita + 10 Km, coordenadas GPS: 17.778748S, 51.334082W (Figura 1).



Figura 1 - Vista aérea da propriedade
Fonte: Google Earth (2013)

A região de Rio Verde possui topografia plana levemente ondulada, apresenta duas estações bem definidas: seca (maio a outubro) e chuvosa (novembro a abril) com temperaturas médias anuais entre 20°C e 25°C, com vegetação de cerrado e matas residuais.

A granja é constituída por quatro galpões para alojamento dos leitões, medindo aproximadamente 100 m X 12 m cada, alojam em torno de 4.000 animais por ciclo. Os leitões são recebidos com aproximadamente 22 kg e 60 dias de vida, permanecendo por cerca de 110 dias e sendo abatidos com 120 kg de peso vivo. Os animais chegam a granja todos de uma vez e são retirados da mesma forma, realizando 3 ciclos por anos, abatendo anualmente em torno de 12.000 animais.

O presente trabalho foi realizado através de pesquisa exploratória utilizando os levantamentos bibliográficos e coleta de dados secundários como base, e a técnica de estudo de caso para coleta de dados quali-quantitativos.

Os dados secundários foram obtidos a partir dos documentos de concepção do projeto MDL que deram a certificação à granja analisada, disponíveis para consulta no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), sob o número 157/2007. O projeto foi apresentado pela empresa AgCert em 18/01/2007 e aprovado em 16/08/2007.

Foi realizada entrevista estruturada junto ao proprietário da granja Bom Sucesso para o fornecimento de dados primários e verificação “in loco” dos procedimentos adotados pela certificadora.

Os dados obtidos foram tabulados e analisados utilizando os métodos de análise econômica tradicionais.

Foram analisados 3 cenários econômicos utilizando o método do valor presente líquido (VPL) para avaliação econômica do projeto. O valor presente líquido representa o valor de um ativo em que o somatório das receitas líquidas é descontado para o presente a uma taxa mínima de atratividade - TMA faz uma comparação do investimento realizado com o valor presente nos fluxos de caixa gerados pelo projeto.

O cálculo do VPL considera condições perfeitas de mercado e leva em conta todos os fluxos de caixa e não apenas o instante no tempo em que o saldo acumulado se torna positivo, que pode nos dar uma medida de riqueza adicionada ($VPL > 0$) ou destruída ($VPL < 0$).

A taxa mínima de atratividade TMA é considerada constante e igual ao retorno do melhor investimento alternativo. Com base na taxa SELIC, no Brasil, se usa a TMA em torno de 10% adicionado a um fator de risco do projeto. O uso da TMA no valor de 10% ao ano também é recomendado pelo Centro de Estudos Integrados sobre o Meio Ambiente e Mudanças Climáticas do Ministério do Meio Ambiente para avaliação de sustentabilidade de projetos candidatos ao MDL (VALDETARO *et al*, 2011).

A TMA, considerando a taxa de juros, a ser utilizada para definição dos parâmetros será de 0,25% a.a. conforme estabelecido pelo Federal Reserve System dos Estados Unidos, em virtude na natureza internacional das negociações de carbono. O Federal Reserve System norte americano mantém a mesma taxa de juros desde 16/12/2008. Os valores investidos e rendimentos do projeto foram convertidos em dólar médio do ano de 2007, ano que foi implantado o projeto.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

$$VPL_0 = FC_0 + FC_1/(1+i) + FC_2/(1+i)^2 + \dots + FC_T/(1+i)^T$$

O VPL é dado por:

Onde:

FC - fluxo de caixa líquido no período

i = taxa de desconto

t = período (em anos: 1, 2, 3, etc)

T = t no último período do exercício quando o ativo for esgotado

FC = $B_t - C_t$, ou benefício menos custo em tempo t

VR - valor residual do projeto ao final do período de análise

A Taxa Interna de Retorno – TIR representa a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas e dos custos, dada por:

$$TIR = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j}$$

Onde:

R_j = receita no ano j

C_j = custo no ano j

i = taxa de desconto

j = período de ocorrência do custo ou da receita

n = duração do projeto, em anos.

Dessa forma, um projeto é considerado financeiramente viável quando a TIR for maior que a taxa mínima de atratividade.

Segundo Casarotto e Kopittke (1998) para a solução de problemas que apresentam condições de incerteza existem basicamente três alternativas: o uso de regras de decisão às matrizes de decisão; análise de sensibilidade quando não se dispõe de qualquer informação sobre a distribuição de probabilidade e a simulação quando se dispõe de alguma informação para que ela possa transformar incerteza em risco. Destes, o método mais utilizado é a análise de sensibilidade que investiga sobre as possíveis variações do VPL quando apenas uma das variáveis é alterada.

