

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
ESCOLA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL METALÚRGICA DE VOLTA REDONDA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL

VALQUIRIA DE ALENCAR BESERRA

ANÁLISE ECONÔMICA E DA VIABILIDADE FINANCEIRA DO USO DE RESÍDUO  
SÓLIDO PROVENIENTE DA BOVINOCULTURA LEITEIRA NA PRODUÇÃO DE  
VOLUMOSOS

VOLTA REDONDA

2016

VALQUIRIA DE ALENCAR BESERRA

ANÁLISE ECONÔMICA E DA VIABILIDADE FINANCEIRA DO USO DE RESÍDUO  
SÓLIDO PROVENIENTE DA BOVINOCULTURA LEITEIRA NA PRODUÇÃO DE  
VOLUMOSOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Tecnologia Ambiental da  
Universidade Federal Fluminense, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Mestre em Tecnologia Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Afonso Aurélio de Carvalho Peres

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Fabiana Soares dos Santos

Volta Redonda, RJ

2016

B554 Beserra, Valquiria de Alencar.

Análise econômica e da viabilidade financeira do uso de resíduo sólido proveniente da bovinocultura leiteira na produção de volumosos / Valquiria de Alencar Beserra – Volta Redonda, 2016.

81 f.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) –  
Universidade Federal Fluminense.

Orientador: Afonso Aurélio de Carvalho Peres.

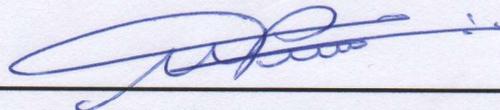
VALQUIRIA DE ALENCAR BESERRA

ANÁLISE ECONÔMICA E DA VIABILIDADE FINANCEIRA DO USO DE RESÍDUO  
SÓLIDO PROVENIENTE DA BOVINOCULTURA LEITEIRA NA PRODUÇÃO DE  
VOLUMOSOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Tecnologia Ambiental da  
Universidade Federal Fluminense, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Mestre em Tecnologia Ambiental

Aprovada em 23 de fevereiro de 2016.

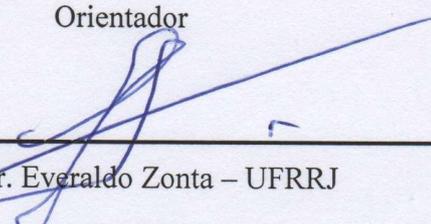
BANCA EXAMINADORA



---

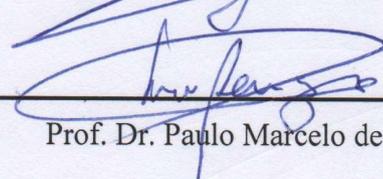
Prof. Dr. Afonso Aurélio de Carvalho Peres – UFF

Orientador



---

Prof. Dr. Everaldo Zonta – UFRRJ



---

Prof. Dr. Paulo Marcelo de Souza – UENF

Volta Redonda, RJ

2016

À Minha família, namorado e amigos, que souberam entender a minha ausência nos muitos momentos desde que ingressei no mestrado, até a conclusão desta dissertação.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado, colocando anjos ao longo da minha trajetória para auxiliar no meu caminho.

À minha família merece poucas palavras, mas aquelas que me são as mais caras. Obrigado por vocês existirem. Sei que vocês se orgulham por eu ter atingido uma etapa que nenhum outro de nós tinha atingido antes. Mas este orgulho que sentem por mim, converto numa obrigação de cada dia ser mais digno de representá-los.

Ao meu namorado, Alexsandro Batista da Silva, pela ajuda e por aguentar meus momentos de ansiedade e estresse nesses dois anos em que me dediquei ao mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Afonso Aurélio de Carvalho Peres, pela dedicação, confiança, humildade e por me conduzir de forma profissional e amigável em todos os momentos.

À minha co-orientadora, Profa. Dra. Fabiana Soares dos Santos, por acreditar em meu trabalho e capacidade para realizar esta dissertação.

À minha amiga, Adir Giannini da Costa, o anjo que me auxiliou nesta minha fase, obrigada pela oportunidade de conhecê-la, pela preocupação, apoio, risada e ensinamentos que carregarei para a vida.

A todos os professores do PGTA que participaram da minha formação científica. Em especial Prof. Dr. Adriano Portz, por auxiliar a parte de fertilidade do solo e as conversas de enriquecimento pessoal; e a Profa. Dra. Aldara da Silva César por confiar na minha capacidade, resultando-o em um artigo publicado.

Aos amigos conquistados nesta minha trajetória, mas seria injusto não citar as que estiveram sempre ao meu lado: Maria Maura e Maíra, pelas conversas, risadas, desabafos e, simplesmente, uma boa companhia. E a Carla, que se tornou uma amiga por acaso, mas que guardarei para sempre e não esquecendo que sem ela não realizaria as minhas análises de laboratório com tanta propriedade.

Aos amigos que mesmo longe e estando ausente nas suas conquistas, estiveram me apoiando, torcendo e incentivando minhas loucuras de desapego aos locais de morada.

A FAPERJ, pela bolsa concedida para o mestrado, que, sem ela não concluiria este curso de pós-graduação.

Ao Sr. Geraldo Calmon e a Sra. Ana Calmon, proprietários da Fazenda Cananéia que disponibilizaram as informações necessárias para a realização deste trabalho.

Por fim, à Universidade Federal Fluminense, principalmente, o Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental, pela oportunidade de concluir mais uma fase da minha trajetória com profissionalismo e ética.

“Sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino.”

Paulo Freire

## RESUMO

Com a intensificação da produção agropecuária, a concentração de resíduos orgânicos na propriedade cresce à medida que aumenta a produtividade. O tratamento de resíduos deve amenizar e impedir a contaminação ambiental, permitindo seu uso em atividades agropecuárias, sendo uma excelente fonte de nutrientes para o solo e a produção agrícola, podendo substituir, totalmente ou parcialmente, a utilização de adubos minerais. O uso de composto orgânico tratado como adubo na produção agrícola sinaliza como uma excelente fonte de nutrientes diminui o impacto ambiental e permite a redução dos custos operacionais de produção da atividade agropecuária. A fim de conhecer a importância do uso do resíduo tratado como fertilizante para a produção de volumosos destinados a alimentação animal é fundamental a realização de análises da qualidade do solo e do composto orgânico para conhecer o nível de fertilidade da área e do material a ser utilizado, bem como a avaliação econômico-financeira que demonstra a viabilidade ou não no uso desta tecnologia. Objetivou-se realizar uma análise técnica e econômico-financeira do uso de resíduo tratado, proveniente da pecuária leiteira, na produção de volumosos, em substituição a adubação química comercial em fazenda com alta tecnologia. A propriedade selecionada teve seu sistema de tratamento de resíduos caracterizado por levantamento de dados realizado em visitas periódicas para coleta de informações técnicas e econômicas. A partir disso, foram realizadas análises de custos, melhorias do sistema de controle gerencial, implantação do sistema de tratamento de dejetos e a utilização do resíduo tratado como substituinte (total e parcial) da adubação mineral para o plantio de milho forrageiro, produção de silagem de milho para os animais de produção. Posteriormente foram realizadas análises de viabilidade econômica, sensibilidade e risco, através dos indicadores econômicos de rentabilidade (VPL e TIR). Encontrou-se que sistemas de produção de leite, com o uso de alta tecnologia e produtividade mínima recomendada para a tecnologia, à implantação do sistema de tratamento de dejetos e a substituição da adubação mineral pela adubação orgânica, provenientes da compostagem de resíduos da bovinocultura leiteira é viável, financeiramente e economicamente, a uma taxa de desconto de 2% ao ano e produção mínima de 26,3 litros de leite/vaca/dia. Os itens que mais impactaram negativamente na atividade foram: preço de comercialização do leite, compra de insumos para alimentação e pagamento da mão de obra permanente. Com as adequações mínimas para manter o sistema pagando todos os custos operacionais, a implantação do sistema de tratamento de resíduos e a utilização deste composto como substituinte da adubação mineral, apresentou risco de 43,96%.

**Palavras-chave:** adubação orgânica, bovinocultura de leite, custo de produção, gestão de resíduos, viabilidade econômico-financeira.

## ABSTRACT

With the intensification of agricultural production, the concentration of organic waste on the property grows as it increases productivity. Waste management shall minimize and prevent environmental contamination, allowing its use in agricultural activity, being an excellent nutrient source for soil and agricultural production and can replace, totally or partially, the use of mineral fertilizers. The use of organic compost treated as fertilizer in agricultural production indicates as an excellent source of nutrients reduces the environmental impact and allows the reduction of operating costs of production of agricultural activity. In order to get to know the importance of using treated waste as fertilizer for the production of forage for animal feed is fundamental to conduct soil quality analyzes and organic compost to know the level of fertility of the area and the material to be used as well as the economic and financial evaluation that demonstrates the viability or not the use of this technology. The objective was to conduct a technical and economic-financial analysis of treated residue use, from the dairy industry, the production of bulky in substitution for commercial chemical fertilizer in farm with high technology. The selected property had its waste treatment system characterized data from a survey conducted in periodic visits to collect technical and economic information. From then on was conducted analyzes of costs, improvements of the management control system, waste treatment system implementation and the use of treated waste as substituent (total or partial) of mineral fertilizer for the planting of maize for silage corn for livestock. It was carried out an analysis of economic viability, sensitivity and risk through the NPV and IRR indices. was found that milk production systems with the use of high technology and recommended minimum productivity for technology, the implementation of the waste treatment system and the substitution of mineral fertilizer by organic fertilizer, from waste composting of dairy cattle is feasible, financially and economically, a 2% per year rate, getting a 2.25% IRR and minimum production of 26,3 liters of milk/cow/day. The items that most impact the success of the activity form: milk commercialization price, the purchase of inputs for food and payment of the permanent worker. With minimal adequacies to keep the system paying all operating costs (Total Cost), the implementation of the waste management system and the use of this treaty as a replacement of mineral fertilizer, presented risk of 43.96%.

**Keywords:** dairy cattle, economic-financial viability, organic fertilization, production cost, waste management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Composição do custo operacional efetivo do sistema de produção em confinamento, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014. ....	48
Figura 2: Análise de risco, a uma taxa anual de desconto de 2% ao ano, de acordo com o aumento da produção leiteira e, conseqüentemente, aumento do VPL. ....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise química do solo na área destinada a produção de milho .....	42
Tabela 2: Análise química do composto orgânico produzido na propriedade .....	44
Tabela 3: Participação dos itens componentes da categoria alimentação, influenciando o custo operacional por litro de leite, em sistema de confinamento, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.....	49
Tabela 4: Contribuição do fator de produção trabalho e da alimentação animal por litro de leite, no sistema de confinamento, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014. ....	49
Tabela 5: Custo operacional efetivo da atividade, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.....	52
Tabela 6: Análise dos custos de produção, no sistema de confinamento total, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.....	53
Tabela 7: Análise dos indicadores de eficiência econômica da atividade leiteira, no sistema de confinamento total, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.....	54
Tabela 8: Valor Presente Líquido (VPL) do sistema de produção obtido, considerando diferentes taxas anuais de desconto.....	56
Tabela 9: Simulação dos cenários considerando as melhorias no sistema de produção, com base nos resultados apresentados para o fluxo de caixa do ano de 2014.....	57
Tabela 10: Orçamentação parcial da substituição da adubação mineral pela adubação orgânica, utilizando o composto tratado do sistema de tratamento de resíduos.....	59
Tabela 11: Análise economia do sistema de produção com as sugestões de melhorias, mais a introdução do investimento para o tratamento de resíduos e a substituição parcial da adubação química pela adubação orgânica com uréia.....	61
Tabela 12: Tempo de retorno do capital investido com a introdução do sistema de tratamento de resíduos e a utilização do tratado como substituinte da adubação mineral. ....	62
Tabela 13: Valor Presente Líquido (VPL) do sistema de produção readequado, considerando o sistema de tratamento de dejetos e a substituição parcial da adubação orgânica, submetido às diferentes taxas anuais de desconto.....	63

Tabela 14: Resultados da variação do VPL e da TIR no sistema de produção com o tratamento de resíduos e a substituição parcial da adubação orgânica, utilizando uma taxa de desconto de 2% ao ano. ....	64
---	----

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVO.....	16
2.1. Geral.....	16
2.2. Específicos.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1. Caracterização da pecuária bovina leiteira no estado do Rio de Janeiro.....	18
3.2. Manejo de resíduos na bovinocultura leiteira.....	19
3.2.1. COMPOSTAGEM.....	20
3.2.2. BIODIGESTÃO ANAERÓBIA.....	21
3.2.2.1. MODELOS DE BIODIGESTORES.....	22
3.3. Utilização de resíduos agropecuários.....	23
4. METODOLOGIA.....	27
4.1. Análises do solo e do composto orgânico.....	29
4.1.1. RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO.....	29
4.2. Análise dos custos de produção.....	30
4.2.1. CUSTO FIXO.....	30
4.2.2. CUSTO VARIÁVEL.....	30
4.2.3. CUSTO OPERACIONAL EFETIVO.....	30
4.2.4. CUSTO OPERACIONAL TOTAL.....	31
4.2.5. CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO.....	31
4.3. Determinação dos indicadores de eficiência econômica.....	31
4.3.1. MARGEM BRUTA.....	31
4.3.2. MARGEM LÍQUIDA.....	32
4.3.3. RESULTADO.....	32
4.3.4. LUCRATIVIDADE.....	33

4.3.5. RENTABILIDADE SIMPLES .....	33
4.3.6. ORÇAMENTAÇÃO PARCIAL .....	33
4.4. Análise de viabilidade financeira .....	34
4.5. Determinação de indicadores econômicos de rentabilidade.....	35
4.5.1. VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) .....	35
4.5.2. TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	36
4.5.3. <i>PAYBACK</i> .....	36
4.5.4. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE .....	37
4.5.5. ANÁLISE DE RISCO .....	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
5.1. Caracterização da propriedade.....	40
5.2. Caracterização do solo e resíduo tratado .....	41
5.3. Panorama financeiro do sistema de produção .....	46
5.4. Análise econômica entre os anos de 2010 e 2014 .....	46
5.4.1. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA .....	46
5.4.2. ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA.....	56
5.5. Análise dos custos de produção, considerando as adequações e melhorias .....	56
6. CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
ANEXO .....	79
Memorial descritivo das categorias utilizadas para organização das despesas e receitas da propriedade na atividade leiteira no sistema de confinamento total, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014. ....	79

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de leite brasileira em 2014 totalizou 35,17 bilhões de litros, no ano de 2014, correspondendo a um aumento de 2,7% em comparação com o ano anterior (IBGE, 2015). Esse crescimento pode ter ocorrido por diversos fatores ambientais e genéticos, como o aumento do rebanho, melhorias dos indicadores zootécnicos, a intensificação das propriedades rurais de produção de leite no Brasil, entre outros.

Os resíduos oriundos da atividade leiteira são fontes de poluição dos recursos hídricos, em virtude do destino inadequado. É de fundamental importância a discussão em toda a cadeia produtiva do leite, tanto em âmbito nacional, quanto internacional, para que se promova a melhoria e à adequação dos sistemas de produção explorados, tornando-os sustentáveis.

O ruminante, pela natureza de alimentação, gera uma grande produção de resíduos (VIEIRA et al. 1991). O manejo inadequado pode acarretar na contaminação das águas superficiais, águas subterrâneas e do ar (MACHADO, 2011) e, através disso, os nutrientes provenientes no resíduo estão sujeitos à percolação no solo, devido ao alto teor de umidade do material (PEIXOTO e PENATI, 2000).

Conforme Campos et al. (2002), a quantidade total de efluentes orgânicos produzidos por sistemas intensificados de vacas leiteiras confinadas variou de 9,0% a 12,0% do peso corporal do rebanho por dia, sendo dependente do volume de água utilizado na limpeza e desinfecção das instalações e equipamentos da unidade de produção que, para Bueno (1986) e Wolters e Boerekamp (1994), variou entre 10 e 100 L/dia, de acordo com a tecnologia explorada.

Com a elevada produção de resíduos provenientes de sistemas de produção leiteira, confinados e semi-confinados, observa-se a necessidade e preocupação em realizar o tratamento adequado, reduzindo o impacto ambiental e preservando o meio ambiente, além de promover a reutilização de determinados nutrientes presente no resíduo tratado. Para Hardoim (1999), a utilização de um sistema de tratamento de resíduos, minimiza o impacto ambiental e maximiza o uso dos recursos, objetivando o aproveitamento destes para o aumento da produtividade, como por exemplo, o uso de resíduo tratado como fonte de nutrientes para a produção de alimentos.

Desta forma, as técnicas de tratamento de resíduos são alternativas viáveis para redução da poluição ambiental. As utilizações dos produtos gerados a partir das diversas técnicas podem trazer benefícios, como a geração do biogás da fermentação proveniente do tratamento, a redução dos custos de produção, quando o composto é utilizado em lavouras, ou ainda, a geração de renda aos produtores quando se comercializa os resíduos tratados e prontos para uso comercial.

Não obstante, Junior (2005), afirmou que a decisão pela adoção à tecnologia de tratamento de resíduos da produção animal deverá ser feita de acordo com as condições de cada unidade produtiva, considerando, principalmente, a quantidade, periodicidade e composição dos resíduos produzidos, assim como o destino que será dado ao produto final de cada processo. As tecnologias utilizadas na propriedade podem ser projetadas com o objetivo principal de atendimento de uma ou mais vantagens que oferecem como: saneamento, atendimento de uma demanda energética e produção de biofertilizantes.

Os trabalhos que tratam sobre o tratamento de resíduos e seu uso na produção agropecuária são categóricos em recomendar a avaliação dos custos envolvidos com transporte e aplicação deste adubo nas plantações agrícolas, observando sempre se compensa ou não a utilização na própria propriedade, ou se a venda comercial deste resíduo tratado torna-se mais importante na composição da receita da atividade.

## 2. OBJETIVO

### 2.1. Geral

Realizar a análise técnica e econômica da utilização do composto orgânico, proveniente do tratamento de resíduos produzidos pela bovinocultura leiteira, como substituinte da adubação mineral.

### 2.2. Específicos

- Caracterizar a propriedade, do ponto de vista financeiro.
- Caracterizar o solo e o composto orgânico utilizados.
- Simular a substituição da adubação mineral pela adubação orgânica no cultivo de milho destinado a produção de silagem para alimentação de vacas leiteiras.
- Analisar os custos de produção, com a determinação dos indicadores de eficiência econômica.
- Analisar a viabilidade financeira, com a determinação dos indicadores econômicos de rentabilidade: valor presente líquido e taxa interna de retorno.
- Identificar os itens de maior impacto econômico na atividade, por meio da análise de sensibilidade.
- Identificar o risco financeiro da atividade, diante das oscilações de preços ocorridas no mercado, empregando o método de Monte Carlo.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente, a produção bovina não exige licenciamento ambiental para a instalação de um sistema de produção, como ocorre em outras atividades pecuárias como a suinocultura, avicultura, etc. Entretanto, como a sociedade está ficando mais consciente e exigente, quanto às práticas de criação, industrialização e comercialização de produtos agroindustriais, novas normas vem surgindo com o objetivo de padronizar e fiscalizar estas exigências.