Gabetta (2006) ressalta que o estudo de sensibilidade é uma ferramenta que responde aos investidores sobre os valores máximos de investimento inicial, quantidade mínima de produtos que a empresa necessita vender e qual o aumento do custo da matéria-prima que o produto absorve, entre outros.

A análise de sensibilidade deste trabalho foi realizada para o critério VPL onde a variável foi a variação da TMA entre 0,25% a 4%, conforme realizado por Valdetaro *et al* (2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. ASPECTOS GERAIS

A legislação ambiental do Estado de Goiás para a atividade de suinocultura determina que as granjas de suinocultura tenham lagoas de decantação para tratamento de efluentes, conforme a Portaria nº 07 de 2006, da Agência Goiana do Meio Ambiente.

Esta portaria determina que a propriedade em questão possa ser enquadrada em unidade terminadora de leitões categoria C, com mais de 2000 animais, necessitando de licenciamento nos moldes preconizados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução nº 237 de 1997). Os empreendimentos de criação de suínos devem regularizar sua situação mediante a obtenção de Licença de Funcionamento, quando apresentados os documentos e estudos ambientais pertinentes conforme a categoria, e deferido o pedido, com validade de 4 anos para empreendimentos que comprovem estar participando de projeto de MDL.

A legislação ambiental do Estado de Goiás não é detalhada, mas o arcabouço legal define os padrões de emissão de efluentes nos corpos d'água e no solo, padrões de qualidade da água, localização das atividades e a normalização dos processos de licenciamento ambiental, de competência da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMAGRO). Os padrões de qualidade dos cursos d'água não permite o lançamento de efluentes em rios classe 1 (abastecimento humano) e em rios classe 2, 3 e 4 permite o lançamento somente após tratamento convencional e avançado desde que não altere o estado natural da água.

A granja analisada encontrava-se em atividade, de acordo com as exigências legais, tendo instaladas duas lagoas de decantação (figura 2) para tratamento do efluente.



Figura 2 - Lagoa de decantação

A granja tem por finalidade a terminação de suínos (figura 3), em sistema de integração com a empresa BRF S/A, empresa resultante da associação entre a Sadia e Perdigão em 2009.

Segundo Irgang e Protas (1986), em processos de terminação a determinação da idade de abate tem por base a relação entre o preço por kg do suíno/preço do kg do milho em grão, sendo que o abate em peso vivo maior que 120 kg só se torna interessante, economicamente, quando esta relação for superior a 8. Os autores ressaltam que uma melhor relação é obtida com peso vivo ao abate até 120 kg em idades de até 200 dias de vida.



Figura 3 - Visão dos suínos em uma baia da granja

O fluxo de dejetos tem início na coleta das baias (figura 4) e é conduzido por canais de escoamento (figuras 5 e 6), passando pela caixa de passagem até sua chegada aos biodigestores.



Figura 4 - Resíduo gerado na granja



Figura 5 - Tubulação para escoamento do resíduo



Figura 6 - Visão interna da caixa de passagem

Foi proposto pela empresa AgCert a construção de biodigestores (figura 7) para o tratamento do efluente da suinocultura, que iriam gerar créditos de carbono em função da queima do metano resultante do processo de biodigestão, que é reduzido a gás carbônico (menos poluente), sendo que uma 1 ton. de metano corresponde a 21 ton. de carbono equivalente

Segundo o Documento de Concepção do Projeto MDL foi proposto pela AgCert a construção de biodigestores anaeróbicos com capacidade e tempo de retenção hidráulica suficientes para a redução da carga de sólidos voláteis do efluente. O material utilizado consiste de geomembrana sintética de polietileno de alta densidade (PEAD), fixada por um sistema de ancoragem ao redor de todo o perímetro. O efluente processado do biodigestor é encaminhado para um sistema de lagoas secundárias e terciárias, e o gás capturado encaminhado para um sistema de combustão para a quebra do metano produzido.



Figura 7 - Biodigestores

Como resultado da proposta da AgCert, foi celebrado um contrato entre a empresa e o produtor rural (com duração de dez anos), estabelecendo que a empresa proponente arcaria com os custos da construção dos biodigestores, com capacitação dos funcionários para manejo dos biodigestores e com a manutenção dos equipamentos. No total a empresa idealizadora do projeto investiu cerca de R\$ 375.000,00 no projeto. A venda dos créditos seria distribuída da seguinte forma: 90% AgCert e 10% produtor de suínos.

Para determinar a expectativa de redução da emissão de gases, foi definido como linha de base o volume de metano que seria lançado na atmosfera durante o período de obtenção dos créditos, na ausência da atividade do projeto, que no caso específico será considerado uma lagoa de decantação aberta. No

projeto estimou-se que a redução de gases seria de 3.070,2 t CO₂e/ano, e no total 30.702 t CO₂e, que será reduzido nos 10 anos de vigência do projeto.