Desta forma, antecipação e adoção de medidas de monitoramento de prevenção de acidentes ecológicos ou de danos à natureza, são importantes para que o empresário rural não se prejudique, futuramente, no âmbito ambiental.

Conforme sugestão de Rossol et al. (2012), a reutilização de resíduos na agricultura pode ser associada aos processos de classificação, controle, produção, armazenamento, recolha, transferência e transporte, processamento, tratamento e destino final dos resíduos sólidos, de acordo com os melhores princípios de preservação da saúde pública, economia e princípios ambientais.

Com a Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), que estabelece a Política Nacional dos Resíduos Sólidos e a ABNT NBR 10.004 de 31 de maio de 2004 (ABNT, 2004), classifica os resíduos da produção animal quanto à sua origem e impõe a destinação final, ambientalmente correta dos resíduos orgânicos (BRASIL, 2010).

Para isso, a atividade agropecuária deve realizar o tratamento da produção de resíduos gerada e promover o destino adequado deste, ao término do ciclo produtivo. Uma alternativa de destinação final desse resíduo, após o tratamento adequado é a utilização como fertilizante na própria lavoura, ou a comercialização.

Silveira et al. (2011), ressaltaram que a utilização de dejetos de animais como fonte de nutrientes para a produção agrícola é uma alternativa de destinação do resíduo gerado na atividade pecuária, mas, se aplicado incorretamente pode causar problemas ambientais.

Em termos gerais, os resíduos originados de sistemas de manejo de animais, sendo sua composição oriunda de dejetos de animais, podem ser classificados por instruções normativas (IN) para registro de comercialização, dentre elas: a IN. n.13 (IBAMA, 2012), IN. n.25 (BRASIL, 2009) e a IN. n.53 (BRASIL, 2013). Estas são utilizadas para registro e rotulagem para comercialização de resíduos como fertilizantes orgânicos, mas os sistemas de

produção animal podem utilizá-los como direcionadores de controle e utilização para, se for o caso, comercializar o excedente não utilizado nas propriedades.

### 3.1. Caracterização da pecuária bovina leiteira no estado do Rio de Janeiro

Gomes e Ferreira Filho (2007), ao analisarem o número de produtores de leite do estado do Rio de Janeiro e a sua distribuição nas principais regiões do estado, observaram uma maior concentração de produtores nas regiões Centro-Sul e Noroeste, em torno de 50% do total de produtores do estado. A região com menor número de produtores é a litorânea.

A região Centro-Sul Fluminense apresentou a maior participação com 35,2% do total de leite produzido, seguida pela região Noroeste, com 24%. As regiões Norte, Serrana e Litorânea estão no patamar mais baixo e são as que menos produzem leite, apresentando contribuições que variam de 13 a 14% da produção total (GOMES e FERREIRA FILHO, 2007).

No estado do Rio de Janeiro, 80% dos produtores de leite destinaram a produção diária para a venda. Deste total, 62% são pequenos produtores e produziram menos de 50 litros de leite/dia (FAERJ/SEBRAE, 2010). Estes podem ser considerados produtores não especializados (JANK, 1999), que não investem para o aumento da produtividade do plantel. O pequeno volume obtido pela maioria dos produtores, à exceção dos que produziram acima de 400 litros por dia, contribuiu para piorar os indicadores de eficiência técnica e aumentar os custos fixos por litro (FAERJ/SEBRAE, 2010).

Silva e Marafon (2004) verificaram que os pequenos proprietários da região Noroeste Fluminense, que são bastante numerosos no estado do Rio de Janeiro, têm poucas possibilidades de realizar investimentos em suas terras, uma vez que operam com retornos financeiros reduzidos para permitir a capitalização de suas unidades de produção. Embora detenham a propriedade da terra, têm uma forma de inserção na produção regional que implica reduzida autonomia na condução do processo produtivo e limitações quanto à possibilidade de investir em suas unidades de exploração.

Quanto à distribuição dos produtores em estratos de produção, Gomes e Ferreira Filho (2007) observaram que 41,93% dos produtores produziram menos de 30 litros de leite/dia, representando apenas 7,18% da produção total do estado do Rio de Janeiro. Por outro lado, 2,37% dos produtores produziram mais do que 500 litros de leite/dia, o que

representou 25,53% da produção total. Desta forma, observou-se que a maioria das propriedades leiteiras do estado do Rio de Janeiro caracteriza-se como propriedades familiares, necessitando de auxílio para melhoria dos seus sistemas de produção, de acordo com os fatores (terra, capital e trabalho) de cada propriedade e região Fluminense.

Segundo FAERJ/SEBRAE (2010), o desempenho da produção leiteira no estado do Rio de Janeiro, entre os anos de 2002 e 2008, deixou muito a desejar com variação de 6,30% nos anos extremos e taxa média de crescimento de 1,02% ao ano. Esse baixo desempenho observado não refletiu nos grandes investimentos realizados pelos produtores rurais em seus sistemas de produção, onde o aumento da produção leiteira não foi proporcional ao capital financeiro investido.

Em um trabalho que avaliaram o desenvolvimento tecnológico dos estados de Rondônia, Tocantins e Rio de Janeiro, foi notável no Rio de Janeiro a maior utilização de tecnologias que favoreceram o aumento da produção e, conseqüentemente, a redução do custo médio. Os produtores do Rio de Janeiro demonstraram maior grau de especialização na atividade leiteira no que diz respeito ao uso de insumos e no grau de sangue dos animais, que são fatores que assumem grande importância como fonte de crescimento da produção de leite (GOMES e FERREIRA FILHO, 2007).

### 3.2. Manejo de resíduos na bovinocultura leiteira

Os resíduos gerados pelos sistemas de produção devem retornar a natureza de forma racional, sem impactar o ecossistema e comprometer a atividade. Para isso, há necessidade de desenvolver recursos tecnológicos para o reaproveitamento dos nutrientes e da água, tendo o princípio da sustentabilidade.

Desta forma, a Embrapa (2010) informou que o resíduo bovino pode ser utilizado de três formas: sólida, líquida e mista. Na forma sólida utiliza-se, tradicionalmente, a compostagem; o resíduo líquido é manejado em lagoas anaeróbicas e aplicado como fertirrigação em lavouras agrícolas. A forma mista, ou semissólido, é armazenada em tanques e sua aplicação é feita com um distribuidor acoplado a um sistema de vácuo compressão para homogeneização, carregamento e distribuição do material.

Segundo Silva (2009), a compostagem e a biodigestão anaeróbia são os processos mais comuns para o tratamento adequado dos resíduos. O primeiro consiste no processo

aeróbio e o segundo na digestão anaeróbia; em que no âmbito mundial tem sido uma das técnicas mais utilizadas para tratamento destes efluentes, apresentando uma fonte de energia limpa e autossustentável. Para se avaliar tais sistemas faz-se necessário haver um monitoramento dos parâmetros físico-químicos e dos impactos na introdução de nutrientes com a utilização de biofertilizantes (resíduos provenientes do biodigestor) e para a compostagem na agricultura.

Com o confinamento na criação de bovinos de corte ou de leite, a quantidade de resíduos gerados em uma propriedade, é cada vez maior. As técnicas de tratamento disponíveis para que esses resíduos poluidores, tanto para o solo, quanto para os corpos hídricos, não causem impactos ambientais graves e sanções para o produtor rural, tem sido cada vez mais utilizadas. Sakuma (2013), afirma que o uso do separador de fases em resíduos da bovinocultura é de fundamental importância já que ao ser desagregado o sólido do líquido ambos terão importantes funções e reutilização, aproveitando-se todo material gerado pelo confinamento desses animais.

A separação de fases é uma técnica de tratamento físico dos resíduos onde ao ser separado a parte líquida ainda continua com suas propriedades fertilizantes e a parte sólida pronta para a transformação de composto conservando suas propriedades naturais (SILVA, 2009).

### 3.2.1.COMPOSTAGEM

A compostagem é o processo de decomposição de materiais orgânicos realizada através dos fungos e bactérias que fazem a reciclagem do material encontrado na natureza. Ao se alimentarem, os microrganismos transformam o alimento ingerido em um composto orgânico, mas isso leva tempo, pois depende do ambiente que se encontram e de alguns fatores como a temperatura, umidade, aeração, pH, qualidade da matéria prima disponível (teor de matéria orgânica, relação carbono: nitrogênio, potencial de oxirredução) (MUZILLI, 2003).

A compostagem é comumente realizada em forma de leiras triangulares formando pilhas. Com a ajuda das pilhas esse processo torna-se mais acelerado, pois se pode controlar todo o processo, principalmente a temperatura que não pode se dissipar durante o processo,

por causa do desenvolvimento da microflora termofílica e a eliminação de patógenos e substâncias fitotóxicas além das indesejadas ervas daninhas (AMORIM et al., 2004).

De acordo com Pereira Neto e Stentiford (1992), o processo de compostagem é dividido em duas fases: a fase termofílica, quando a temperatura passa de 45°C e atinge 65°C fazendo com que se atinja o ponto máximo de atividade microbiológica de degradação e higienização da pilha e, a fase de maturação ou cura quando ocorre o processo de humificação e finalmente o composto fica pronto para utilização.

O adubo orgânico que será gerado desse processo de compostagem só será eficiente se mantiver todo o processo em perfeita interação dentro dos fatores necessários.

Na compostagem, para que todo ciclo esteja completo é necessário, aproximadamente, de 90 a 120 dias, após a mistura dos materiais orgânicos. Este processo varia de acordo com a relação C:N do resíduo, obtendo como resultado um composto, normalmente, escuro e de textura turfososa (KIEHL, 1998).

Quanto ao objetivo de identificar a viabilidade ambiental da compostagem de dejetos, Eyerkauffer e Brito (2012) constataram que o processo é uma alternativa viável. O processo tem como principal finalidade a redução do volume dos dejetos, devido à evaporação da água, que é o principal poluente ambiental.

Para Doffer (1998) e Oliveira (2004), o produto final da compostagem constitui-se de um composto orgânico de excelente qualidade, não exigindo equipamento especial para transporte e distribuição nas lavouras, facilitando sua destinação final, sendo economicamente viável a realização do tratamento do resíduo gerado na atividade.

Em um projeto de compostagem para uma Unidade Produtora de Leitão (UPL) com 950 suínos foi concluído que a compostagem de dejetos suínos se mostrou viável economicamente, além dos benefícios ambientais relacionados com os recursos hídricos, o solo e a atmosfera (EYERKAUFER e BRITO, 2012).

### 3.2.2. BIODIGESTÃO ANAERÓBIA

Para Nogueira (1986), as vantagens e desvantagens da biodigestão anaeróbica dependem da necessidade de cada tratamento destacando os seguintes benefícios: produção de gás combustível, controle e poluição das águas, controle dos odores, preservação do valor fertilizante do resíduo e remoção ou eliminação dos agentes patogênicos da matéria orgânica.

De acordo com Sakuma (2013), em várias regiões do mundo, a digestão anaeróbia desenvolvida em biodigestores é utilizada para a estabilização e/ou tratamento de substratos orgânicos, com conseqüente produção de biogás e biofertilizante. Desta forma, biodigestores têm sido utilizados tanto para atender a questão energética como a de saneamento ambiental.

As bactérias presentes nos resíduos orgânicos são responsáveis pelo processo de fermentação no processo de digestão anaeróbica da matéria orgânica (CRAVEIRO et al., 1982). Ruiz (1992) explicou que alguns fatores são imprescindíveis para a eficiência da ação das bactérias que atuam no processo. Para o equilíbrio no processo da biodigestão, a temperatura de fermentação deverá ocorrer entre 15°C e 65°C. O pH do ambiente deve oscilar entre 6,5 e 7,2, passando de ligeiramente alcalino a neutro. A umidade deve estar em torno de 90% do peso total do material. E, a flora microbiana precisa ter disponível carbono e nitrogênio, considerados fundamentais, bem como o fósforo e enxofre classificados como necessários para a nutrição, devendo ser muito bem controlados para que não produzam gases venenosos. Em pequenas quantidades, recomenda-se a presença ainda de cálcio, magnésio, potássio, zinco e ferro.

Conforme Craveiro et al. (1982) o tempo de retenção do material no biodigestor vai depender do carregamento do volume diário, onde quanto maior for o carregamento, menor será o tempo de retenção, respeitando o ciclo completo para que não haja uma digestão incompleta ocasionada pelo tempo de retenção reduzida.

A decomposição anaeróbia da biodigestão se baseia nas reações bioquímicas de hidrólise, fermentação acidogênica e metanogênica através de bactérias que não necessitam de oxigênio; sendo o principal grupo das bactérias metanogênicas, as quais produzem o gás metano (SILVA, 2009).

Na decomposição do resíduo orgânico do biodigestor originam-se três subprodutos: o biogás, o lodo (parte sólida decantada no fundo do biodigestor) e o efluente líquido (SILVA, 2009).

### 3.2.2.1 MODELOS DE BIODIGESTORES

Os modelos de biodigestores disponíveis são classificados de acordo com o abastecimento do sistema realizado, podendo ser contínuos e batelada ou intermitente. O

abastecimento em batelada ocorre de forma constante, já no intermitente ele é feito dentro de certo período (XAVIER & JUNIOR, 2010).

Os modelos que antecederam os biodigestores atuais foram: modelo chinês e modelo indiano; após estas várias tecnologias de tratamento de dejetos na forma anaeróbia foram desenvolvidas. O modelo de biodigestor chinês tem baixo custo em sua construção e possui maior durabilidade, requerendo no solo menores espaços, sem componentes metálicos e identifica-se de modo fixo, porém este modelo devido a oscilações de pressão no gasômetro (local de retenção do gás) acarreta em vazamentos, dificultando a sua operação (DEGANUTTI et al., 2002). O modelo de biodigestor indiano caracteriza-se por apresentar uma campânula interna móvel que possui como funcionalidade um gasômetro, observando que esta permanece mergulhada sobre a biomassa que é metabolizada. A vedação é feita por um selo d'água externo, tendo uma parede central e uma chicana, no qual serve para dividir o tanque de fermentação, tendo como função o deslocamento do material pelo interior da câmara de fermentação. Neste tipo de biodigestor a pressão é constante e a campânula tende a se deslocar verticalmente, fazendo com que a pressão se mantenha constante e aumente o volume. Desenvolveu-se este tipo de sistema de tratamento para altas taxas de concentrações para sólidos voláteis com até 8% (DEGANUTTI et al., 2002).

### 3.3. Utilização de resíduos agropecuários

Melo et al. (2008), destacaram os adubos orgânicos utilizados como fonte de N nas lavouras, sendo eles: esterco de bovinos, suínos e aves, tortas vegetais, logo de esgoto, torta de filtro, camas aviárias e compostos orgânicos produzidos a partir de restos orgânicos do resíduo urbano.

Com o tratamento do resíduo, ocorre à reciclagem dos nutrientes e da matéria orgânica e, segundo Campos et al. (1999), é o melhor destino que se pode dar para evitar a poluição ambiental, preservando as características químicas, físicas e biológicas do solo. Desta forma, o produto final do manejo de resíduos da propriedade pode ser destinado para utilização no próprio local, sendo a compostagem e a água residual uma alternativa tradicional com grande potencialidade de utilização na fertilização.

As principais alterações descritas por Fonseca et al. (2007) para solos fertirrigados com águas residuais resumem-se aos efeitos sobre o carbono e nitrogênio totais, atividade

microbiana, salinidade e dispersão de argilas. Feigin et al. (1991) enalteceram que a aplicação de águas residuais no solo é prática comum considerada uma forma de disposição final dessas águas.

Warren e Fonteno (1993) observaram que a aplicação de resíduos orgânicos é importante para vários atributos físico-químicos e microbiológicos nas transformações dos solos agricultáveis, demonstrando que a capacidade da troca de cátions (CTC) e a disponibilidade de N, P, K, Ca, Mg aumentaram com o aumento da dose de resíduos aplicados no solo, além de ocorrerem melhorias relacionadas à agregação, resistência e estrutura, as quais apresentam influência direta na porosidade total, principalmente em microporos, e, conseqüentemente, na disponibilidade de água no solo.

Silveira et al. (2011), ao analisarem as perdas de C orgânico e N por escoamento com a utilização de biofertilizante de bovino para plantio direto com soja, aveia-preta, milho e trigo, constataram a redução das perdas dos nutrientes analisados por escoamento superficial. Todavia, doses crescentes do fertilizante tendem a aumentar a concentração dos referidos elementos em corpos hídricos a jusante.

De acordo com Trinsoutrot et al. (2000), os resíduos orgânicos utilizados como fonte de N (resíduos de animais, tortas vegetais, logo de esgoto e torta de filtro), diferem-se na composição química e no grau de humificação dos materiais, variando as taxas de mineralização. Esta taxa de mineralização dos adubos orgânicos é dependente dos fatores ambientais (climáticos e edáficos), além da própria composição dos materiais, entre os quais estão a concentração de nitrogênio, a relação C/N, o grau de maturação e a biodegradabilidade do carbono do material. Para o resíduo proveniente da bovinocultura leiteira, avaliou-se a média de 107 amostras, onde foi observada a relação C/N com variação entre 11,3 e 38,9, com média de 18,7 e, valores abaixo de 16,0, resultaram em mineralização líquida de N (CALDERÓN et al., 2004).

Silva et al. (2009), observaram que a compostagem de dejetos de bovinos é uma alternativa viável para os resíduos raspados dos sistemas de confinamento, ou da fração residual obtida após a separação de sólidos do peneiramento dos substratos do biodigestor. Os mesmos autores concluíram que a aplicação do composto bovino promoveu maior número de alterações dos atributos do solo que a adubação mineral, em função do composto fornecer macronutrientes, micronutrientes e material orgânico.

De acordo com Correa (2011), os fertilizantes orgânicos usados na agricultura podem ser analisados como uma alternativa racional quando empregados às práticas agrícolas, ou uma preocupação ambiental pelo seu uso irracional, quando utilizados sem os critérios técnicos. Antes da utilização, com intuito de proporcionar o aumento na produtividade das culturas agrícolas, deve-se levar em conta, principalmente, a prática da adubação orgânica, pois se os fertilizantes forem utilizados de forma inadequada contribuirão para o aumento da degradação dos nossos recursos naturais e poluição ambiental (GAYA, 2004).

Também, deve-se salientar que aplicações sucessivas de adubos orgânicos e inorgânicos sem análises de solo para saber a real necessidade de nutrientes para o plantio agrícola, aumentam o potencial de transporte destes do solo para a água (Bertol et al., 2003). Elevadas doses de nutrientes, principalmente, P, N e C na água podem causar danos ambientais e a saúde humana e animal (Correll, 1998).

Erthal et al. (2010), destacaram que o uso de águas residuais de bovinocultura proporcionam ligeiro aumento no pH, CTC e saturação por bases nas camadas superficiais do solo.

Figueiredo e Tonamati (2010) destacaram que por muito tempo utilizou-se adubação orgânica sem preocupação ambiental e com o aumento da oferta deste produto, observou-se que poluentes resultantes da decomposição da matéria orgânica poderiam contaminar fontes de água, solo, ar e animais.

Correa (2011) explicou a importância de conhecer as características químicas e físicas do solo, sendo um instrumento básico para a obtenção de informações sobre a fertilidade da área cultivada e fator primordial que permitirá o aumento da produtividade agrícola, pois repassa ao agricultor a exata recomendação na aplicação de corretivos (calagem) e fertilizantes (adubação), o que permite conferir melhor aplicação do capital financeiro e retorno econômico. Em determinados casos, pode haver situações em que o produtor economize na compra de corretivos e adubos minerais, permitindo desta forma maior sustentabilidade do sistema de produção. As informações disponibilizadas pela análise permite ainda, analisar a evolução da qualidade do solo com o uso da adubação mineral e com a aplicação do resíduo da produção animal.

Um ponto que deve ser levado em consideração pelo empresário rural é a dosagem mineral recomendada para a cultura a ser adubada e a quantidade de nutrientes que o adubo orgânico fornecerá em curto prazo. Erthal et al. (2010), destacaram que os efeitos da adubação

orgânica ocorrem após longos períodos de aplicação e dependem das características do solo e clima.

Cabrera et al. (2005) e Carneiro et al. (2013), destacaram que a mineralização dos nutrientes dos adubos orgânicos em solos são dependentes do grau de fertilidade, da textura do solo, do grau de acidez e dos teores de C e N. Com a utilização dos fertilizantes orgânicos em solos arenosos existe a possibilidade da lixiviação do N na forma de  $\text{NO}_3^-$  para as águas subterrâneas e/ou, a excessiva concentração de P na superfície do solo, o qual poderá ser erodido do solo pela lixiviação (EARHAT et al., 1995; DELAUNE et al., 2006).

A aplicação de resíduos traz benefícios ao sistema produtivo, em razão da adição de nutrientes no solo (Smith et al., 1990). Assim, tomando como base os critérios agronômicos para determinação da taxa de aplicação de fertilizantes, é possível adicionar quantidades de nutrientes equivalentes às extraídas pelas plantas (adubação de manutenção) ou repor os nutrientes em falta no solo (adubação de correção), permitindo desta forma, ambientes autossustentáveis e lucrativos, pois permitirá que não haja excessos de nutrientes no solo (SEGANFREDO, 2000).

Abreu Junior et al. (2005) e Montoro (2013) afirmaram que o investimento inicial e a utilização de técnicas de tratamento de resíduos são viáveis economicamente e ambientalmente em relação à importância da não degradação ambiental, através do reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados na própria propriedade, sendo esta técnica recomendada para os empreendimentos rurais. Para a adoção do tratamento de resíduos realizado na propriedade, torna-se necessário considerar os custos de transporte e aplicação do resíduo na área agrícola (Abreu Junior et al., 2005) e, a compostagem possibilita a melhoria das características físicas dos resíduos, facilitando o armazenamento, transporte e agregando valor ao produto final (KIEHL, 2004).

Junqueira et al. (2011) concluíram que a adoção da adubação orgânica é viável, não apenas como proposta de produção sustentável, mas também como forma de incrementar o lucro gerado na atividade. O composto produzido apresenta qualidade apropriada para utilização na adubação de culturas vegetais, podendo ainda, ser comercializado como adubo orgânico.

#### 4. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em uma propriedade rural especializada na produção de leite e que possui uma unidade de tratamento de resíduos (sólidos e líquidos), localizada na cidade de Vassouras, RJ.

Vassouras está localizada na região Sul Fluminense do estado do Rio de Janeiro e pertence ao Vale do Ciclo do Café, sendo seus maiores atrativos o turismo histórico da região com monumentos que representam a época áurea do fausto do café com fazendas históricas e os hotéis-fazenda com estas características. Sua economia está voltada, predominantemente para o turismo, representando 70% da economia no município, seguido pela indústria (25%) e agropecuária (5%) com pequenas propriedades produtoras e hortaliças e produção animal (IBGE 2013).

A receita anual proveniente da produção animal no município de Vassouras é captada, principalmente, da produção de leite bovino (6.574 mil litros de leite), seguido pela produção de ovos de galinhas (44 mil dúzias) e a produção de mel de abelhas africanizadas (2930 kg) (IBGE 2013).

A escolha da propriedade para o desenvolvimento do trabalho baseou-se no conceito de Lakatos (2003) que considera à natureza da pesquisa aplicada, devendo esta ser conduzida em condições que retratam a aplicabilidade do estudo e reflita as condições reais do estudo. Outra consideração adotada na escolha foi baseada na classificação proposta por Jank (1999), que classificou os produtores brasileiros de leite em produtores especializados e produtores não especializados.

Os produtores especializados são aqueles que possuem a produção leiteira como atividade principal, obtida a partir de rebanhos leiteiros especializados e a intensificação dos sistemas produtivos. Nestes, observam-se investimentos em conhecimento, economias de escala e até alguma diferenciação de produto, no que se diz respeito à qualidade; já os produtores não especializados são aqueles classificados como extrativistas. Trabalham com uma tecnologia rudimentar e, para eles, o leite é um subproduto do bezerro de corte (ou o contrário, dependendo da época do ano) e, em razão disso, podem suportar grandes oscilações de preço.

A maioria destes produtores encontra no leite uma atividade de subsistência, sendo esta uma fonte adicional de liquidez mensal, no qual os custos monetários são bastante reduzidos. São eles os responsáveis pelo excedente de leite de baixa qualidade na época chuvosa devido à ausência de sistemas de refrigeração. Os sistemas de produção explorados não são intensificados.

A propriedade selecionada teve seu sistema de tratamento de resíduos caracterizado por levantamento de dados realizado em visitas periódicas para coleta de informações técnicas e econômicas, tendo como interesse principal a forma de utilização deste resíduo tratado no sistema de produção explorado na propriedade. Foi realizada a caracterização da infraestrutura local, do manejo adotado para a utilização do resíduo como substituinte, total ou parcial, do adubo mineral e do controle dos custos de produção (receitas e despesas) do tratamento e sua utilização.

O período de execução do projeto foi de 24 (vinte e quatro) meses, compreendendo a caracterização do sistema de produção, coleta de informações, precificação dos insumos necessários ao sistema de produção, levantamento de inventário e retorno ao proprietário sobre o estudo realizado.

Com os dados quantitativos (LAKATOS, 2003), a partir das informações coletadas, da caracterização do sistema de tratamento do resíduo e utilização deste foram construídas planilhas eletrônicas, utilizando o MS-Excel<sup>®</sup> contendo todas as receitas (entradas) e despesas (saídas) para formação do fluxo de caixa, mensal. De posse dos fluxos de caixa foram realizadas as análises de viabilidade econômica, sensibilidade e risco do sistema de produção, inerentes para o conhecimento do comportamento da adoção do tratamento do resíduo, diante das oscilações de preços ocorridas no mercado. Utilizando o mesmo levantamento, fez-se a caracterização do sistema com a determinação dos indicadores de eficiência econômica para análise de curto prazo e determinaram-se os indicadores econômicos de rentabilidade para análise no longo prazo.

Na construção das planilhas foram inseridas as informações técnicas e econômicas inerentes ao sistema, caracterizando-o, com levantamento de todos os itens necessários para exploração da atividade e os indicadores obtidos. Paralelamente foram realizadas pesquisas de preços de todos os itens necessários à implantação da tecnologia avaliada, bem como os insumos necessários para sua exploração, junto ao mercado regional, órgãos de extensão rural,

lojas agropecuárias, sites eletrônicos, bem como em entrevistas com técnicos e produtores rurais que atuam no setor.

Após o levantamento das informações e a quantificação necessária para instalar e utilizar o sistema de tratamento foi realizado a tabulação das informações nas planilhas eletrônicas MS-Excel<sup>®</sup>. Os preços praticados durante o período de estudo foram tabulados e sobre estes foi aplicado o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), publicado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) para o respectivo período de coleta e avaliação, tendo o mês de outubro de 2015, como referência para atualização monetária dos preços, formando o fluxo de caixa atualizado que mede o fluxo das entradas de caixa e os desembolsos de um projeto, como se eles ocorressem em um único momento, de modo que possa ser comparado (HORNGREN et al., 2000).

#### 4.1. Análises do solo e do composto orgânico

A caracterização física e química do solo e do composto orgânico foi realizada no Laboratório de Solos e Água do Departamento de Engenharia de Agronegócios da Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda da Universidade Federal Fluminense, em Volta Redonda, RJ. As análises químicas constituíram-se na determinação dos teores de K, Ca, Mg, Na, Al trocável, H+Al, P disponível, CTC efetiva, CTC total, pH, saturação de bases, porcentagem de sódio trocável, índice de saturação por alumínio, concentração de C orgânico e N total, sendo utilizado o método recomendado pela EMBRAPA (TEDESCO, 1995 e SILVA, 1999).

##### 4.1.1. RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO

A recomendação de corretivo para o plantio foi utilizado o manual de calagem e adubação do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (INSTITUTO AGRONÔMICO, 1997). Foi utilizado este método em virtude do manual recomendar uma dose maior de aplicação de calcário, que o Manual de Calagem e Adubação do estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013) e com isso, disponibilizar um maior poder de neutralização da acidez do solo e acelerar a mineralização dos nutrientes na forma orgânica.

A recomendação da aplicação de fertilizantes para produção milho forrageiro para silagem de milho para os animais de produção, foi realizada de acordo com o Manual de

Calagem e Adubação do estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013), com o propósito de utilizar tal recomendação para a contabilização simulada dos custos inerentes ao plantio.

#### 4.2. Análise dos custos de produção

Para a análise dos custos de produção foi realizada a caracterização e o levantamento de todos os itens pertencentes ao sistema de produção leiteira e ao sistema de tratamento de dejetos, classificando os componentes do custo de produção em: custo fixo, custo variável, custo operacional efetivo, custo operacional total e custo total de produção, conforme descrito por Matsunaga et al. (1976).

##### 4.2.1. CUSTO FIXO

São aqueles que não variam em consequência do volume produzido com a exploração da atividade, ou produção, em períodos iguais (DUTRA, 2010), quanto maior a produção menor será o custo por unidade. Podem ser considerados como custos fixos: depreciação, aluguel, impostos, remuneração do capital, entre outros.

##### 4.2.2. CUSTO VARIÁVEL

É o custo que aparece quando a empresa inicia a produção e comercialização, com isso, são os custos que variam de acordo com a alteração da quantidade produzida no período e a cada ciclo produtivo. Quanto maior o volume produzido, maior será o custo e assim o inverso (DUTRA, 2010). Os principais custos variáveis são: insumos, matérias-primas, mão de obra eventual, prestadores de serviços, assistência técnica, combustíveis, impostos proporcionais ao volume produzido, etc.

##### 4.2.3. CUSTO OPERACIONAL EFETIVO

São aqueles nos quais ocorre efetivamente desembolso ou dispêndio de capital por parte do investidor. Composta, portanto, pelos custos variáveis como mão de obra contratada, insumos e despesas com operações de máquinas, equipamentos e transporte. Ao representar o total das despesas efetivamente desembolsadas constitui-se em um importante indicador, pois os produtores só continuarão produzindo no curto prazo se o preço recebido pelos seus produtos for superior ao custo operacional efetivo (CARMO e MAGALHÃES, 1999).

#### 4.2.4. CUSTO OPERACIONAL TOTAL

De acordo com Matsunaga (1976), compõem-se de todos os itens de custo considerados variáveis (ou despesas diretas) representados pelos dispêndios em dinheiro, em mão de obra, sementes, combustível, reparos, alimentação, vacinas, medicamentos e juros bancários. Adiciona-se a parcela dos custos fixos representados pela depreciação dos bens duráveis empregados no processo produtivo e pelo valor de mão de obra familiar.

#### 4.2.5. CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO

Definido como todos os custos relacionados à soma dos valores de todos os serviços produtivos dos fatores (terra, capital e trabalho) aplicados na produção do sistema (MATSUNAGA, 1976).

### 4.3. Determinação dos indicadores de eficiência econômica

Para a análise dos custos envolvidos na atividade leiteira e no sistema de tratamento de resíduos foram utilizados como indicadores de eficiência econômica a margem bruta, a margem líquida, o resultado (lucro ou prejuízo), a lucratividade, a rentabilidade simples e o tempo de recuperação do capital investido (*payback*). Os indicadores de eficiência econômica consideraram o efeito do tempo sobre o fluxo monetário. Eles foram empregados por serem de fácil entendimento pelos produtores rurais, técnicos e profissionais que atuam no setor pecuário.

#### 4.3.1. MARGEM BRUTA

A margem bruta foi utilizada como uma forma de tomada de decisão que indica a forma eficaz no uso dos fatores de produção (terra, capital e trabalho) da propriedade. Calculada pela diferença entre a receita bruta e os custos operacionais efetivos. De forma simples, corresponde à porcentagem de cada R\$ 1,00 que sobrou depois de retirar o custo dos insumos (BARROS, 1968). Sendo avaliada de acordo com Hoffmann et al. (1981), da seguinte forma:

Se  $MB > 0$ : a atividade está se remunerando, e sobreviverá, pelo menos, no curto prazo.

Se  $MB < 0$ : a atividade está sendo antieconômica. No curto prazo, o produtor deverá abandonar a atividade para minimizar os prejuízos e deverá cobrir somente os custos fixos existentes.

Não obstante, alguns cuidados devem ser observados antes da tomada de decisão final: verificar a composição dos custos, os índices técnicos, observar se há possibilidade de remanejar os fatores de produção, readequar as técnicas de produção a fim de minimizar os custos envolvidos e melhorar a produtividade por área (HOFFMANN et al., 1981).

#### 4.3.2. MARGEM LÍQUIDA

De acordo com Fulgencio (2007), margem líquida é a diferença entre o preço do produto e todo o custo operacional para fabricação de uma unidade de produto (receita bruta menos o custo operacional total). De forma simples, corresponde à porcentagem de cada R\$ 1,00 de venda do produto (BARROS, 1968), depois que retirou todas as despesas (custeio e depreciação), podendo ser avaliado de acordo com Hoffmann et al. (1981), da seguinte forma:

Se  $ML > 0$ : a atividade estará estável com possibilidade de expansão e de se manter estável.

Se  $ML = 0$ : a atividade estará no ponto de equilíbrio. O produtor deve refazer seu planejamento e avaliar as condições que se encontra seu capital fixo imobilizado para se manter no longo prazo.

Se  $ML < 0$ : o produtor poderá continuar a produzir por um período determinado de tempo, suportando o custo operacional efetivo. Nesta situação, ocorre sua descapitalização, pois somente será possível cobrir o custo operacional de produção da atividade e não os custos com depreciação das máquinas e equipamentos. O tempo de exploração da atividade vai ser definido em função da reposição e/ou manutenção destes que são utilizados na exploração da atividade.

#### 4.3.3. RESULTADO

O resultado é a diferença entre a receita bruta e o custo total de produção, podendo ser total (para toda a produção) ou médio (por unidade de produto). Quando o resultado obtido for positivo, significa que a atividade está proporcionando lucro ao produtor, ao passo

que, se o resultado for negativo, a atividade está proporcionando prejuízo ao produtor (CASTLE, BECKER and NELSON, 1987).

#### 4.3.4. LUCRATIVIDADE

A lucratividade traduz o quanto o produtor obteve de lucro em função de vendas efetuadas. A interpretação é que quanto maior for o índice, melhor para o produtor (ALVES, SOUZA e ROUCHA, 2012). A lucratividade pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Lucratividade} = (\text{lucro líquido/receita}) \times 100$$

#### 4.3.5. RENTABILIDADE SIMPLES

A rentabilidade representa o quanto à empresa obteve de lucro em função do investimento total. A interpretação é semelhante à da lucratividade, ou seja, quanto maior, melhor será para o produtor (HOFFMANN et al., 1981). A rentabilidade pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Rentabilidade simples} = (\text{lucro líquido/investimento total}) \times 100$$

#### 4.3.6. ORÇAMENTAÇÃO PARCIAL

A análise econômica para substituição da adubação mineral pela adubação orgânica foi realizada adotando o método da orçamentação parcial (NORONHA, 1987). Este método é utilizado para analisar decisões que envolvem modificações parciais na organização de um empreendimento, comparando-se os acréscimos de custos com os acréscimos dos benefícios da decisão.

Como a substituição da adubação mineral pela adubação orgânica foi considerada uma modificação marginal (a modificação não irá interferir na organização da empresa) e uma alteração no capital que não poderia ter interferência na análise de viabilidade, a melhor alternativa foi aquela que ofereceu maiores benefícios líquidos ou margens de ganho maiores na atividade (NORONHA, 1987).

Para a realização da análise econômica, foram determinados, os benefícios e os custos adicionais da adubação, considerando-se o preço da tonelada do nitrogênio, na ordem de R\$ 2.060,60, tendo como referência, o mês de outubro do ano de 2015 (IEA, 2015).

A orçamentação parcial foi analisada, conforme a metodologia proposta por Noronha (1987), considerando os benefícios (B) e os custos (C) apresentados pela tecnologia, sendo avaliada da seguinte forma:

$B > C$ : fazer a modificação sugerida pela proposta

$B < C$ : Não compensa modificar o sistema

$B = C$ : é indiferente a substituição ou a permanência

#### 4.4. Análise de viabilidade financeira

A partir das planilhas eletrônicas construídas no MS-Excel<sup>®</sup> realizou-se a análise financeira da tecnologia utilizada para o tratamento de resíduos, considerando a unidade de tratamento instalado na fazenda. Para o fluxo de caixa construído computado as entradas (receitas) e saídas (despesas) envolvidas, possibilitando a obtenção do fluxo de caixa líquido mensal.

Foram admitidas como entradas, as receitas advindas da exploração da atividade (leite, animais,...) e o valor residual em terra, instalações, máquinas e benfeitorias. Como saídas, às despesas incorridas em todo o processo produtivo, como a construção e manutenção de benfeitorias, máquinas, pastagens, as operações mecanizadas, o pagamento da mão de obra, os gastos com adubos minerais, taxas, impostos e outros itens considerados essenciais à implantação e manutenção dos sistemas de tratamento e utilização como fertilizante na propriedade.

Com a geração do fluxo de caixa líquido mensal foi projetada a exploração da atividade para um horizonte de 12 anos, permitindo uma análise no longo prazo, que considerou a variação de preço do mercado e do sistema de tratamento de dejetos utilizado.