Angonese (2007) estudando a redução de emissão de equivalente de carbono tratando o dejetos de uma granja de 600 suínos, na fase de recria/terminação em biodigestor, concluiu que a redução será de 325,16 t CO₂e/ano, o que extrapolando para 4.000 animais reduziria 2.168 t CO₂e/ano, apresentando uma diferença de 30% com o que o projeto estudado se propôs a reduzir.

O contrato vigorou por cinco anos, quando em 2012 a empresa AgCert enviou uma correspondência comunicando o encerramento de suas atividades e doando os biodigestores para a granja. Durante o período de contrato a certificadora visitava a propriedade a cada três meses para monitoramento, onde coletava os dados referentes a medições da queima do metano gerado.

O biogás gerado é queimado, e o biofertilizante utilizado para adubação das pastagens da propriedade (figura 8) através de fertirrigação (figura 9).



Figura 8 - Área de pastagem para descarte do resíduo tratado



Figura 9 - Equipamento de irrigação

O biofertilizante é retirado das lagoas por um motor e levado para os piquetes através de canos de PVC interligados (figura 10). Para esvaziamento de cada lagoa de decantação são necessárias 70 horas de funcionamento do motor, que consome 8 litros de diesel/hora, segundo o produtor se utilizasse adubação química o custo seria muito próximo. De acordo com Konzen (2005) a produção de dejetos de um suíno na fase de terminação é em torno de 14 L/dia, o que daria um total 56.000 L/dia de biofertilizante produzido na granja.



Figura 10 - Tubulação para descarte do resíduo

Na opinião do proprietário da granja o ganho da utilização do biofertilizante é a necessidade de seu descarte, e que o consumo de energia elétrica nas granjas é baixo, não compensando o investimento em filtros e geradores para geração de energia através do biogás.

O proprietário, em entrevista, ressaltou também que investir na construção de biodigestores é inviável devido ao alto custo de implantação e manutenção, apresentando neste tipo de atividade apenas ganhos ambientais, com a redução de emissão de metano. A informação está de acordo com Angonese (2007) que diz que mesmo com os ganhos com a venda dos créditos de carbono é inviável o investimento direto pelo produtor. O autor acredita que para granjas de recria/terminação com 600 animais e o custo de construção de biodigestores em torno de US\$ 50,00/m³ contra US\$ 5,00/m³ das lagoas de decantação. Ou seja, as propriedades acabam optando pela construção de lagoas de decantação, uma vez que entram em conformidade com a legislação ambiental brasileira.

O biogás gerado nos biodigestores é conduzido pela tubulação (figura 11) passando pelo medidor (figura 12) até chegar ao Flare (figura 13), no qual é realizada a queima do metano.



Figura 11 - Tubulação para transporte do biogás



Figura 12 - Medidor de biogás



Figura 13 - Queimador de biogás tipo Flare

O Sistema de Combustão do Queimador, tipo flare, é projetado para queimar o biogás sempre que ele estiver presente, é automatizado e possui sistema de ignição contínua, para assegurar que todo o biogás que passe por ele seja queimado, este possuía uma bateria comum para acionamento do sistema de

ignição, diferente do citado no projeto aprovado, que previa um sistema de bateria carregável por energia solar, o que poderia causar falhas na eficiência da queima do biogás, devido a carga insuficiente.

5.2. ASPECTOS ECONÔMICOS

A empresa não informou ao proprietário sobre as negociações dos créditos de carbono no mercado. Neste período o suinocultor recebeu o valor total de R\$ 4.000,00 (quatro mil reais), estimava-se uma redução de 3.070,2 tCO₂/ano. Considerando o valor de US\$ 5,90/tCO₂e (em função do valor repassado ao produtor, que deveria ser o equivalente a 10%), o total comercializado por ano pela empresa seria de US\$ 18.115,00/ano. Transformando este valor pela taxa de câmbio de 2007 (US\$ 1,95) daria aproximadamente R\$ 35.324,25 por ano, tendo repassado ao dono da granja apenas os valores recebidos por 1 ano, durante todo o projeto.

Para animais que produzem em torno de 14 litros de dejetos/dia, segundo Konzen (2005), seria produzido cerca de 0,30 m³ de biogás, multiplicando pela capacidade de terminação (4.000 animais), seria produzido por ano 438.000 m³ de biogás. Funes *et al.* (2011) descrevem que cada 1 m³ de biogás queimado gera 2,083 kg CO₂, utilizando estes dados concluiríamos que nesta granja a redução das emissões seria de 912,35 tCO₂e/ano, proporcionando um ganho de US\$ 5.382,89/ano.