#### 4.5. Determinação de indicadores econômicos de rentabilidade

Para análise financeira da viabilidade de cada sistema de produção, adotou como indicadores econômicos de rentabilidade, o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR), sendo estes indicadores considerados de fácil entendimento e clareza.

##### 4.5.1. VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

Silva e Fontes (2005) definiram o VPL como sendo a diferença entre entradas e saídas, aplicando uma taxa de desconto (taxa de juros). O VPL sendo maior que zero significou que o empreendimento foi economicamente viável. Desta forma, quanto maior o VPL, melhor é a situação financeira.

O VPL serve para indicar ou não a viabilidade econômica de cada atividade, sendo considerado um critério de avaliação mais rigoroso e isento de falhas (CONTADOR, 1988). Corresponde à soma algébrica dos valores do fluxo de caixa da atividade, atualizado a diferentes taxas de desconto do período em avaliação. Para a escolha das taxas de desconto que serão aplicadas sobre o fluxo de caixa do empreendimento, o investidor deve definir a taxa mínima de atratividade (TMA) que deseja que seu capital seja remunerado. A expressão utilizada para cálculo do VPL foi à seguinte:

$$VPL = \sum_{t=0}^n VF / (1 + r)^t$$

em que:

VPL = valor presente líquido;

VF = valor do fluxo líquido (diferença entre entradas e saídas);

n = número de fluxos;

r = taxa de desconto;

t = período de análise (i = 1, 2, 3...)

A partir desse indicador, poder-se-á decidir pela viabilidade da atividade e sua implantação. Se a atividade apresentar  $VPL > 0$ , de acordo com Dantas (1996) foi possível cobrir os custos de implantação, manutenção e remunerar o capital investido, a uma taxa superior, ou igual, a taxa mínima de atratividade. Entretanto, a análise econômica é parte de

um estudo, porém não constitui em garantia de sucesso, pode representar menores possibilidades de fracasso na produção e decisão do investimento (RODRIGUES et al., 2012).

No cálculo do VPL da atividade foram aplicadas diferentes taxas de desconto sobre o fluxo de caixa líquido mensal. As taxas adotadas foram escolhidas de acordo com os percentuais vigentes do BACEN (2014). Adotaram-se taxas de desconto de 2, 5, 8, 10 e 13% ao ano, equivalentes a 0,17, 0,41; 0,64; 0,80 e 1,02% ao mês, respectivamente. As taxas de desconto adotadas serviram como referência a diferentes rendimentos obtidos em investimentos disponíveis no mercado, como por exemplo, a caderneta de poupança, entre outros.

#### 4.5.2. TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Oliveira (1979) define a TIR como sendo a taxa de juros que iguala o valor atual das saídas de caixa prevista ao valor atual das entradas estimadas, assim é a taxa de juros que iguala a zero o VPL do empreendimento avaliado.

A expressão apresentada a seguir foi utilizada para obter a TIR e representou o valor de  $r$  que igualou a zero a expressão:

$$VPL = VF_0 + \frac{VF_1}{(1+r)^1} + \frac{VF_2}{(1+r)^2} + \frac{VF_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{VF_n}{(1+r)^n}$$

em que:

$F$  = fluxos de caixa líquido (0, 1, 2, 3,...,n);

$r$  = taxa de desconto;

O sistema será viável, a partir do momento que a TIR for maior que o custo de oportunidade dos recursos para sua implantação (CONTADOR, 1988).

#### 4.5.3. PAYBACK

O *payback* refere-se ao tempo de recuperação do capital investido, sendo utilizado em empresas para calcular o tempo necessário para que os investimentos iniciais realizados pelo investidor sejam recuperados pelas receitas acumuladas da produção. De acordo com Assaf Neto (1992), quanto maior o *payback*, maior o tempo necessário para que o

investimento se pague. Assim, utiliza-se a regra: quanto menor, melhor. Em nossa análise foi utilizada a ferramenta do *payback* descontado, em que se considerou uma taxa anual de desconto aplicada sobre o fluxo de caixa na determinação deste indicador econômico.

#### 4.5.4. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Esta análise permite identificar quando algum componente pertencente ao fluxo de caixa do sistema de produção exerce influência sobre os resultados econômicos. Para isso, os itens que compõem o fluxo de caixa da atividade foram agrupados por categorias semelhantes e de fácil entendimento. Posteriormente, adotou-se a taxa de desconto mais apropriada para identificação dos itens de maior impacto econômico na atividade leiteira e no sistema de tratamento de resíduos.

Visando elucidar melhor a análise de sensibilidade foi considerada uma variação de 10%, sempre no sentido desfavorável para os resultados da atividade nos preços de cada um dos itens do fluxo de caixa, ou seja, quando se tratou de receita, o valor sofreu um decréscimo de 10% e quando se tratou de despesa, o valor sofreu um acréscimo. Após a análise realizada foi possível observar as categorias que apresentaram maior efeito sobre os indicadores de resultados econômicos, isto é, o VPL e a TIR. Através desta análise, segundo Buarque (1991) foi possível determinar em que medida um erro ou modificação de uma das variáveis incidiu nos resultados da atividade.

#### 4.5.5. ANÁLISE DE RISCO

Para determinar o risco financeiro da atividade foi empregado o método de Monte Carlo (METROPOLIS and ULAM, 1949). Este método é uma análise quantitativa, que simula um processo específico cujo andamento dependa de fatores aleatórios. Realizou-se uma contagem das vezes em que a atividade tornou-se crítica com relação ao número total de simulações realizadas, desta forma foi possível classificar o risco quanto à sua probabilidade de ocorrência de se tornar inviável e auxiliar na tomada de decisão.

Nesta análise foi determinada a probabilidade de insucesso da atividade, diante das oscilações de preços ocorridas no mercado regional. De acordo com Noronha (1987), a sequência de cálculos para a realização desta análise foi à seguinte:

- Identificou-se a distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis relevantes do fluxo de caixa da atividade, determinadas pela análise de sensibilidade.

- Selecionou-se ao acaso um valor de cada variável, a partir de sua distribuição de probabilidade.

- Calculou-se o valor do indicador de escolha cada vez que foi feito o sorteio indicado no item anterior.

- Repetiu o processo até que se obteve uma confirmação adequada da distribuição de frequência do indicador escolhido. Esta distribuição serviu de base para a tomada de decisão.

Dada à impossibilidade de se estudar a distribuição de probabilidade de todas as variáveis existentes na atividade, a melhor alternativa consistiu em identificar, através da análise de sensibilidade, aquelas variáveis que tiveram maior efeito sobre o resultado financeiro da atividade. E ainda, devido à dificuldade envolvida na identificação das distribuições de probabilidade de cada uma das variáveis mais relevantes, foi procedimento usual empregar a distribuição triangular (PONCIANO et al., 2004), que foi definida pela moda ( $m$ ), por um nível mínimo ( $a$ ) e um nível máximo ( $b$ ) de preços obtidos no mercado que é especialmente importante quando não se dispõe de conhecimento suficiente sobre as variáveis.

Todos os preços praticados no mercado foram levantados, durante o período de avaliação e os valores pagos referentes às compras realizadas pela propriedade ao longo dos cinco anos (2010 a 2014) foram considerados. Os valores de preços cotados foram atualizados monetariamente ao mês de realização das análises, utilizando o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), publicados mensalmente (FGV, 2015), a fim de corrigir monetariamente os preços praticados.

Mediante a geração de números aleatórios, os valores foram obtidos para as variáveis em questão, resultando em vários fluxos de caixa e, conseqüentemente, vários indicadores de resultados para a atividade.

Em seguida, foi necessária a realização desse procedimento um número significativo de vezes, visando gerar uma distribuição de frequências do indicador, o que permitiu aferir a probabilidade de sucesso ou insucesso da atividade. Esta operação foi repetida 50.000 vezes, o que significou a geração de 50.000 possibilidades de ocorrência para o fluxo de caixa, com os preços variando entre o intervalo determinado pela distribuição triangular que considerou o

preço mínimo, modal e máximo, ocorrido no mercado, durante o período de avaliação, conforme proposto por Hertz (1964).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo tem como foco a adequação da produção bovina leiteira as exigências ambientais e a sustentabilidade da atividade. Foi desenvolvido em uma propriedade rural legalizada e que apresentou conformidade com a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

### 5.1. Caracterização da propriedade

A propriedade está registrada no Cadastro Ambiental Rural (CAR) nº RJ-3306206.0311CE4077DE4B38A662C648F59D269F, em 25 de março de 2015. Possui uma área total de 141,9593 ha; 8,87 módulos fiscais, com área de proteção ambiental (APP) de 32,3531 ha e reserva legal de 28,2966 ha, sendo classificada como média propriedade, localizada na região Sul Fluminense do estado do Rio de Janeiro.

Para atendimento as exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a propriedade dispõe de uma unidade de tratamento para o manejo de resíduos (em fase de adequação), porém não se sabe a viabilidade de utilização do resíduo tratado como substituinte do adubo mineral comercial utilizado na propriedade para a produção de alimentos volumosos, destinados a alimentação do rebanho.

O sistema de tratamento de resíduos utilizado é classificado como um biodigestor, modelo chinês (DEGANUTTI Et al., 2002), que possui acoplado um separador de fases (sólido e líquido) para preparo do composto orgânico. Com este sistema, é possível a produção de adubo líquido, onde é realizada a digestão anaeróbica no biodigestor; e o adubo sólido, realizando a compostagem em galpão apropriado. De acordo com as observações de Silva et al. (2009), no caso de resíduos dos bovinos, a compostagem é uma alternativa viável para a fração residual obtida após a separação dos sólidos por peneiramento dos substratos para o biodigestor.

O biodigestor ainda não está em funcionamento de forma efetiva, pois se encontra em fase de testes para adequação e calibração. Assim, não foram realizadas análises laboratoriais do resíduo líquido obtido.

Para avaliação do estudo foram utilizados os dados do sistema de produção de leite, que correspondeu a uma produção média diária de 2.256 kg de leite, proveniente de um rebanho composto por matrizes leiteiras puras de origem (PO), pertencentes à raça Jersey e

animais mestiços  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{3}{4}$  com a raça Holandesa. Os dados foram coletados entre janeiro de 2010 e dezembro de 2014.

De acordo com Gomes (2006), a região Centro-Sul Fluminense apresentou a maior participação na produção leiteira anual, com 35,2% do total produzido. O mesmo autor analisou os principais municípios produtores de leite do estado e o município de Vassouras, região onde se encontra a propriedade produziu 2,69% do total de leite produzido no estado do Rio de Janeiro.

A propriedade trabalha com ciclo completo de criação (cria, recria e produção de leite). No trabalho foi considerado, como área do sistema de produção leiteira, as áreas destinadas às instalações onde ficam alojadas as vacas em lactação, piquetes destinados às vacas secas e cria-recria, bem como às áreas para a produção de forragem e o sistema de tratamento de resíduos. As despesas com insumos destinados à alimentação foram levantadas em função da dieta formulada pelo Zootecnista do sistema de produção.

Durante o ano, as vacas receberam dieta completa, no cocho e foram ordenhadas duas vezes ao dia. Todas as vacas em lactação foram alojadas em galpão do tipo *free stall*, com sistema de alimentação robotizado. Os animais de reposição, as novilhas, são manejados em sistema de manejo de pastagem, suplementadas com concentrado comercial.

A produção de leite é comercializada com uma única beneficiadora que realiza a captação de leite, três vezes por semana. O pagamento da produção leiteira e o preço recebido de leite produzido são determinados em função da qualidade do leite (baixa quantidade de células somáticas) e do teor de sólidos totais produzidos no leite.

## 5.2. Caracterização do solo e resíduo tratado

As culturas produzidas como fonte de volumoso para os animais de produção, em sua maioria, são o milho e sorgo para produção de silagem. Para fins de estudo e padronização dos resultados, utilizou-se os dados obtidos com o cultivo de milho para a produção de silagem como parâmetro dos cálculos utilizados na recomendação de calagem e adubação, a partir dos resultados obtidos com as análises (granulométrica e química) do solo (Tabela 1).

Com a realização da análise granulométrica, o solo apresentou teores de 29,47% de argila; 52,12% de areia e 18,41% de silte. A classificação do solo, de acordo com o triângulo textural foi determinada como um solo franco argilo arenoso (LEMOS e SANTOS, 1996).

Tabela 1: Análise química do solo na área destinada à produção de milho

Prof. (cm)	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	M	n	pH <sub>água</sub>	C <sub>org</sub>	P*	K
	----- cmol <sub>c</sub> / dm <sup>3</sup> -----											1:2,5	%	----- mg/L -----	
0-20	0,057	1,7	1,2	0,27	4,2	0,2	3,23	7,43	43	5,8	1	5,3	1,58	25	106

S: Soma de bases; T: capacidade de troca catiônica em pH 7,0; V: Índice de saturação de bases; m: Índice de saturação de Al; \*: extrator Mehlich 1.

Segundo o levantamento realizado, o terreno que foi escolhido para a coleta de amostras destinadas a realização das análises de solo encontram-se em *pousio*, há aproximadamente 10 anos. Entretanto, os resultados apresentados pelas análises demonstraram que a fertilidade do solo não foi prejudicada, mesmo sendo uma área com uma declividade de, aproximadamente, 30%. Isso pode ser explicado em virtude do terraço (área acima do declive) ser utilizado como área de plantio convencional na propriedade, podendo acarretar um descolamento de nutrientes para a área que foi escolhida neste trabalho.

Essa análise corrobora com a afirmativa de Correa (2011) que cita a importância de conhecer as características químicas e físicas do solo, em conjunto com as informações históricas da área a ser plantada, pois repassa ao agricultor a recomendação de corretivos e fertilizantes de acordo com a exigência da cultura a ser cultivada.

Na determinação das recomendações agronômicas de preparo do solo, para simulação de custos, adotou-se para a realização da calagem, o manual de recomendação para calagem e adubação do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (INSTITUTO AGRONÔMICO, 1997) e para a recomendação de nutrientes necessários ao cultivo do milho para a produção de silagem, o manual de recomendação para o estado do Rio de Janeiro (SILVA, 1999), em conjunto com a análise de solo (Tabela 1), realizada. Com base na produtividade média de milho para silagem, adotou-se a produtividade de 20 toneladas/ha. Assim, para o plantio de milho foram necessários: 2,6 toneladas de calcário com PRNT 100%/ha/20 cm de profundidade, 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 80 kg de N/ha e não foi necessário adubar

com potássio. Estes valores foram utilizados para estimar a substituição do adubo mineral pelo adubo orgânico, posteriormente. A adoção do manual de recomendação de calagem e adubação do IAC teve o objetivo de promover uma maior dose de neutralização no solo, colaborando para a mineralização do composto orgânico, quando este fosse aplicado (EARTHALL et al., 2010).

A propriedade utiliza o manual de calagem e adubação do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (INSTITUTO AGRONÔMICO, 1997). Com isso, para simulação dos custos, na substituição da adubação mineral pela adubação orgânica não foi necessária a adequação dos custos com calagem.

De acordo com Matos et al. (1997), a decomposição do material orgânico é diferenciada segundo as características físicas, químicas e biológicas dos seus diversos componentes. Os açúcares, amidos e proteínas simples, são decompostos primeiro; a seguir, há a decomposição da proteína bruta e da hemicelulose. A celulose, a lignina e as gorduras, são mais resistentes podendo, com o tempo, dar origem às substâncias orgânicas de estrutura química mais complexa, genericamente denominadas húmus (Miyasaka et al., 1983 e Igue, 1984). Segundo Kiehl (1985) o tempo necessário para promover a compostagem de resíduos orgânicos depende da relação C/N, do teor de nitrogênio da matéria-prima, das dimensões das partículas e do número e frequência dos revolvimentos.

Na propriedade, o revolvimento do composto foi realizado mecanicamente, com a utilização de um misturador vertical, com frequência de 3 a 5 vezes ao dia, de acordo com a fase de compostagem. A propriedade possui duas composteiras, com um volume de 72 m<sup>3</sup> cada, para não haver problemas de falta de espaço na realização do tratamento do resíduo. Com isso, enquanto uma composteira está em fase de tratamento do resíduo, a outra encontra-se em fase de esvaziamento para uso na propriedade, com posterior enchimento para uma nova fase no processo de compostagem. Para a realização dos cálculos de produção do composto por cada composteira foi utilizada como densidade média a quantidade de 450 kg/m<sup>3</sup> (SILVA, 2008).

Para caracterizar melhor o composto orgânico a ser utilizado e detectar alguma variação entre épocas de produção foram realizadas duas coletas de amostras na fase final (Tabela 2). Na primeira amostra, o composto final 1 foi coletado em outubro de 2014 e o composto final 2, em janeiro de 2015. Na caracterização do composto orgânico, observou-se que a fonte de carbono acrescida ao resíduo úmido, é proveniente de diversas folhas,

encontradas na propriedade, como por exemplo, limpeza de jardins e árvores próximas as estradas e não houve uma proporção padronizada, durante o manejo.

Tabela 2: Análise química do composto orgânico produzido na propriedade

	N <sub>total</sub> %	K <sub>total</sub> %	P <sub>total</sub> %	Mg <sub>total</sub> %	Ca <sub>total</sub> %	pH <sub>água</sub> 1:2,5	Corg %	C:N
Composto final 1	1,68	0,29	1,411	2,09	2,05	8,26	18,18	10,8
Composto final 2	1,31	0,39	0,898	1,80	2,94	8,30	19,69	15,0

De acordo com a IN n.25 (BRASIL, 2009), o resíduo foi classificado como classe A (fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima de origem vegetal, animal ou de processamentos da agroindústria, onde não sejam utilizados no processo, metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos, resultando em produto de utilização segura na agricultura) e fertilizante a granel (produto armazenado, depositado ou transportado sem qualquer embalagem ou acondicionamento). Para a IN n.13 (IBAMA, 2012), o resíduo foi classificado como 020106 (fezes, urina e estrume de animais). E, para a IN n.53 (BRASIL, 2013), classificou como categoria D (fertilizante orgânico simples).

A análise química do composto demonstrou que pode haver diferença entre as épocas de produção do mesmo, em virtude das variações climáticas que interferem nas fases de maturação da compostagem e no manejo realizado. Desta forma, pode-se explicar a variação que ocorreu no composto final 1 em comparação aos resultados obtidos com a análise do composto final 2, como diminuição da concentração de P<sub>total</sub> e N<sub>total</sub>. Isso pode ter ocorrido em decorrência do maior teor de umidade observado no composto dois, no momento da coleta. No período de coleta da amostra referente ao composto final 2, foi identificado que a peneira de separação de sólidos apresentava problemas mecânicos, conseqüentemente, o resíduo inicial obtido apresentou maior teor de umidade que a recomendada para a produção do composto, podendo explicar os resultados obtidos na segunda amostra, que resultaram em perda de nutrientes por lixiviação e volatilização, no caso do nitrogênio.