Para analisarmos o investimento realizado podemos apreciar o projeto sob três cenários:

5.2.1. Cenário 1 – Análise Geral do Investimento:

Este cenário demonstra o investimento sob a ótica do investidor (empresa AgCert) quando viabilizou o projeto de MDL, diante da expectativa de solução ambiental e lucro sobre o projeto.

Considera os valores envolvidos no investimento inicial para montagem do sistema de redução de emissões, os gastos mensais com manutenção e

operação do sistema, os valores recebidos com a venda dos créditos de carbono e o valor da cotação do dólar, em 2007, a R\$ 1,95.

Os valores de referência são:

- a. Custo de implantação do projeto: R\$ 375.000,00; US\$ 192.307,69.
- b. Custo de operação e manutenção anual: R\$ 12.000,00; US\$ 6.153,85.
- c. Estimativa de redução de emissões: 3.070,2 tCO₂e.
- d. Percentual a pagar ao produtor rural: 10%.
- e. Taxa de juros FED USA: 0,25% ao ano.
- f. Expectativa mínima de valor de venda dos créditos de Carbono: US\$ 10,00.

De acordo com a Tabela 1 podemos observar o fluxo de caixa do projeto para o cenário 1.

Tabela 1 - Fluxo de Caixa do Projeto

ANO	T	US\$
2008	ano 1	\$ 21.477,95
2009	ano 2	\$ 21.447,95
2010	ano 3	\$ 21.447,95
2011	ano 4	\$ 21.447,95
2012	ano 5	\$ 21.447,95
2013	ano 6	\$ 21.447,95
2014	ano 7	\$ 21.447,95
2015	ano 8	\$ 21.447,95
2016	ano 9	\$ 21.447,95
2017	ano 10	\$ 21.447,95

Aplicando a fórmula do VPL obtém-se o valor de U\$ 19.547,89, que representa o valor mínimo esperado do projeto.

Nesse cenário a TIR foi de 2,06%.o que demonstra que o investidor esperava que o projeto fosse lucrativo, à uma taxa de desconto de 0,25%. Porém, deve ser ressaltado que o ano em que o produtor recebeu o pagamento de R\$ 4.000,00 (quatro mil reais) foi justamente o ano que alcançou os maiores valores de mercado para as CERs.

A figura 14 apresenta a análise de sensibilidade do Valor Presente Líquido (VPL) para variações na Taxa Mínima de Atratividade (TMA) real para o projeto de redução de emissões de carbono, considerando o cenário projetado, ao preço de U\$ 10,00 a tonelada.

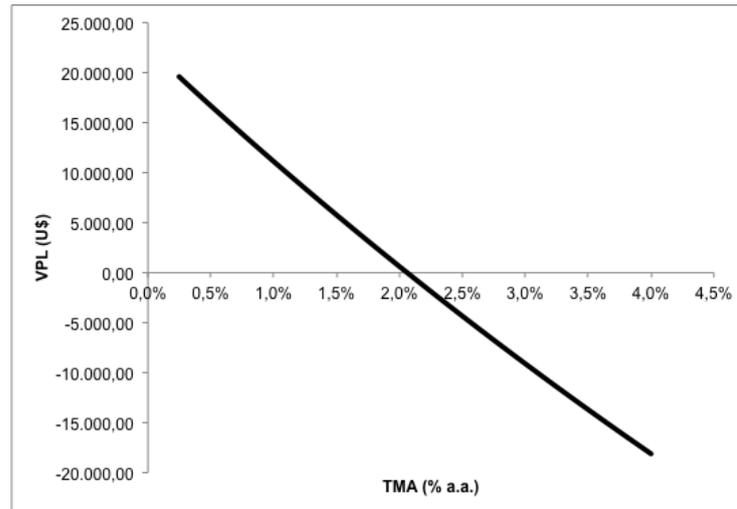


Figura 14 - Sensibilidade do VPL do projeto em função da variação na Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

A avaliação do cenário mostra um retorno relativamente baixo, com Taxa Interna de Retorno (TIR) igual a 2,06% a.a. Este resultado contrasta com aqueles encontrados por Haack e Oliveira (2013), Valdetaro *et al.* (2011) e Nishi *et al.* (2005), que observaram taxas superiores a 10% a.a em projetos para obtenção de CERs. Estes resultados mostram que o projeto para venda de créditos de carbono isoladamente, conforme foi proposto pela empresa, apresenta baixa atratividade. No entanto, outro fator que impactou a viabilidade de projetos foi a grande variação no valor da tonelada do carbono, conforme ilustrado na Figura 15. E também deve ser considerado que a expectativa de negociação, antes do protocolo entrar em vigor, era que os valores médios da tCO₂ girariam em torno de US\$ 10,00 (dez dólares).

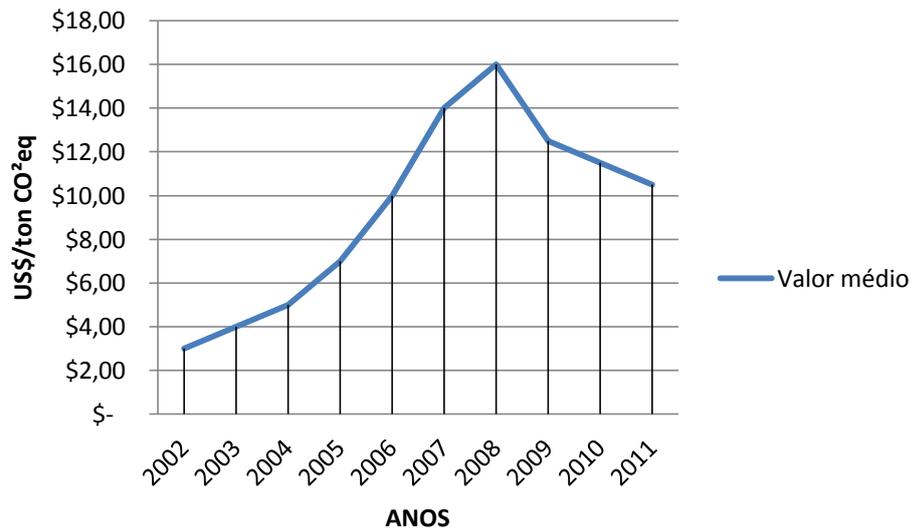


Figura 15 - Variação do preço médio da tonelada de carbono equivalente

Fonte: Adaptado de Reuters (In: br.reuters.com)

O mercado de carbono tem se mostrado muito flutuante o que gera um ambiente de grande incerteza. No ano de 2008 o preço das CERs variaram de € 14 a € 38 (quatorze a trinta e oito euros), sendo que foi o maior valor alcançado (em julho de 2008) desde a implementação do MDL.

Em 2012 a média ficou em 1,8 euros, sendo que o maior valor ocorreu em janeiro com o valor de € 3,86 para € 0,34 em dezembro. A média em 2013 ficou em torno de € 0,4 e em janeiro de 2014 o valor ficou em € 0,3, chegando a € 0,15 em abril.

Se a AgCert houvesse negociado com o maior valor de mercado do ano de 2008 (€ 38,00), mesmo utilizando a TMA de 0,25%, o VPL do projeto seria de € 782.705,57 o que levaria à uma TIR de 50,54%.

5.2.2. Cenário 2 – Resultado do investimento sob a ótica da AgCert:

A expectativa da empresa AgCert era de comercializar os créditos de carbono ao valor mínimo de US\$ 10 por tCO₂e.

Porém, considerando o valor recebido pelo produtor no primeiro ano após o Registro dos Certificados de Carbono, a tCO₂e foi negociada a US\$ 5,90/tCO₂e. O contrato previa também que a AgCert seria responsável pela operação e manutenção dos biodigestores, sendo então uma despesa da empresa e não do produtor.

Dessa forma, tem-se:

- g. Custo de implantação do projeto: R\$ 375.000,00; US\$ 192.307,69.
- a. Custo de operação e manutenção anual: R\$ 12.000,00; US\$ 6.153,85.
- b. Estimativa de redução de emissões: 3.070,2 tCO₂e
- c. Percentual a pagar ao produtor rural: 10%.
- d. Taxa de juros FED USA: 0,25% ao ano.
- e. Valor de venda dos créditos de Carbono: U\$ 5,90.
- f. Estimativa de valor de comercialização: U\$ 18.114,18.
- g. A empresa só pagou ao proprietário no primeiro ano.
- h. No 5º ano ela passou o biodigestor para o proprietário e encerrou suas atividades.

O fluxo de caixa do cenário 2, está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Fluxo de caixa AgCert

ANO	t	US\$
2008	ano 1	\$ 10.148,91
2009	ano 2	\$ 11.960,33
2010	ano 3	\$ 11.960,33
2011	ano 4	\$ 11.960,33
2012	ano 5	\$ -
2013	ano 6	\$ -
2014	ano 7	\$ -
2015	ano 8	\$ -
2016	ano 9	\$ -
2017	ano 10	\$ -

Neste cenário o VPL do projeto foi de U\$-146.570,79, com uma TIR negativa de 39,46%, ou seja, a empresa arcou com um grande prejuízo, em função do valor de mercado de carbono não ter atingido o valor mínimo esperado para negociação.