Outro ponto que deve ser levado em conta é a variação da proporção de volumosos na dieta. Orrico Junior et al. (2012), identificaram que o aumento da quantidade de volumoso na dieta levou a menor eficiência do processo de compostagem dos dejetos.

Para fins de cálculos de simulação dos custos para substituição da adubação mineral, foram utilizados os menores valores de nutrientes disponíveis nas duas amostras coletadas (Tabela 2) e realizou-se a recomendação de composto orgânico necessário para o plantio de milho para a produção de silagem. Foram estimadas duas doses de adubação, sendo utilizado apenas o composto orgânico, como fonte de nutrientes (5 t/ha) e utilizando o composto consorciado, com nitrogênio (1,5 t/ha de composto + 55 kg N/ha).

Estas doses diferiram-se em virtude da quantidade exigida para adubação, que pode promover interferência no custo de aplicação do mesmo; e em relação ao tempo de mineralização dos nutrientes de compostos orgânicos, conforme ressaltado por Sims (1995) e Trinsoutrot et al. (2000). A propriedade apresentou uma produção anual de composto orgânico de aproximadamente de 97 toneladas, o que contribuiu para a recomendação do uso de adubação orgânica parcial consorciada com a ureia. Outro ponto importante foi à área disponível para o plantio, de aproximadamente 26 ha. Sendo assim, para adubar toda a área, foi necessária a quantidade de 1,5 t./ha de adubo orgânico que supre a exigência total de  $P_2O_5$  e parcialmente a exigência de nitrogênio, sendo completada com a adubação nitrogenada, na quantidade de 55 kg/ha de ureia.

Para a realização de estimativa de produção de composto na propriedade, foi considerada uma densidade média de 450 kg/m<sup>3</sup> e uma produção média a cada quatro meses de 32,4 toneladas de composto. Na compostagem, para que todo ciclo esteja completo foram necessários aproximadamente de 90 a 120 dias, após mistura dos materiais orgânicos (dependendo da relação C:N do resíduo), tendo como resultado um composto, normalmente, escuro e de textura turfosa (KIEHL, 1998).

Um dos principais atributos é a relação C/N (SIMS, 1995). Para resíduo da bovinocultura leiteira, média de 107 amostras, a relação C/N variou de 11,3 a 38,9, com média de 18,7 e, valores abaixo de 16,0, resultaram em mineralização líquida de N (CALDERÓN et al., 2004), sendo o resíduo avaliado neste trabalho tem uma relação C/N, média, de 12,7 (Tabela 2).

A importância em utilizar o composto orgânico em conjunto com N mineral foi à aceleração da mineralização e fonte inicial para os microrganismos do solo. Carneiro et al.

(2013) concluíram que os teores de N total, as formas de N e o grau de humificação dos resíduos orgânicos podem condicionar a velocidade de mineralização e as quantidades acumuladas de N mineralizado. Para os autores, é provável que as maiores taxas de mineralização ocorram nos períodos iniciais de incubação e que os resíduos mais ricos em N e menos humificados liberem maiores quantidades de N do que os mais pobres e menos lábeis.

### 5.3. Panorama financeiro do sistema de produção

Ao realizar a análise econômica da propriedade, observou-se que esta encontrava-se em processo de descapitalização. Desta forma, organizou-se o trabalho em dois momentos: dados reais do sistema de produção entre os anos de 2010 a 2014 e as sugestões de melhorias do sistema e a substituição da adubação mineral pela orgânica.

### 5.4. Análise econômica entre os anos de 2010 e 2014

#### 5.4.1. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA

Não foi considerado como insumo, o resíduo tratado obtido por meio do sistema de tratamento de resíduos na caracterização do sistema de produção. Desta forma, a princípio, fizeram-se os cálculos de rentabilidade, mas não utilizando o resíduo do tratamento como fonte de receita ou outra destinação.

Os itens utilizados para a composição do custo operacional de produção da propriedade foram divididos e organizados em categorias, sendo elas: alimentação, mão de obra, gastos com plantio, sanidade, reprodução, escritório, manutenção e reparos, frete, impostos e taxas, despesas internas e gastos diversos (Anexo 1). Esta divisão foi necessária, pois permitiu o monitoramento do sistema de produção, auxiliando em uma análise mais detalhada, dos itens de impacto nos custos da propriedade.

Na composição dos custos operacionais de produção (Figura 1), destacaram-se como gastos principais da atividade, a alimentação e a mão de obra, representando 38% e 29%, respectivamente. A alimentação correspondeu aos dados encontrados por Gomes, Baptista e Wendling (2005), que analisando produtores de leite, demonstraram que as variáveis que condicionam a eficiência do produtor variam entre regiões. No estado do Rio de Janeiro, os autores detectaram que as variáveis classificadas como gastos com concentrados e minerais,

gastos com medicamentos, número total de vacas, produção de leite e percentual do capital investido em terra foram aqueles que mais impactaram na atividade leiteira.

Alves (2001) altos gastos com mão de obra na produção de leite ao analisar produtores do estado de Minas Gerais. De acordo com o autor, custos elevados podem ser evitados reduzindo o número de trabalhadores. Gomes (2006) salientou que a estratégia habitual na atividade leiteira é utilizar baixos salários, indicando que o correto seria aperfeiçoar a mão de obra contratada, realizar pagamentos mais justos aos empregados, reduzindo assim os custos de produção.

Na propriedade, os gastos com mão de obra contratada (15%) ultrapassaram o limite recomendado (12%) pela Embrapa (2013) para um sistema de produção leiteira, igualando aos resultados encontrados por Alves (2001). Lopes et al. (2001) verificaram que a mão de obra contribuiu com 25,8% do custo operacional efetivo, valor alto comparado ao trabalho de Barbosa Silveira et al. (2011), com 15,35%, e neste presente trabalho (Figura 1).

Um dos fatores de grande impacto nos custos da atividade foi o gasto com contratação de consultoria e mão de obra terceirizada, sendo o terceiro item de maior desembolso no sistema de produção, representando 13%. Este item é de extrema importância para o aperfeiçoamento do sistema de produção e melhoria dos indicadores agrônômicos e zootécnicos de produção. Entretanto, é indispensável à contabilização e averiguação da real necessidade dos serviços contratados para adequar os custos e a utilização dessa mão de obra com a realizada da propriedade, uma vez que as recomendações prescritas e os serviços realizados devem apresentar aumento nos indicadores de produção, bem como a redução dos custos envolvidos na atividade, melhorando a rentabilidade financeira da atividade pecuária explorada.

O item gastos diversos representou 7% dos custos operacionais efetivos do sistema de produção, entretanto, não foi possível desmembrar estes gastos, pois os desembolsos foram realizados de forma variada ao longo dos anos, como por exemplo, a compra de ferramentas, equipamentos de selaria, parafusos, pregos, galochas, entre outros.

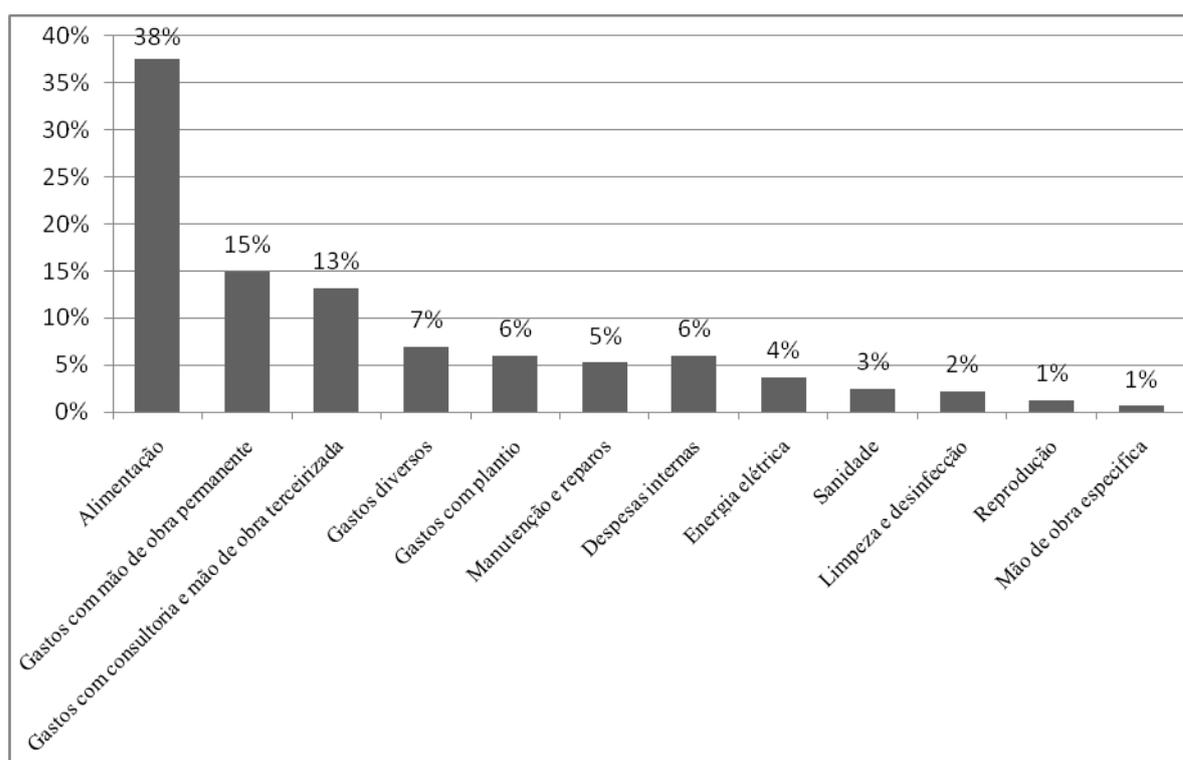


Figura 1: Composição do custo operacional efetivo do sistema de produção em confinamento, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.

Analisando a composição dos custos realizados com a categoria alimentação (Tabela 3), observou-se que os maiores desembolsos financeiros ocorreram na compra de concentrado fornecido para as vacas em lactação (73,0%), que incluíram os farelos e a compra de concentrado pronto, quando necessário. No sistema de produção utilizado, os animais são confinados para evitar maior deslocamento, porém, promove-se a substituição de pastagem por ração, na alimentação, o que reflete no aumento de custos com esta categoria. Zanin et al. (2014) evidenciaram que em sistema de confinamento há aumento no custo com concentrados para os animais de produção, sendo necessário correlacionar a produção com os custos envolvidos com a alimentação animal.

Para averiguar se o fornecimento de concentrado para os animais está sendo eficiente, é preciso averiguar a eficácia de produção. De acordo com Teixeira et al. (2013), a alimentação deve ser fornecida de forma racional, definindo as recomendações de suplementação de forma que conduza a uma boa resposta animal, promovendo assim, a utilização econômica e ambiental mais eficiente dos nutrientes disponibilizados e não somente ao atendimento de determinada demanda nutricional.

Tabela 3: Participação dos itens componentes da categoria alimentação, influenciando o custo operacional por litro de leite, em sistema de confinamento, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.

	2010	2011	2012	2013	2014	Média
Concentrado para vacas em lactação	80,5%	70,0%	79,6%	69,7%	65,0%	73,0%
Concentrado para novilhas	7,6%	8,2%	5,8%	6,5%	12,3%	8,1%
Volumoso	6,7%	10,2%	2,9%	3,4%	12,8%	7,2%
Sal mineral	0,6%	3,8%	6,5%	6,6%	3,4%	4,2%
Concentrado para bezerras desmamadas	1,3%	5,9%	4,8%	0,8%	0,7%	2,7%
Sucedâneo	2,4%	1,1%	0,0%	3,2%	4,7%	2,3%
Leite	0,0%	0,1%	0,0%	9,5%	0,0%	1,9%
Concentrado para eqüinos	0,6%	0,6%	0,4%	0,3%	0,3%	0,4%
Concentrado para bezerras	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,2%
Concentrado para touro	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Analisando a composição total do rebanho observou-se que as vacas em fase de lactação representaram, em média 82%, entre os anos de 2010 e 2013 (Tabela 4). Segundo Embrapa (2013), a propriedade está com a composição de animais uniforme e adequada para o sistema de produção explorado. Todavia, em 2014 foi observado que a taxa de vacas em lactação caiu para 78%. Este indicador é de suma importância, uma vez que as vacas em lactação são as responsáveis pela receita gerada na atividade e, por isto o rebanho tem que estar com as categorias de animais de forma estável para que a produção seja mais homogênea possível e permita cobrir os custos de manutenção do sistema produtivo. A redução da taxa de lactação promove o aumento dos custos operacionais e a queda na receita da atividade, reduzindo assim a rentabilidade financeira.

Tabela 4: Contribuição do fator de produção trabalho e da alimentação animal por litro de leite, no sistema de confinamento, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.

	2010	2011	2012	2013	2014
Quantidade de leite vendido (litros)	669.525	706.580	843.361	803.767	887.063
Receita do leite (R\$/litro)	1,56	1,62	1,46	1,64	1,65

Total de funcionários na atividade	10	10	11	12	11
Produção média diária de leite (litros/dia/animal)	14,0	14,4	16,7	15,4	14,7
Produção diária (litros/dia)	1.904	2.015	2.434	2.379	2.550
Total de vacas em lactação	136	140	146	154	173
Vacas em lactação (%)	83	81	84	84	78
Produtividade por trabalhador (litros/dia)	190,38	201,50	221,26	198,28	231,79
Custo por mão de obra permanente (R\$/un./mês)	1.706,04	1.891,83	1.879,64	2.074,84	1.885,65
Custo da mão de obra permanente (1) – (R\$/litro)	0,31	0,32	0,29	0,37	0,28
Custo da alimentação animal (2) – (R\$/litro)	0,72	0,78	0,78	0,89	0,79
Custo da consultoria técnica + mão de obra terceirizada (3) – (R\$/litro)	0,29	0,29	0,25	0,29	0,28
(1)+(2)+(3) – (R\$/litro)	1,32	1,39	1,32	1,55	1,34

Com isso, o aumento de animais geradores de custos para o sistema (bezerras e novilhas), promove o aumento dos gastos com alimentação para estas fases e medicamentos. Ressalta-se que os custos com a compra de insumos para estas fases de produção apresentam preços mais elevados, quando comparados aos animais de produção, ocasionando em aumento do custo de produção da atividade leiteira.

No sistema de produção constatou-se uma elevação no custo por trabalhador. Este custo representa um dos custos de maior impacto observado, sendo evidenciado por litro de leite vendido. Observou-se que este fator tem impacto direto no custo por litro de leite do sistema de produção, sendo também observado por Santos e Lopes (2014), que a maior valorização da mão de obra exigiu que a produtividade de leite seja maior, para diluir essa despesa.

A terra é considerada um fator que segue influência da valorização na região do empreendimento, desta forma não é possível regular com a produção obtida. Para os fatores trabalho e capital, estes são facilmente trabalhados e planejados para adequar ao sistema de produção e valorizar a propriedade. Para isso é necessário saber a necessidade de melhorias e utilizar a capacidade de acordo com cada condição e suporte do investimento e dos trabalhadores.

Avaliando a produção média dos animais em lactação, por ser um sistema de alta tecnologia, este exige que os animais tenham elevada produção diária de leite para custear a atividade e promover a recuperação do investimento realizado. A produção média das vacas em lactação no sistema *free stall* foi de 15,04 kg de leite/vaca/dia. Em trabalhos realizados por Mattos (1988) e Camargo (1991) foi evidenciado que em sistema de confinamento, modelo *free stall*, deve-se utilizar esta estrutura para vacas de médio a alto índice de produção leiteira, entre 20 e 25 kg de leite/vaca/dia, confirmando que o custo de produção é alto e esse sistema não compensa para vacas com produção de leite abaixo de 20 kg de leite/vaca/dia. Assim, o sistema avaliado apresentou, em média, 5 kg de leite/vaca/dia abaixo da produção mínima necessária para viabilizar o modelo de sistema de produção explorado sugerido pelos autores.

Em estudo realizado por Barbosa Silveira et al. (2011) sobre a simulação de um sistema de produção leiteira em *free stall*, observou-se que o custo operacional total da alimentação e mão de obra permanente, consideradas categorias de maior dispêndio financeiro representaram 62,72% e 15,35%, respectivamente. Neste estudo, a imobilização do capital financeiro para o pagamento da mão de obra permanente foi semelhante ao recomendado pelos autores, fato este não observado para a participação nos custos envolvidos com a alimentação dos animais (Tabela 5).

Despesas com o pagamento de mão de obra permanente, serviços de terceiros, consultoria administrativa e consultoria técnica, representaram 29,2% do custo operacional efetivo, sendo a mão de obra permanente e a consultoria técnica, as categorias de maior impacto financeiro no custo operacional de produção.

Os gastos com consultoria técnica foi um item que merece atenção, pois o custo realizado deve estar de acordo com a produtividade obtida no sistema de produção. Este custo trata-se de uma despesa realizada com o objetivo de aumentar a produtividade do sistema, reduzir o custo operacional, maximizar os recursos disponíveis, diluir o investimento, melhorar o uso da mão de obra e, aumentar a rentabilidade financeira da atividade. Quando o foco da avaliação estiver voltado para a consultoria administrativa, devem-se acompanhar os custos de produção e identificar na composição destes, os itens que causam maior impacto econômico nos resultados obtidos com a atividade, pois este é responsável em identificar e auxiliar o excesso de dispêndio financeiro aplicado no sistema de produção, e orientar aos gestores a buscar alternativas que promovam a redução no custeio da atividade.

Tabela 5: Custo operacional efetivo da atividade, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.

	2010	2011	2012	2013	2014
Alimentação	34%	37%	38%	40%	38%
Gastos com mão de obra permanente	14%	15%	15%	17%	14%
Gastos com consultoria e mão de obra terceirizada	13%	14%	12%	13%	14%
Gastos diversos	7%	6%	7%	7%	8%
Sanidade	2%	2%	2%	2%	4%
Plantação	7%	5%	5%	3%	4%
Energia elétrica	4%	4%	4%	4%	4%
Manutenção	6%	5%	6%	5%	4%
Frete	2%	1%	2%	1%	3%
Limpeza e desinfecção	2%	2%	2%	2%	3%
Impostos e taxas	2%	2%	2%	2%	2%
Inseminação	1%	2%	1%	1%	1%
Mão de obra específica	1%	1%	1%	1%	1%
Escritório	1%	1%	1%	0%	0%
Controle de pragas	1%	1%	1%	1%	0%
Retirada do proprietário	3%	2%	1%	1%	0%
	100%	100%	100%	100%	100%

O custo com energia elétrica merece atenção, uma vez que o sistema apresenta alta tecnificação, onde se observa um maior gasto, bem como uma maior dependência do sistema para seu funcionamento e exploração. E conforme a Figura 1 e Tabela 5, a energia elétrica correspondeu, em média, a 4% do custo operacional efetivo da propriedade.