Neste mesmo cenário, caso a empresa AgCert houvesse negociado as CERs a valores maiores o resultado seria um menor prejuízo e talvez a empresa não teria encerrado suas atividades antes de cumprido o contrato.

5.2.3. Cenário 3 – O investimento sob a ótica do produtor:

O proprietário da granja não teve custo na implantação do investimento. A proposta da empresa consistia de que esta faria os investimentos, visto que o proprietário não necessitava de adequação ambiental, e que receberia ainda 10% do

valor da venda dos créditos de carbono. Da mesma forma, a empresa ficaria responsável pela manutenção e operação do biodigestor.

O proprietário recebeu apenas a primeira parcela do que foi contratado com a empresa AgCert. Ao sexto ano, com a falência da empresa, recebeu o biodigestor e a partir deste ano teve que arcar com os custos de manutenção do biodigestor.

- a. Custo de implantação do projeto: R\$ 375.000,00; US\$ 192.307,69.
- b. Custo de operação e manutenção anual: R\$ 12.000,00; US\$ 6.153,85.
- c. Estimativa de redução de emissões: 3.070,2 tCO₂e.
- d. Percentual a pagar ao produtor rural: 10%.
- e. Taxa de juros FED USA: 0,25% ao ano.
- f. Valor de venda dos créditos de Carbono: U\$ 5,90.
- g. Estimativa de valor de comercialização: U\$ 18.114,18.
- h. Taxa de depreciação do biodigestor/ano: 2%.

Mesmo considerando o valor de negociação de U\$ 5,90, a expectativa do produtor quando realizou o contrato com a AgCert era:

Tabela 3 - Fluxo de caixa esperado pelo produtor

ANO	t	US\$
2008	ano 1	\$ 2.051,28
2009	ano 2	\$ 2.051,28
2010	ano 3	\$ 2.051,28
2011	ano 4	\$ 2.051,28
2012	ano 5	\$ 2.051,28
2013	ano 6	\$ 2.051,28
2014	ano 7	\$ 2.051,28
2015	ano 8	\$ 2.051,28
2016	ano 9	\$ 2.051,28
2017	ano 10	\$178.444,14

Considerando 10 anos de depreciação do biodigestor quando, contratualmente, receberia a posse do mesmo.

Ou seja, a realização do contrato entre o produtor rural e a empresa AgCert gerou uma expectativa ao produtor de um VPL de U\$ 192.276,62.

Porém, o que ocorreu foi:

Tabela 4 - Fluxo de caixa do produtor

ANO	t	US\$
2008	ano 1	\$ 2.051,28
2009	ano 2	\$ -
2010	ano 3	\$ -
2011	ano 4	\$ -
2012	ano 5	\$171.224,64
2013	ano 6	\$ -6.153,85
2014	ano 7	\$ -6.153,85
2015	ano 8	\$ -6.153,85
2016	ano 9	\$ -6.153,85
2017	ano 10	\$ -6.153,85

O produtor recebeu a posse do biodigestor em 2012 com a falência da empresa. A partir de então, considerando a depreciação do bem até a data do recebimento, ele começou a arcar com os custos de operação e manutenção do biodigestor.

A realidade apontou, então, um VPL de U\$ 140.985,54, o que gerou uma diferença, estimada pelo VPL, de U\$ 51.291,08.

A análise de sensibilidade mostrou, como identificado na figura 16, que mesmo utilizando uma TMA maior o produtor ainda teria o balanço positivo por não ter tido que investir no projeto.

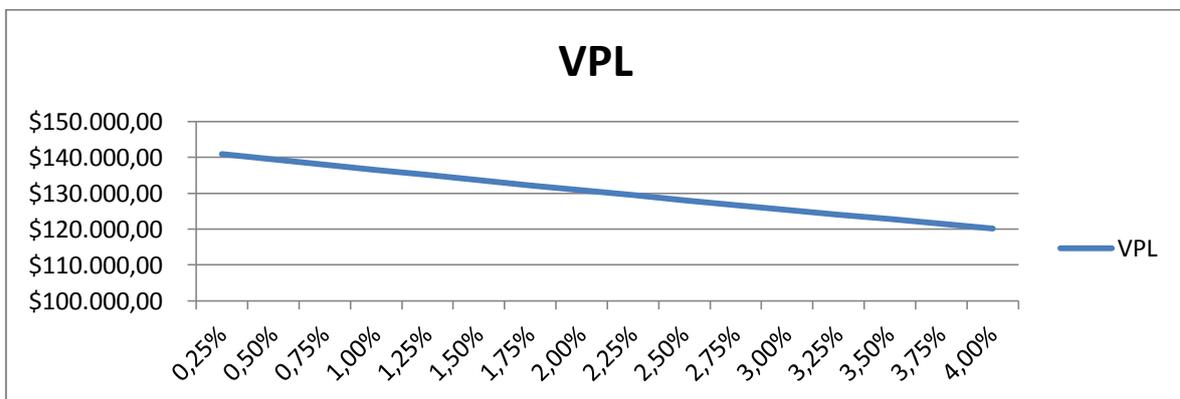


Figura 16 - Variação do VPL em função de alteração na TMA para o cenário 3.