O custo fixo representou, em média, 41% do custo total da atividade leiteira (Tabela 6). Conforme Ferraza et al. (2015), os elevados gastos com alimentação, mão de obra, sanidade e depreciação, que compõem o custo operacional efetivo são os principais contribuintes para a composição do custo total. A depreciação representou 7% do custo fixo, evidenciando a alta tecnificação utilizada na propriedade e segundo Ferraza et al. (2015), o

aumento da escala de produção propicia uma redução nos custos médios fixos, entre eles a depreciação (Tabela 6).

O sistema de produção utilizado neste trabalho não contabilizava todos os custos inerentes ao gerenciamento e administração da propriedade. Este quantificava apenas os desembolsos e a depreciação das máquinas, equipamentos e benfeitorias. Assim, para facilitar o desenvolvimento deste trabalho, foi dividido o custo fixo em despesas fixas, que foram os desembolsos ocorridos no sistema e a depreciação. Desta forma, explicam-se os valores iguais do Custo Operacional Total (COT) e o Custo Total (CT).

Tabela 6: Análise dos custos de produção, no sistema de confinamento total, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.

	2010	2011	2012	2013	2014
Receita da produção do leite (R\$)	1.044.709,39	1.144.938,40	1.234.405,99	1.316.105,13	1.466.359,85
Receita da atividade leiteira (R\$)	1.064.128,56	1.157.874,83	1.243.071,72	1.330.162,03	1.515.705,83
Custo fixo (CF) - (R\$)	607.000,93	684.810,06	745.114,60	813.827,09	744.426,47
Custo variável (CV) - (R\$)	892.007,62	914.157,07	1.095.820,75	1.126.531,83	1.205.187,35
Investimento anual (R\$)	252.083,96	660.442,48	285.117,12	88.844,39	34.702,13
Depreciação (R\$)	47.212,09	113.256,34	141.768,05	150.652,49	154.122,70
Despesas fixas (R\$)	559.788,84	571.553,73	603.346,56	663.174,60	590.303,77
Custo operacional efetivo (COE) - (R\$)	1.451.796,46	1.485.710,80	1.699.167,31	1.789.706,44	1.795.491,12
Custo operacional total (COT) - (R\$)	1.499.008,54	1.598.967,13	1.840.935,35	1.940.358,92	1.949.613,82
Custo total (CT) - (R\$)	1.499.008,54	1.598.967,13	1.840.935,35	1.940.358,92	1.949.613,82

A depreciação das matrizes não foi considerada no cálculo do custo de produção, para evitar a duplicidade no lançamento das despesas relacionadas ao rebanho, conforme recomendação de Lopes et al. (2004).

A propriedade encontra-se em fase de adequação e melhorias dos indicadores zootécnicos e produtivos. Entre os anos de 2010 e 2013, observou-se que a propriedade encontrava-se com oscilações nos resultados econômicos, apresentando indicadores de eficiência econômica com variações, porém sempre valores negativos para a margem bruta,

margem líquida e resultado, por litro de leite produzido (Tabela 7). Nesta condição financeira, a lucratividade e a rentabilidade simples obtidas não se tornaram atrativas para o investimento realizado.

Em 2014, com algumas medidas gerenciais tomadas, pode-se observar que houveram melhorias nos resultados obtidos, mas ainda, estes apresentaram valores negativos, o que leva a administração da propriedade ter que tomar novas decisões para que o empreendimento seja rentável financeiramente. Ferraza et al. (2015), concluíram que produtores de alto nível tecnológico realizaram investimentos sem as necessárias análises de retorno sobre o investimento e risco. Como forma de melhorias do sistema gerencial e econômico desta propriedade, reestruturação da mão de obra, conforme recomendação de Ferraza et al. (2015) e readequação da alimentação dos animais, conforme sugerido por Teixeira et al. (2013), são as primeiras estratégias recomendadas para estruturação da atividade.

Tabela 7: Análise dos indicadores de eficiência econômica da atividade leiteira, no sistema de confinamento total, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.

	2010	2011	2012	2013	2014
Margem bruta (R\$/l)	-0,58	-0,46	-0,54	-0,57	-0,32
Margem líquida (R\$/l)	-0,65	-0,62	-0,71	-0,76	-0,49
Resultado (R\$)	-434.879,98	-441.092,30	-597.863,63	-610.196,89	-433.907,99
Resultado (R\$/l)	-0,65	-0,62	-0,71	-0,76	-0,49
Lucratividade (%)	-40,87	-38,09	-48,10	-45,87	-28,63
Rentabilidade (%)	-2,67	-2,61	-3,47	-3,53	-2,50

No ano de 2014 foram obtidos valores de - R\$ 0,32 e - R\$ 0,49, para a margem bruta e margem líquida, respectivamente, por litro de leite produzido. Estes valores não estão de acordo com o trabalho realizado por Gomes (2006), que trabalhando com propriedades leiteiras no estado do Rio de Janeiro, encontrou resultados de R\$ 0,22 e R\$ 0,12, respectivamente, para a margem bruta e margem líquida.

A participação da venda de animais sobre a receita total da atividade representou 1,80% ao ano. Para Santos e Lopes (2014), em sistemas de produção leiteira, mais especializados, esta participação na composição da receita, tende a ser maior, devido à melhoria da qualidade genética dos animais que são colocados para comercialização. Na condição da propriedade, em 2014, houve comercialização voluntária de novilhas, em virtude

da crise hídrica que ocorreu neste período, prejudicando a continuação da manutenção destes animais, decisão esta tomada para promover a redução dos custos de produção envolvidos na criação de novilhas leiteiras, bem como promover um incremento financeiro no caixa da propriedade, com a venda destes animais. Esta decisão pode ser um agravante, futuramente, pois estes animais seriam responsáveis pela reposição das matrizes inservíveis a produção leiteira e que serão descartadas.

Uma forma de suprir a necessidade de matrizes, caso seja necessário, é a compra de novilhas prenhas especializadas para a reposição do rebanho, diminuindo uma possível queda na produção leiteira em virtude de desestruturação da composição do rebanho e aumentando a variabilidade genética por estar adquirindo novos animais que serão inseridos no sistema de produção.

Trabalhos realizados com sistemas de produção de leite (MORAES, 2004; OLIVEIRA, 2007 e SILVA, 2008) demonstraram que é possível obter resultados monetários positivos, no entanto faz-se necessário a identificação dos pontos de melhorias e a adoção de medidas estratégicas para alavancar o sistema. Dentre as inúmeras medidas que podem promover a melhoria nos indicadores zootécnicos, produtivos e financeiros de uma atividade leiteira, parece um consenso que o aumento da produção média diária por vaca em lactação e o maior acompanhamento sobre o controle dos gastos com alimentação, consultoria e mão de obra terceirizada seria o mais recomendado.

Lopes et al. (2004) encontraram altas representações do custo fixo em propriedades leiteiras e salientaram que, considerando que não haja aquisição ou venda de bens, nem aumento de impostos, os custos fixos permanecerão constantes e com o aumento da produção leiteira da propriedade, os recursos ficarão mais aproveitados no sistema.

Na propriedade, observou-se que o custo fixo foi relacionado de forma incompleta, pois não contabilizou o custo de oportunidade do sistema, procedimento este incorreto, uma vez que todos os fatores utilizados para produzir determinado bem devem ser remunerados, compreendendo-se entre eles: terra, capital e trabalho (Matsunaga et al., 1976). Diante disso, recomendou-se ao proprietário que na readequação do sistema, que seja adicionado aos custos de oportunidades para que no custo total, seja considerado todos os custos envolvidos no sistema de produção.

#### 5.4.2. ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

Considerando o fluxo de caixa obtido entre os anos de 2010 e 2014, a propriedade não foi viável economicamente (Tabela 8). O sistema de produção explorado atualmente não apresentou viabilidade econômica, por apresentar resultados negativos para o VPL, quando submetido às taxas de desconto de 2,0%, 5,0%, 8,0%, 10,0% e 13,0%, ao ano. Para obter o  $VPL = 0$ , seria necessária uma TIR negativa de 1,2% ao ano.

Por apresentar VPL negativo, recomendações foram apresentadas e definidas para a construção de uma nova proposta de investimento que viabilizasse a produção leiteira. Foram considerados indicadores zootécnicos e de produção mais adequados a realidade do investimento realizado para um sistema de alta produção na propriedade, objetivando melhorias nos pontos de maior dispêndio de capital, nas categorias de alimentação e mão de obra.

Tabela 8: Valor Presente Líquido (VPL) do sistema de produção obtido, considerando diferentes taxas anuais de desconto.

Taxa anual	Taxa mensal	VPL
- 1,2%	- 0,10%	R\$ 0,00
2,0%	0,17%	- R\$ 2.620.320,80
5,0%	0,41%	- R\$ 4.684.500,23
8,0%	0,64%	- R\$ 6.409.323,09
10,0%	0,80%	- R\$ 7.401.975,53
13,0%	1,02%	- R\$ 8.693.206,98

#### 5.5. Análise dos custos de produção, considerando as adequações e melhorias

Baseado no fluxo de caixa apresentado para o ano de 2014, que foi utilizado como referência para definição da composição do rebanho, reestruturou-se a proporção de vacas em lactação, considerando uma média anual de 80%. Aliado a isso, propôs-se uma redução de 20% nos gastos com contratação de consultoria e mão de obra terceirizada. A produção média de leite estimada foi de 18,7 litros/dia para atingir uma rentabilidade próxima a zero conforme resultados obtidos para a proposta de investimento realizada para o Cenário A (Tabela 9). Neste cenário, foi considerado o aumento dos gastos com alimentação para os animais, em

função da exigência nutricional para a produção de acordo com o aumento da produção diária de leite (NRC, 2001).

Para o cenário B, promoveu-se a diminuição dos gastos com a mão de obra e consultoria em 20%, reestruturou-se a proporção de vacas em lactação, considerando uma média anual de 80% e considerou-se ainda, os custos de oportunidade do sistema de produção. A produção média estimada foi de 26,3 litros de leite/vaca/dia e adequou-se os custos com a alimentação animal a produção estimada, conforme exigência nutricional para a produção de acordo com o aumento da produção diária de leite (NRC, 2001).

Nos custos da propriedade não foi contabilizado os custos de oportunidade do sistema, subestimando assim, o custo total de produção. Sendo assim, utilizou-se como taxa de remuneração do custo de oportunidade, uma taxa de 12,4% ao ano, o que correspondeu a uma taxa de 0,98% ao mês. A escolha dessa taxa baseou-se na taxa de crédito oferecida pelo BNDES a empreendimentos desta magnitude (BNDES, 2015) e foi referenciada no mês de outubro de 2015, mês base em que as análises dos resultados foram realizadas.

Na determinação do custo de oportunidade anual foi utilizada uma correlação, sendo: o custo de oportunidade da terra, foi considerado o valor de compra da terra; para o custo de oportunidade do capital circulante, considerou-se a metade do custo operacional efetivo anual; para o custo de oportunidade do capital imobilizado, foi utilizada a média da diferença do valor pago no investimento realizado até o ano de 2014 e o valor de sucata  $((V_i - V_f)/2)$ ; e para o custo oportunidade do proprietário, foi utilizado como referência 10% da receita anual da atividade.

Tabela 9: Simulação dos cenários considerando as melhorias no sistema de produção, com base nos resultados apresentados para o fluxo de caixa do ano de 2014.

	Cenário A	Cenário B
Receita da produção do leite (R\$)	1.884.931,25	2.678.829,24
Receita da atividade leiteira (R\$)	1.884.931,25	2.678.829,24
Depreciação (R\$)	154.122,70	154.122,70
Despesas fixas (R\$)	551.741,46	541.247,98
Custo variável – CV (R\$)	1.174.966,15	1.432.628,19
Custo operacional efetivo – COE (R\$)	1.726.707,61	1.973.876,17
Custo operacional total – COT (R\$)	1.880.830,31	2.127.998,86
Custos de oportunidade (R\$)	-	550.403,99

Custo fixo – CF (R\$)	705.864,16	1.245.774,67
Custo total – CT (R\$)	1.880.830,31	2.678.402,85
Resultado (R\$)	4.100,94	426,39
Lucratividade – L (%)	0,22	0,02
Rentabilidade simples – RS (%)	0,02	0,00
Custo de oportunidade da terra (R\$)	-	78.959,06
Custo oportunidade do capital imobilizado (R\$)	-	81.181,69
Custo oportunidade do capital circulante (R\$)	-	122.380,32
Custo oportunidade do proprietário (R\$)	-	267.882,92
Quantidade de leite vendido (L)	1.142.383	1.623.533
Receita do leite (R\$/L)	1,65	1,65
Produção média por vaca em lactação (L/dia)	18,7	26,3
Produtividade por funcionário (L/dia)	295	397
Custo funcionário permanente (1) (R\$/L)	0,28	0,22
Custo da alimentação animal (2) (R\$/L)	0,75	0,78
Custo da consultoria técnica + MO terceirizada (3) (R\$/L)	0,22	0,17
(1)+(2)+(3) (R\$/L)	1,25	1,17

Cenário A: considerou a redução de 20% dos gastos com mão de obra e consultoria técnica e o aumento da produção leiteira para 18,7 litros/vaca/dia. Cenário B: considerou a redução de 20% dos gastos com mão de obra e consultoria técnica, a introdução do custo de oportunidade do sistema e o aumento da produção de leiteira para 25,2 litros/vaca/dia.

Contabilizando o custo de oportunidade do sistema, o custo total de produção apresentou-se completo para que a rentabilidade fosse calculada até ficar próxima de zero, de acordo com a proposta apresentada para o cenário B.

Percebe-se que os custos com mão de obra permanente e custos com consultoria e mão de obra terceirizada (Tabela 9) tem o mesmo impacto por litro de leite (equivalem, aproximadamente, 24% do custo total de produção), mostrando novamente que o alto desembolso para estes. Nos cenários propostos, pode-se observar que o aumento da produção leiteira no sistema, promoveu uma diminuição das relações mão de obra e litro de leite produzido, salientando que são ferramentas que necessitam serem diluídas para beneficiar o sistema de produção. Para um sistema *free stall*, conforme Mattos (1988) e Camargo (1991), os resultados apresentados proporcionaram à exploração da atividade próxima a média mínima recomendada para sistemas de confinamento total dos animais. Nos cenários propostos, buscou-se a adequação da estrutura e dos recursos disponíveis para que atingisse

valores que promovessem a obtenção da rentabilidade próxima de zero, conseqüentemente, a obtenção de valores acima dos recomendados, certamente promoverá um aumento na rentabilidade.

#### 5.5.1. USO DO COMPOSTO ORGÂNICO COMO FONTE DE NUTRIENTES PARA A PRODUÇÃO DE VOLUMOSO

Na utilização do composto orgânico para produção de volumosos destinados a alimentação animal, por meio do fornecimento de silagem, utilizou-se a técnica da orçamentação parcial, proposta por Noronha (1987), visando identificar o melhor uso financeiro para a tecnologia explorada (Tabela 10). Com esta técnica, foi possível avaliar se compensa ou não a introdução da utilização do resíduo tratado como substituinte da adubação mineral. Na realização desta análise, utilizaram-se duas doses de adubação orgânica para o plantio de milho destinado a produção de silagem, que foram: utilizando apenas o composto orgânico, como fonte de nutrientes (5 t/ha) e utilizando o composto consorciado, com nitrogênio (1,5 t/ha de composto + 55 kg N/ha).

Com os resultados obtidos na técnica da orçamentação parcial, foi observado que a substituição da adubação mineral pela adubação orgânica foi viável economicamente. Entretanto, cabe-se uma análise técnica no uso da substituição, uma vez que a Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais (1999) salientou que as taxas de mineralização de N, provenientes de resíduos bovinos são de: 50% no primeiro ano de aplicação, 20% no segundo ano e 30% após o segundo ano da aplicação. Sendo assim, a utilização da adubação orgânica é benéfica quando utilizada para um período de médio e em longo prazo, não podendo afirmar que os nutrientes encontrados nas análises laboratoriais realizadas, serão disponibilizados logo no primeiro ano de plantio da cultura.

Tabela 10: Orçamentação parcial da substituição da adubação mineral pela adubação orgânica, utilizando o composto tratado do sistema de tratamento de resíduos.

	Doses de aplicação	
	5,0 t./ha	1,5 t./ha + 55 kg ureia/ha
Redução no custo da compra de adubo comercial	R\$ 52.226,35	R\$ 52.226,35
Redução no custo com mão de obra	R\$ 2.665,29	R\$ 2.665,29
<b>BENEFÍCIOS</b>	<b>R\$ 54.891,64</b>	<b>R\$ 54.891,64</b>

Aumento no custo de mão de obra para o adubo	R\$ 3.464,88	R\$ 2.931,82
Aumento no custo de estocagem do adubo	R\$ 21.600,00	R\$ 21.600,00
Aumento no custo com a compra de uréia	-	R\$ 6.476,45
<b>CUSTOS</b>	R\$ 25.064,88	R\$ 31.008,27
<b>BENEFÍCIOS-CUSTOS</b>	R\$ 29.826,76	R\$ 23.883,37

O sistema de substituição da adubação mineral pela adubação orgânica, mesmo consorciada com a aplicação de ureia é recomendado para uma disposição adequada do resíduo rico em nutrientes e reutilização no próprio sistema. Outro ponto favorável é a adequação de compra dos nutrientes necessários para o plantio de culturas no sistema de produção, pois, observa-se que a propriedade tinha um alto gasto de compra de adubos minerais e este foi suprido, parcialmente com adubação orgânica. Visando a redução dos gastos com adubação na propriedade, a utilização de meios de armazenamento do composto orgânico de forma mais econômica devem ser adotada, melhorando o benefício da utilização desta tecnologia.

O uso do composto orgânico deve ser utilizado com a premissa de recuperação da fertilidade do solo, considerando um período de longo prazo na aplicação. Baseado nestes conceitos, as altas doses de adubação orgânica recomendadas na literatura são justificadas, em virtude da baixa concentração de nutrientes disponíveis para as plantas (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004) e, pode-se acrescentar a dependência da mineralização do resíduo para o efetivo aproveitamento dos nutrientes pelas plantas.

Todavia, os resultados benéficos para o tratamento de resíduos e a utilização deste para reaproveitamento na própria propriedade foi compatível com os trabalhos de Abreu Junior et al. (2005) e Montoro (2013).

A partir destes resultados positivos da substituição da adubação mineral pela orgânica, foram introduzidos os gastos com investimento do tratamento de dejetos, custos inerentes a depreciação, manutenção e reparos, armazenamentos e a substituição da adubação química (contabilizando os custos com mão de obra, máquina e tratorista). Utilizando-se da dose de adubação de maior valor (adubação orgânica mais o adubo uréia), promoveu-se uma simulação para os custos envolvidos na atividade, apresentado para o cenário C, considerando a mesma produção diária/vaca/dia, para atingir a uma rentabilidade próxima a zero, o que promoveu o aumento da rentabilidade para 0,54% ao ano (Tabela 11).

A redução nos gastos com a compra de adubos comerciais favoreceu o aumento da rentabilidade da propriedade (0,54%), corroborando com o trabalho de Montoro (2013). Mesmo a rentabilidade estando positiva, sugeriu à propriedade que esta melhore os indicadores zootécnicos para aumentar a produção de leite/animal e, conseqüentemente, a redução dos custos fixos por unidade de produto produzido, neste caso o leite.

Neste cenário, foram obtidos valores de R\$ 0,46 e R\$ 0,42 por litro de leite, para a margem bruta e margem líquida, respectivamente. Estes valores foram superiores aos encontrados por Gomes (2006) que avaliou propriedades leiteiras no estado do Rio de Janeiro e encontrou valores de R\$ 0,22 e R\$ 0,12, para a margem bruta e margem líquida, respectivamente.

Tabela 11: Análise economia do sistema de produção com as sugestões de melhorias, mais a introdução do investimento para o tratamento de resíduos e a substituição parcial da adubação química pela adubação orgânica com uréia.

	Cenário C
Investimento anual (R\$)	171.863,60
Receita da produção do leite (R\$)	2.678.829,24
Receita da atividade leiteira (R\$)	2.687.829,24
Depreciação (R\$)	74.062,28
Despesas fixas (R\$)	541.247,98
Custo variável – CV (R\$)	1.393.144,82
Custo operacional efetivo – COE (R\$)	1.934.392,80
Custo operacional total – COT (R\$)	2.008.455,08
Custos oportunidade (0,98% a.m.) (R\$)	583.627,19
Custo fixo – CF (R\$)	1.198.937,45
Custo total – CT (R\$)	2.592.082,27
Resultado (R\$)	95.746,98
Margem bruta – MB (R\$/L)	0,46
Margem líquida – ML (R\$/L)	0,42
Lucratividade – L (%)	3,56

Rentabilidade simples – RS (%)	0,54
Custo oportunidade da terra (R\$)	78.959,06
Custo oportunidade do capital imobilizado (R\$)	81.181,69
Custo oportunidade do capital circulante (R\$)	119.932,35
Custo oportunidade do proprietário (R\$)	268.782,92

A partir do fluxo de caixa construído para a realização na análise de viabilidade econômica (VPL), foi determinado o tempo de retorno do capital investido (Tabela 12), por meio da metodologia do *payback*, considerando o sistema de produção adaptado ao uso da nova tecnologia para tratamento de resíduos. O investimento realizado na unidade de tratamento de resíduos e a substituição da adubação mineral pela adubação orgânica como fonte de nutrientes para o plantio de milho foi recuperado entre o oitavo e nono ano de exploração da unidade de tratamento e da tecnologia adotada.

Tabela 12: Tempo de retorno do capital investido com o investimento realizado no sistema de tratamento de resíduos e o uso do composto orgânico tratado como substituinte da adubação mineral na produção de milho para silagem.

Ano	Investimento no sistema de tratamento de resíduos + custos com a adubação orgânica	Receita economizada com uso da adubação orgânica	Saldo acumulado corrente
1	- R\$ 171.863,60		
2		R\$ 23.883,37	- R\$ 147.980,23
3		R\$ 23.883,37	- R\$ 124.096,86
4		R\$ 23.883,37	- R\$ 100.213,49
5		R\$ 23.883,37	- R\$ 76.330,12
6		R\$ 23.883,37	- R\$ 52.446,75
7		R\$ 23.883,37	- R\$ 28.563,38
8		R\$ 23.883,37	- R\$ 4.680,01
9		R\$ 23.883,37	R\$ 19.203,36

Carneiro (2009) encontrou que o tempo de retorno do capital para a compostagem de chorume de bovinos e suínos foi superior a 10 anos. Já, Eyerkauffer e Brito (2012), encontraram que o tempo de recuperação do capital investido na compostagem de dejetos de suínos foi de dois anos. Essa diferença está relacionada à produção estimada de composto (374 toneladas) e o preço de comercialização do produto (R\$ 300,00/tonelada).

A partir dos dados obtidos na Tabela 11, realizou-se a análise de viabilidade econômica para a atividade leiteira, considerando um horizonte temporal de 10 anos (Tabela 13). Com as adequações atendidas de melhorias propostas no sistema de produção, a adoção da tecnologia de tratamento de resíduos e o uso da substituição parcial da adubação mineral no plantio de milho avaliaram-se o novo cenário proposto para a exploração da propriedade e realizou-se a construção do novo fluxo de caixa. O cenário avaliado apresentou viabilidade econômica a uma taxa de desconto de 2% ao ano.

Tabela 13: Valor Presente Líquido (VPL) do sistema de produção readequado, considerando o sistema de tratamento de dejetos e a substituição parcial da adubação orgânica, submetido às diferentes taxas anuais de desconto.

Taxa anual	Taxa mensal	VPL
2,00%	0,17%	R\$ 569.788,84
5,00%	0,41%	- R\$ 5.014.744,26
8,00%	0,64%	- R\$ 8.645.767,05
10,00%	0,80%	- R\$ 10.349.354,16
13,00%	1,02%	- R\$ 12.181.447,53

Cabe ressaltar que a análise de viabilidade econômica utilizou-se o sistema de produção na escala de produtividade mínima recomendada por Mattos (1988) e Camargo (1991). E seguindo a linha de melhorias no sistema de produção, aumentando a produtividade dos animais, o custo médio de produção tende a diminuir e ficando mais compatível ao investimento realizado no empreendimento.

A Taxa Interna de Retorno obtida neste cenário foi de 2,25% ao ano, ou seja, foi à taxa de juros que igualou o VPL a zero, confirmando com a rentabilidade apresentada na Tabela 10. A viabilidade foi compatível com os encontrados por Brum et al. (2013), que trabalharam com a produção de compostagem de cama de frango em um assentamento agrícolas. Dessa maneira, apesar do custo de implantação do sistema de tratamento não estar

em completo funcionamento, este ainda compensou sobre o âmbito econômico e ambiental, com o adequado tratamento e destinação do dejetos da propriedade, atendendo a legislação brasileira vigente. Já Carneiro (2009), ao utilizar o sistema de compostagem como tratamento, as análises de desempenho financeiro foram desfavoráveis ao investimento (TIR de -1,7%) e o tempo de retorno de capital investido foi superior aos dez anos de exploração do empreendimento.

Entretanto, a análise econômica é parte deste estudo e para o investimento em novas tecnologias são necessárias a utilização de ferramentas de controle, planejamento e gerenciamento como qualquer empresa. As análises apenas facilitaram a identificação dos pontos de maiores preocupações e cuidados no sistema de produção (RODRIGUES et al., 2012).

Salienta-se que é necessária a construção de mais trabalhos de análise da rentabilidade e da viabilidade econômica em sistemas de tratamento de resíduos, visando à adequação de novas tecnologias, de acordo com a capacidade de investimento e financeira em cada sistema de produção.

A fim de identificar os itens de maior impacto econômico nos resultados obtidos para o cenário proposto, procedeu-se a realização da análise de sensibilidade (Tabela 14). Os itens foram identificados e classificados por ordem de importância e a variação do VPL foi realizada sobre o fluxo de caixa submetido a uma taxa de desconto de 2% ao ano. Considerou-se para a variação do VPL, sempre no sentido desfavorável, uma variação de 10% nos preços praticados dos itens que compõem o fluxo de caixa.

Tabela 14: Resultados da variação do VPL e da TIR no sistema de produção com o tratamento de resíduos e a substituição parcial da adubação orgânica, utilizando uma taxa de desconto de 2% ao ano.

Item de produção	Variação do VPL	Variação da TIR
Preço de comercialização do leite	- R\$ 2.089.135,10	- R\$ 2.039.038,53
Compra de insumos para alimentação	- R\$ 706.167,11	- R\$ 689.167,54
Pagamento de mão de obra permanente	- R\$ 155.565,62	- R\$ 151.820,69
Gastos diversos	- R\$ 110.810,82	- R\$ 108.143,27
Pagamento de consultoria contábil ou administrativa	- R\$ 108.406,92	- R\$ 105.797,24
Gastos para produção de silagem	- R\$ 65.048,93	- R\$ 63.483,01

Compra de medicamentos veterinários	- R\$ 62.060,66	- R\$ 60.566,67
Pagamento de energia elétrica	- R\$ 58.346,42	- R\$ 56.941,84
Manutenção de máquinas e benfeitorias	- R\$ 56.546,02	- R\$ 55.184,78
Pagamento de mão de obra terceirizada	- R\$ 52.441,09	- R\$ 51.178,67
Pagamento de frete	- R\$ 44.096,92	- R\$ 43.035,38

---

Observou-se que o indicador de rentabilidade (VPL) é mais sensível a variação de preços de comercialização do leite, sendo justificável em virtude deste ser o responsável pela receita da atividade. O item de compra de insumos para alimentação foi o segundo de maior impacto, devendo ser administrado com cautela, pois os principais insumos para formulação de ração para sistema de alimentação animal, como a soja e o milho, sofrem grande variação do preço no mercado internacional e nacional (CEPEA, 2013).

Os gastos com plantação e produção de silagem de milho foi o sexto item de impacto sobre a rentabilidade da atividade. Dado este possível devido ao controle na antecipação da compra de sementes para o plantio e o adubo ureia como fonte parcial de nitrogênio para a cultura.

Esta análise é importante para identificar os itens de maior impacto no insucesso da atividade, estes interferem, diretamente, na rentabilidade da atividade. Identificando-os pode ser realizados planejamentos para antecipação da compra de insumos que sofrem influência da sazonalidade de compra e gerenciamento da comercialização do produto. Um caso que já ocorre na propriedade é o aumento da produção de leite na época de menor comercialização do produto, onde, conseqüentemente, o preço de comercialização é mais elevado. Realizando esta estratégia a propriedade tem maior poder de negociação no laticínio que o mesmo já realiza a comercialização habitual.

Conforme ressaltado por Peres et al. (2009), a pecuária leiteira é uma atividade que depende do comportamento da economia mundial e das políticas públicas aplicadas, pois variações desfavoráveis nos preços de comercialização e pagos aos produtores podem propiciar perdas na atividade.

A partir destes resultados foram identificados, com a análise de sensibilidade, os itens mais sensíveis, a uma taxa de desconto de 2% a.a., foram: preço de comercialização do leite, a compra de insumos para alimentação, o pagamento de mão de obra permanente, os gastos diversos, o pagamento de consultoria contábil ou administrativa, os gastos para

plantação e produção de silagem, a compra de medicamentos veterinários, o pagamento de energia elétrica, a manutenção de máquinas e benfeitorias, o pagamento de mão de obra terceirizada e o pagamento de frete (Tabela 14).

Na análise probabilística de risco, o empreendimento apresentou um risco de 43,96% de ser inviável financeiramente, quando submetido a uma taxa de desconto de 2% ao ano (Figura 2). O elevado risco financeiro foi justificável com a rentabilidade da atividade e a produção obtida no limite mínimo aconselhável para sistemas de produção *free stall* (MATTOS, 1988 e CAMARGO, 1991). Desta forma, espera-se que o aumento da produção individual das vacas e a produtividade por área, podem contribuir para a redução do risco financeiro, melhorando a rentabilidade da atividade leiteira.

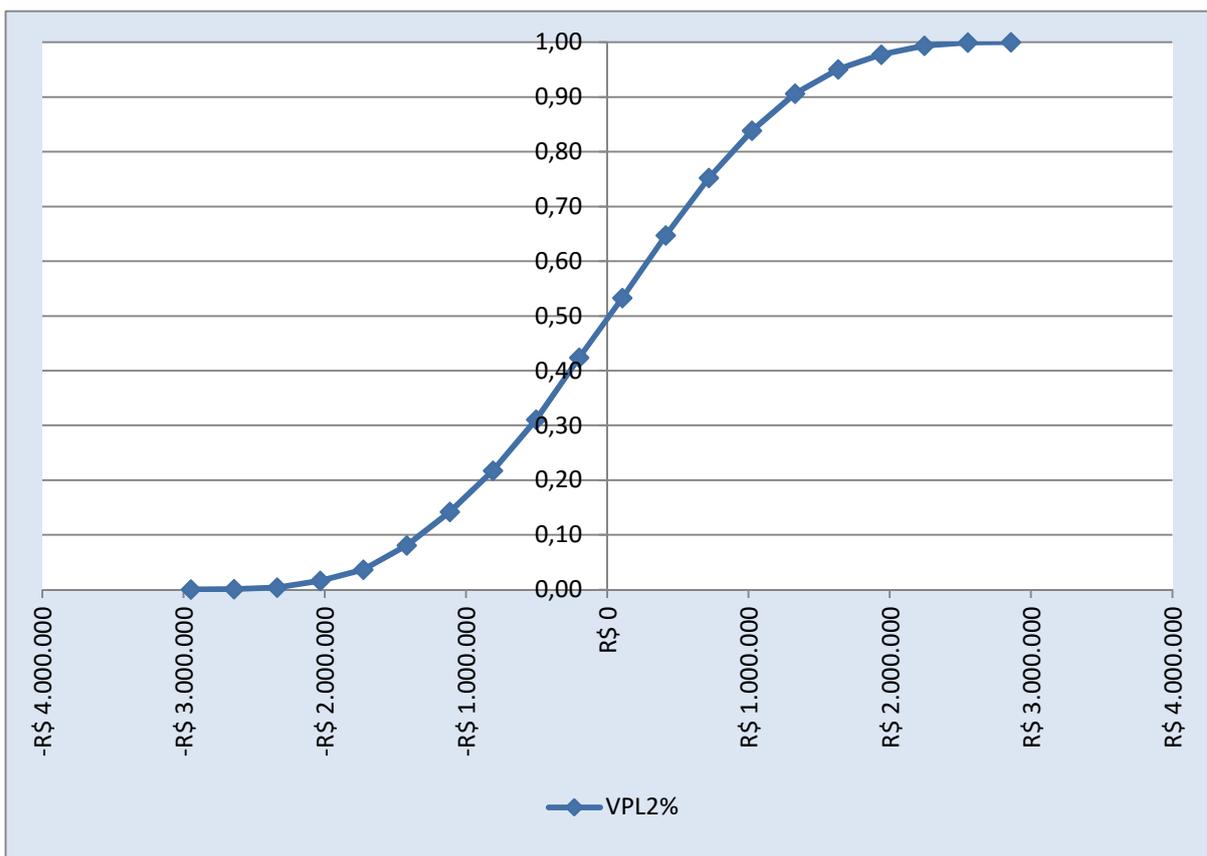


Figura 2: Distribuição das frequências acumuladas do risco, a uma taxa de desconto de 2% ao ano.

## 6. CONCLUSÃO

A identificação dos custos que relacionam todos os fatores de produção de um sistema é necessária para alcançar um resultado favorável à atividade. Uma vez conhecida as receitas e as despesas, pode-se identificar os gargalos do sistema produtivo e definir as melhores estratégias que devem ser adotadas para o crescimento da empresa.

Gastos com consultoria e mão de obra terceirizada são importantes para o sistema de produção, porém devem ser analisados e controlados de acordo com a necessidade do sistema. Altos dispêndios de capital financeiro nestes itens podem inviabilizar o sistema de produção.

No sistema de produção leiteira altamente tecnificado, a implantação de uma unidade de tratamento de dejetos para produção de composto orgânico e seu uso como substituinte da adubação mineral é viável, financeiramente e economicamente, a uma taxa de desconto de 2% ao ano, considerando uma produção mínima de 26,3 litros de leite/vaca/dia.

Os itens que mais influenciam na viabilidade do sistema de produção, por ordem de importância, são: o preço de comercialização do leite, a compra de insumos utilizados na alimentação animal, o pagamento de mão de obra permanente, os gastos diversos e o pagamento de consultoria contábil ou administrativa.

O sistema de produção leiteira avaliado apresenta risco médio, sendo necessário o aumento da produção individual das vacas, para que os custos médios fixos sejam diluídos pela produção leiteira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU JUNIOR, C. H. et al. Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre nos solos tratados com composto de lixo urbano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 26, p. 769-780, 2005.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Classificação os Resíduos Sólidos. *NBR 10.004*. 2004.
- ALVES, E. Características do desenvolvimento da agricultura brasileira. In: *O agronegócio do leite no Brasil*. GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B; CARNEIRO, A. V. ed. Juiz de Fora: Embrapa, CNPGL, cap. 1, p. 11-31., 61 p., 2001.
- ALVES, E.; SOUZA, G. S. e ROCHA, D. P. Lucratividade da agricultura. *Revista de política agrícola*. v. 21, n. 2, abri./mai./jun. 2012.
- AMORIM, A. C.; LUCAS JUNIOR, J.; RESENDE, K. T. Biodigestão anaeróbia de resíduos de caprinos obtidos nas diferentes estações do ano. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v. 24, n. 1, p. 16-24, jan. 2004.
- ASSAF NETO, A. Os métodos quantitativos de análise de investimentos. *Caderno de estudos*, Campinas, v. s., n. 6, p. 01-16, out. 1992.
- BACEN. BANCO CENTRAL DO BRASIL; Taxas de juros de operações de crédito. 2014. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pt-br/sfn/infopban/txcred/txjuros/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 24 de junho de 2014.
- BARBOSA SILVEIRA, A. et al. Simulação da rentabilidade e viabilidade econômica de um módulo de produção em leite *free stall*. *Arquivo Brasileiro de Zootecnia*, v. 63, n. 2, p. 392-398, mar. 2011.
- BARROS, H. A. *Empresa Agrícola*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1968.
- BERTOL, I.; MELLO, E. L.; GUADAGNIN, J. C.; ZAPAROLLI, A. L. V. & CARRAFA, M. R. Nutrient losses by water erosion. *Scientia Agrícola*, v. 60, p. 581-586, 2003.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009. *Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, Brasília, 2009.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 53 de 24 de outubro de 2013. *Definições, a classificação, o registro e renovação de registro de estabelecimento, o registro de produto, a autorização de*

*comercialização e uso de materiais secundários, o cadastro e renovação de cadastro de prestadores de serviços de armazenamento, de acondicionamento, de análises laboratoriais, de empresas geradoras de materiais secundários e de fornecedores de minérios, a embalagem, rotulagem e propaganda de produtos, as alterações ou os cancelamentos de registro de estabelecimento, produto e cadastro e os procedimentos a serem adotados na inspeção e fiscalização da produção, importação, exportação e comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes e materiais secundários.* Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, Brasília, 2013.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. *Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)*, Brasília, 2010.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. *Proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal*, Brasília, 2012.

BUARQUE, C. *Avaliação econômica de projetos*. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991, 266 p.

BUENO, C. F. H. Produção e manejo de esterco. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 12, n. 135/136, p. 81-85, mar.-abr. 1986.

BRUM, A. L. et al. Viabilidade econômica da produção de adubo orgânico para assentamentos agrícolas na região norte de Mato Grosso. *Otra Economía*, v. 7, n. 13, jul.-dic. 2013.