Mesmo que o produtor assuma a manutenção do biodigestor, continuando a pagar o valor da mesma, mantém-se o ganho ambiental do projeto. Porém, o produtor relata que, como se encontrava devidamente licenciado antes da

implantação do projeto, para ele a continuidade do uso do biodigestor incorre em despesa desnecessária ao seu processo produtivo.

Assim, buscando avaliar a influência do valor de comercialização sobre a viabilidade do projeto, a Figura 17 apresenta a análise de sensibilidade da Taxa Interna de Retorno (TIR) em função de variações no preço da tonelada de carbono, considerando o cenário 1, ou seja, o investimento como um todo..

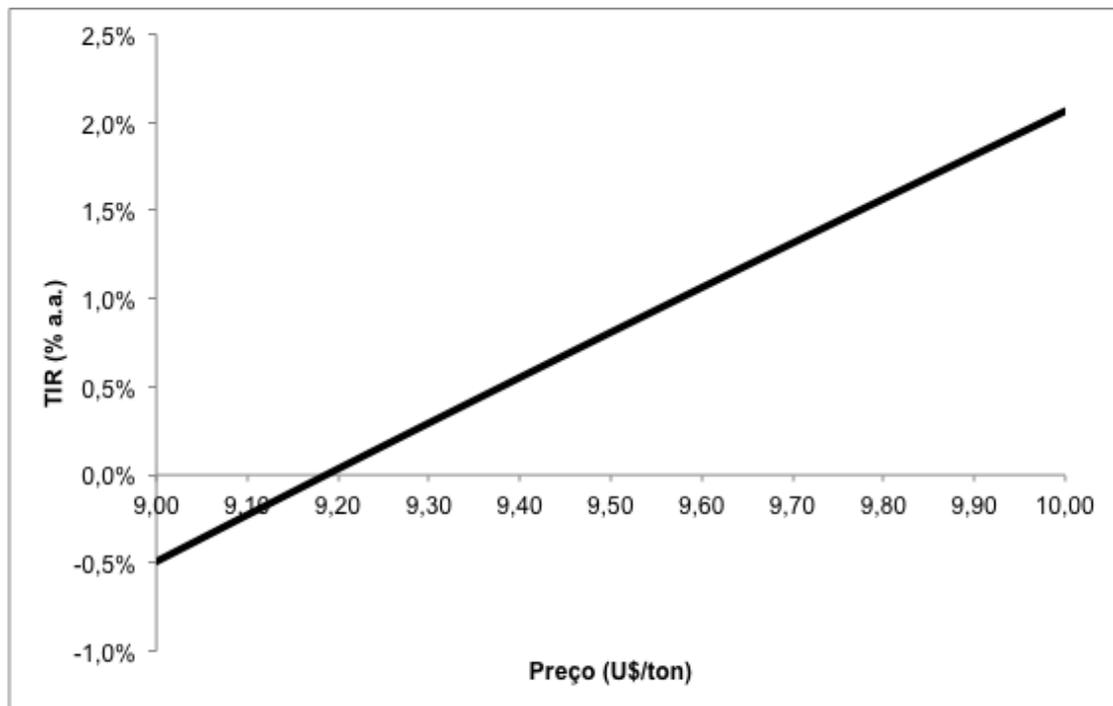


Figura 17 - Sensibilidade da TIR para variações no valor das CERs em US\$/tonCO₂eq

Os resultados mostram que somente existe retorno para o projeto com valores de comercialização da tonelada de carbono superiores a US\$ 9,10. Este fato explica o motivo do abandono da empresa na gestão do empreendimento com os valores decrescentes dos créditos de carbono, principalmente a partir de 2011. O valor alcançado de US\$ 5,90 por tCO₂eq inviabilizou o projeto.

Haack e Oliveira (2013) afirmam que os investimentos necessários para a adesão ao mercado de crédito de carbono são significativamente altos, com custos em torno de R\$ 160.000,00 (cento e sessenta mil reais), o que inviabiliza investimentos nesta ordem, principalmente para projetos de pequena escala.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se por meio deste estudo, que o sistema de manejo de dejetos de suínos utilizando biodigestores é um eficiente instrumento de redução de emissão de CO₂e, processo ambientalmente correto, desde que o metano seja, ao menos, queimado. Após tratamento no biodigestor o dejetos pode ser utilizado na adubação de pastagens, como descarte do resíduo sem causar danos ambientais.

A construção de biodigestores para aproveitamento do biogás em granjas de recria/terminação só é viável com a comercialização dos créditos de carbono, desde que o investimento do processo MDL não seja do produtor, devido ao alto custo do investimento e em contrapartida consumir pouca energia elétrica nos sistemas de terminação. Granjas de ciclo completo (cria, recria e engorda) podem necessitar de aquecedores para os leitões, o que justificaria o uso do biogás para geração de calor e/ou energia elétrica.

Para a granja em sistema de terminação com 4000 animais alojados, o potencial de redução de carbono estimado pelo projeto foi de 3.070,2 tCO₂e/ano.

O investimento era viável economicamente quando planejado, porém, devido à redução nos preços praticados atualmente no mercado de carbono, a empresa idealizadora do projeto passou por dificuldades e decretou falência. Assim, apesar das perspectivas para o mercado de carbono ser otimista na época, os resultados do MDL apreciados por esta análise confirma a importância da realização de análises de sensibilidade ou de cenários durante a avaliação econômica de projetos, considerando situações de riscos e incertezas, evitando assim que iniciativas assim caiam em descrédito.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGONESE, A.R. Potencial de redução de emissão de equivalente de carbono de uma unidade suinícola com biodigestor. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 648-657, set/dez. 2007.

CASAROTTO, Nelson e KOPITKE, Bruno H. Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 8ª edição. São Paulo: Atlas, 1998.

CIMGC (Comissão Interministerial de Mudanças Global do Clima). Relatório Anual de Atividades de 2012. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2012.

COLDEBELLA, A. Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais. 2006. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Engenharia de Sistema Agroindustriais. Universidade Estadual do Oeste do Paraná _ UNIOESTE, Cascavel, 2006.

DIESEL, R.et al. Coletânea de Tecnologias sobre Dejetos Suínos. Boletim Informativo de Pesquisa – Embrapa Suínos e Aves e Extensão – EMATER/RS n° 14, 2002. 30 p.

FLORENTINO, H.O. Mathematical tool to size rural digesters. Ciência Agrícola, Piracicaba, v.60, n. 1, 2003.

FUNES, G.A., LIMA JUNIOR, J.R., PIMENTA, J.M.D. Estudo de viabilidade da utilização do biogás em resfriadores de líquido por absorção (parte 2). Revista ABRAVA, Ed. 295, p. 124-127, set/2011.

GABETTA, José Henrique S.C. A influência dos certificados de emissões reduzidas – CERs na viabilidade econômica de empreendimentos de energias renováveis.

Dissertação, mestrado em engenharia de produção, Universidade Federal de Itajubá-MG. Orientador: Dr. Edson de Oliveira Pamplona. Itajubá – MG, 2006.

HAACK, Sheyla C. e OLIVEIRA, Gilca G. **Revista Econ. NE**, Fortaleza, v.44, n. especial, p. 363-382, jun.2013. Disponível em: www.bnb.gov.br Acesso em 28/12/2013.

IRGANG, R.; PROTAS, J.F. Desempenho de suínos durante o crescimento e a terminação e escolha do peso ótimo de venda dos animais para abate. CT/107/EMBRAPA-CNPSA, Maio/1986. P. 1-4

INSTITUTO PESQUISAS TECNOLÓGICAS do ESTADO DE SÃO PAULO. Manual de Biodigestores Rurais, São Paulo, 1982, 75p.

KONZEN, E.A. Biodigestores para tratamento de dejetos de suínos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 7 p. Disponível em <<http://www.cnpms.embrapa.br>> Acesso em: fev 2014.

NISHI, M.H.; JACOVINE, L.A.G.; SILVA, M.L.; VALVEERDE, S.R.; NOGUEIRA, H.P. e ALVARENGA, A.P. Influência dos créditos de carbono na viabilidade financeira de três projetos florestais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.2, p.263-270, 2005.

OLIVEIRA, P.A.V. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA,CNPSA, 1993. 188p. (Documentos, 27).

PAIN, B. F. Odour nuisance from livestock production system. In: DEWI, I. A et al. (Ed.). **Pollution in livestock production systems**. Wallinford, Institute of Grassland and Environmental Research, 1994. p. 241-263.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - UNFCCC. Overview of project activity cycle. Disponível em: <<http://unfccc.int/cdm>> Acesso em: fev 2012.

USDA/ABIPECS. Disponível em:
<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mundial/producao-2.html>. Acesso em fev
2012.