CABRERA, M. L. et al. Nitrogen mineralization from organic residues: research opportunities. *Journal of Environmental Quality*, v. 34, p. 75-79, 2005.

CALDERÓN, F. J.; McCARTY, G. W.; Van KESSEL, A. S.; REEVES III, J. B. Carbon and nitrogen dynamics during incubation of manured soil. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 68, p. 1592-1599, 2004.

CAMARGO, A. C. Confinamento em *free stall*. In: CONFINAMENTO DE BOVINOS LEITEIROS, 1., Piracicaba, 1991. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 01-28.

CAMARGO, O. A. et al. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas. Instituto, *Boletim técnico*, Edição revista e atualizada Agrônomo, Campinas, v. 106, p. 77, 2009.

- CARMO, M. S.; MAGALHÃES, M. M. Agricultura Sustentável: Avaliação da eficiência técnica e econômica de atividades agropecuárias selecionadas no sistema não convencional de produção. *Informações Econômicas*, São Paulo: IEA. v. 29, n. 7, p. 7-98, jul. 1999.
- CAMPOS, A. T. et al. Manejo de resíduos e de alimentação da pecuária leiteira como estratégia para redução das emissões de metano. In: MINAS LEITE, Juiz de Fora. *Anais...* Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, p. 286-298, 1999.
- CAMPOS, A. T. et al. Tratamento biológico aeróbio e reciclagem de resíduos de bovinos em sistema intensivo de produção de leite. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 2, p. 426-438, mar./abr. 2002.
- CARNEIRO, D. R. C. *Viabilidade técnica e econômica de uma unidade centralizada de co-digestão anaeróbia de resíduos orgânicos*. 2009. 167 f. Dissertação de mestrado (Engenharia do Ambiente). Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto. 2009.
- CARNEIRO, W. J. O.; SILVA, C. A.; MUNIZ, J. A.; SAVIAN, T. V. Mineralização de nitrogênio em latossolos adubados com resíduos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 37, p. 716-725, 2013.
- CASTLE, E. N.; BECKER, M. H, and NELSON, A. G. *Farm Business managent: the decision making process*. 3. ed. New York, Mac Millan, 1987.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Adubação orgânica. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Eds) *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª aproximação*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 87-92.
- CONTADOR, C. R. *Avaliação social de projetos*. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1988, 316 p.
- CORRÊA, J. C.; BENITES, A. M.; REBELLATO, A. Uso dos resíduos animais como fertilizantes. In: II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. II SIGERA: Foz do Iguaçu, PR. 1. *Palestras...* mar. 2011.
- CORRELL, D. L. The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: A review. *Journal of Environmental Quality*, v. 27, p. 261-266, 1998.
- COSTA, L. G. T. A. e AZEVEDO, M. C. L. *Análise fundamentalista*. Rio de Janeiro. FGV/EPGE. 1996.

- CRAVEIRO, A. M. et al. *Manual de biodigestores rurais*. São Paulo: IPT, 1982, 61 p.
- DANTAS, A. *Análise de investimentos e projetos aplicada à pequena empresa*. 8. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília - UnB, 1996, 162 p.
- DEGANUTTI, R. et al. *Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada*. In: 4º Encontro de Energia no Meio Rural, *Anais...* Campinas, 4. ed., 2002..
- DUTRA, R. G. *Custos: uma abordagem prática*. Editora Atlas, 2010. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=rTf8pwAACAAJ>>. Acesso em: 17 de maio de 2014.
- DELAUNE, P. B.; MOORE, P. A.; LEMUNYON, J. L. Effect of chemical and microbial amendment on phosphorus runoff from composted poultry litter. *Journal of Environmental Quality*, v. 35, p. 1291-1296, jul./aug. 2006.
- DOFFER, M. Le compostagem accessible aux Gros excédents. *Porc Magazine*, v. 64, n. 314, p. 129-130, jun. 1998.
- EARTHAL, V. J. T. et al. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v. 14, n. 5, p. 467-477, out. 2010.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. O papel da compostagem de resíduos orgânicos urbanos na mitigação de emissões de metano. *Documento 127*. 2010. 20 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Recomendações para bom desempenho da atividade leiteira*. 2013. Disponível em: <[www.cnpqgl.embrapa.br](http://www.cnpqgl.embrapa.br)>. Acesso em: 23 de setembro de 2014.
- EYERKAUFER, M. L. e BRITO, A. O. Análise de viabilidade econômica da compostagem de dejetos suínos. *Revista eletrônica do Alto Vale do Itajaí*. n. 2, dez. 2012.
- FAERJ/SEBRAE. *Diagnóstico de cadeia produtiva do leite do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro. FAERJ: SEBRAE-RJ, 2010.
- FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. Irrigation with treated sewage effluent: Management for environmental protection. Berlim: Springer-Verlag, 1991, 224 p.
- FIGUEIREDO, P. G; TANAMATI, F. Y. Adubação orgânica e contaminação ambiental. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 5, n. 4, p. 1-4, out./dez. 2010.

FONSECA, A. F. et al. Agricultural use of treated sewage effluents: Agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil. *Scientia Agricola*, v. 64, n. 2, p. 194-209, 2007.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). Índice geral de preços: Disponibilidade interna (IGP-DI). Disponível em: <<http://www.antigofgvdados.fgv.br/>>. Acesso em: 09 de junho de 2015.

FREIRE, L. R. et al. *Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro*. Embrapa, Seropédica, RJ; Editora Universidade Rural, 2013, 430 p.

FULGENCIO, P. C. Glossário – *Vade Mecum*. Mauad Editora Ltda, 2007. ISBN 9788574782188. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=i3ztZNkEpOoC>>. Acesso em: 13 de maio de 2014.

GAYA, J. P. *Indicadores biológicos no solo como uma alternativa para o uso racional de resíduos de suínos como adubo orgânico*. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. 2004.

GOMES, A. L. *Indicadores de eficiência e economias de escalas na produção de leite: um estudo de caso para produtores dos estados Rondônia, Tocantins e Rio de Janeiro*. 2006. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ESALQ/USP, Piracicaba, 2006.

GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. M. S; WENDLING, L. L. Fatores discriminantes do desempenho regional da produção de leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. *Anais...* Brasília: SOBER, 2005, 1 CD-ROM.

GOMES, A. L.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Economias de escala na produção de leite: uma análise dos estados de Rondônia, Tocantins e Rio de Janeiro. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 45, n. 3, p. 591-619, mar. 2007.

HARDOIM, P. C. *Efeito da temperatura de operação e da agitação mecânica na eficiência da biodigestão anaeróbia de resíduos de bovinos*. 1999. 88 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus Jaboticabal, Jaboticabal, 1999.

HERTZ, O. B. Risk analysis in capital investment. *Harvard Business Review*, v. 42, n. 1, p. 95-106, sep. 1964.

HOFFMANN, R. et al. *Administração da empresa agrícola*. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1981. 349 p.

HORNGREN, C. T. et al. *Contabilidade de custos*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 224 p.

IBAMA. Instrução Normativa nº 13, de 18 de dezembro de 2012. *Lista Brasileira de Resíduos Sólidos*, Brasília, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; PIB Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA; Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 29 de junho de 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; Dados infográficos da região de Vassouras. Produção da Pecuária Municipal 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2015; Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=330620&idtema=147&search=rio-de-janeiro|vassouras|pecuaria-2014>>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2016.

IGUE, K.; PAVAN, M. A. Uso eficiente de adubos orgânicos In: Simpósio sobre fertilizantes na agricultura brasileira, 1984, Brasília. *Anais...* p. 383-418.

INSTITUTO AGRONÔMICO. *Boletim Técnico 100: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas, SP. 1997. 285 p.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. Preços médios pagos pela agricultura. Mês de referência: outubro/2015. Disponível em: <[http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/Precos\\_Medios.aspx?cod\\_sis=5](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/Precos_Medios.aspx?cod_sis=5)>. Acesso em: 23 de novembro de 2015.

JANK, M. S.; FARINA, E. M. Q.; GALAN, V. B.; *O agribusiness do leite no Brasil*. São Paulo: Milkbizz, 1999. 108 p.

JUNIOR, J. L., AMORIM, A. C. Manejo de resíduos: fundamentos para a integração e agregação de valor. In: 42ª Reunião Brasileira de Zootecnia, *Anais...* Campo Grande, 2005. 33 p.

- JUNQUEIRA, J. B.; RUGGIERI, A. C.; LUCAS JUNIOR, J. Avaliação do Capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) sob adubação orgânica e mineral. In: 48ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. *Anais...* Belém, 2011.
- KIEHL, J. E. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- KIEHL, E. J. *Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto*. Piracicaba, 1998. 81 p.
- LEMOES, R. C.; SANTOS, R. D. *Manual de descrição e coleta no campo*. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1996. 83 p.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M.; *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 136 p.
- LOPES, M. A.; CARVALHO, F. M. Custo de produção e análise de rentabilidade na pecuária leiteira. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiânia. *Anais...* Campinas:R. Vieira Gráfica & Editora Ltda., cap. 11, 2001, p. 243-278.
- LOPES, M. A. et al. Efeito do tipo de sistema de criação nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG). *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 5, p. 1177-1189, mai. 2004.
- MACHADO, C. R. *Biodigestão anaeróbia de resíduos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de exposição ao ar*. 2011. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu, Botucatu, 2011.
- MATTOS, W. R. S. Confinamento de bovinos leiteiros. In: *Produção de leite: conceitos básicos*. São Paulo: FEALQ, 1988, 81-86 p.
- MATOS, A. T.; SEDIYAMA, M. A. N.; FREITAS, S. P.; VIDIGAL, S. M.; GARCIA, N. C. P. Características químicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de dejetos líquido de suínos. *Revista Ceres*, v. 44, n. 254, p. 399-410, 1997.
- MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo utilizada pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, v. 23, n. 1, p. 123-139, mar. 1976.
- MELO, L. C. A. et al. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 101-110, 2008.

- METROPOLIS, N.; ULAM S. The Monte Carlo method. *Journal of the American Statistical Association*, v. 44, n. 247, 1949.
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, O. A.; CAVALERI, P. A. Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no estado de São Paulo. Campinas, 1983. 138 p.
- MONTORO, S. B.; SANTOS, D. F. L.; LUCAS JUNIOR, J. Análise econômica de investimentos que visam à produção de biogás e biofertilizante por meio de digestão anaeróbia na bovinocultura de corte. *RAUnP - Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Administração da Universidade Potiguar*, v. 5, n. 2, p. 23-34, abr./set. 2013.
- MORAES, A. C. A. et al. Estudo técnico e econômico de um sistema de produção de leite com gado mestiço F1 Holandês-Zebu. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 56, n. 6, p. 745-749, dez. 2004.
- MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.ppifar.org>>. Acesso em: 15 de julho 2015.
- NOGUEIRA, L. A. H. Biodigestão: a alternativa energética. São Paulo: Nobel, 1986. 92 p.
- NORONHA, J. F. *Projetos Agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica*. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1987. 269 p.
- NRC. *National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle*. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381 p.
- OLIVEIRA, A. Método da taxa interna de retorno: caso de taxas múltiplas. *Revista de Administração de Empresas*, v. 19, n. 2, p. 87-90, abr./jun. 1979.
- OLIVEIRA, A. S. et al. Identificação e quantificação de indicadores-referência de sistemas de produção de leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 2, p. 507-516, fev. 2007.
- OLIVEIRA, P. A. V.; NUNES, M. L. Sustentabilidade ambiental da suinocultura. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/administracao/artigos/sustentabilidade-ambiental-suinocultura-t1710/124-p0.htm>>. Acesso em: 24 de junho de 2015.
- Orrico Junior, M. A. P. et al. Compostagem dos dejetos da bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 41, n. 5, p. 1301-1307, 2012.
- PEIXOTO, A. M., PENATI, M. A. Instalações e equipamentos para o confinamento do gado de corte. In: *Confinamento de Bovinos de Corte*. v. 1, p. 45-84, Piracicaba, 2000.

- PEREIRA NETO, J. T.; STENTIFORD, E. L. Aspectos epidemiológicos da compostagem. *Revista de Biologia*, v. 1, n. 1, p. 1-6, jul. 1992.
- PONCIANO, N. J. et al. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 42, n. 4, p. 615-635, 2004.
- RODRIGUES, R.; et al. Viabilidade econômica de um sistema de produção de pecuária bovina sob alta lotação: uso na pesquisa e na pecuária comercial. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 13, n. 1, p. 244-257, 2012.
- ROSSOL, C. D. et al. Caracterização, classificação e destinação de resíduos da agricultura. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 11, n. 4, p. 33-43, 2012.
- RUIZ, R. L. *Microbiologia zootécnica*. São Paulo: Roca, 1992, 314 p.
- SAKUMA, A. *Desenvolvimento e análise experimental de biodigestores modulares de baixo tempo de resistência*. 2013. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia, 2013.
- SANTOS, G.; LOPES, M. A. Indicadores econômicos de sistemas de produção de leite em confinamento total com alto volume de produção diária. *Ciência Animal Brasileira*, v. 15, n. 3, p. 239-248, jul./set. 2014.
- SANVICENTE. *Administração financeira*. Ed. Especial. São Paulo. Atlas, 1987. 129 p.
- SEGANFREDO, M. A. O impacto ambiental na utilização da cama de aves como fertilizante do solo. 2000. Embrapa Suínos e Aves. Disponível em: <[www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_artigos/artigos\\_j1k38l3q.html](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_j1k38l3q.html)>. Acesso em: 13 de maio de 2014.
- SILVA, A. A. *Viabilidade técnica e econômica da implantação da atividade anaeróbia e aplicação de biofertilizante nos atributos de solo e plantas*. 2009. 168 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- SILVA, E. C. F. *Produção de composto orgânico*. 2008. 30 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Cafeicultura (Graduação) - Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, MG. 2008.
- SILVA, F. C. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa Solos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, 370 p.

SILVA, H. A. et al. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementação na região dos Campos Gerais, Paraná. *Ciência Rural*, v. 38, n. 2, p. 445-450, fev. 2008.

SILVA, M. D.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 931-936, nov./dez. 2005.

SILVA, M. V. M.; MARAFON, G. J. A agricultura familiar no estado do Rio de Janeiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL. *Anais...* Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional: Santa Cruz do Sul, RS. Brasil, 2004.

SILVEIRA, F. M. et al. Dejeito líquido bovino em plantio direto: perda de carbono e nitrogênio por escoamento superficial. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 1759-1767, 2011.

SIMS, J. T. Organic wastes as alternative nitrogen sources. In: BACON, P.E. (Ed.). Nitrogen fertilization in the environment. New York: Marcel Dekker, p. 487-535. 1995.

SMITH, S. J.; SCHEPERS, J. S. & PORTER, L. K. Assessing and managing agricultural nitrogen losses to the environment. In: STEWART, B.A., ed. *Advances in soil science*. Chelsea, Lewis Publishers, v. 14. p. 1-43. 1990.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. *Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. Porto Alegre: SBCS, 400 p. 2004.

TEDESCO, M. J. et al. Análises de solos, planta e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS. 174 p. *Boletim técnico de solos/UFRGS*. Departamento de Solos. Porto Alegre, n. 5, 1995.

TEIXEIRA, R. M. A. et al. Eficiência de utilização de concentrado na produção de leite em vacas da raça Gir linhagem leiteira sob confinamento ou pastejo. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 3, n. 1, p. 128-137, jul. 2013.

TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; BENTZ, B.; LINERES, M.; CHENEBY, D.; NICOLARDOT, B. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under non limiting nitrogen conditions. *Soil Science Society of American Journal*, v. 64, p. 918-926, 2000.

VIEIRA, A. A. et al. Substituição do milho por resíduos de bovinos, em rações para suínos, recebendo caldo de cana-de-açúcar. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 20, n. 1, p. 01-13, jan./fev. 1991.

WARREN, S. L., FONTENO, W. C. Changes in physical and chemical properties of a loamy sand soil when amended with composted poultry litter. *Journal of Environmental Horticulture*, v. 11, p. 186-190, dec. 1993.

WOLTERS, G. M. V. H.; BOEREKAMP, J. A. M. Reduction of wastewater from cleaning of milking equipment. In: International Dairy Housing Conference, 3., Orlando. *Proceedings...* Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 1994. p. 700-703.

XAVIER, C. A. N. & JÚNIOR, J. L. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inoculo. *Engenharia Agrícola*, v. 30, n. 2, p. 212-223, mar./abr. 2010.

ZANIN, A. et al. Apuração de custos no manejo da produção leiteira: uma análise comparativa entre o sistema tradicional e o sistema *free stall*. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. *Anais...* Natal, RN: Brasil, 17 a 19 de novembro de 2014. Disponível em: <<http://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/3745/3746>>. Acesso em: 15 de maio de 2015.

## ANEXO

Memorial descritivo das categorias utilizadas para organização das despesas e receitas da propriedade na atividade leiteira no sistema de confinamento total, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014.

<b>Categorias</b>	<b>Item</b>	<b>Subitem</b>	<b>Descrição</b>	
	Análises laboratoriais			
		Bezerras		
		Bezerras desmamadas		
		Equinos		
	Concentrado pronto	Novilhas		
		Sucedâneo		
		Touro		
		Vacas		
Alimentação	Farelos	Caroço de algodão		
		Casca de soja crua		
		Farelo de soja		
		Fubá		
		Polpa cítrica		
				Calcário
	Sal mineral	Minerais para fabricar o sal	Sulfato de cobalto	
			Sulfato de cobre	
		Sal comum		
		Sal grosso		
		Sal proteinado		
Insumo próprio	Leite p/ bezerras			
	Vitamina			
	Volumoso pronto			
Controle de pragas	Controle de moscas			
		Formicida		
		Herbicidas		
		Inseticida		
Despesa interna	Leite consumido pelos funcionários e proprietários			
	Valor imputado do aluguel			
Escritório			Três casas	
	Energia elétrica		Casa do silo	
			Curral	
		Material p/ escritório		
	Outras despesas de comercialização			
	Retirada do proprietário			
	Telefone			

Frete	Transporte externo	Alimentação		
		Controle de pragas		
Gastos diversos	Aluguel de equipamentos	Diversos		
		Insumos para plantação		
		Venda leite		
		Elétrica		
		EPI		
Gastos diversos	Diversos materiais de consumo	Ferramentas		
		Hidráulica		
		Marcenaria		
		Material de consumo		
Gastos diversos	Lubrificantes	Montaria		
		Material de limpeza e desinfecção		
		Higienização da ordenhadeira		
Impostos e taxas	Funrural	Material de consumo		
		Mensalidade de associações	Impostos e taxas	
Impostos e taxas	Sindicatos		Impostos e taxas	
		Inseminação	Luvas e pipetas	Bainha de inseminação
Nitrogênio	Luvas para inseminação			
	Nitrogênio			
Inseminação	Sêmen	Sêmen		
		Investimento	Construções e melhorias de benfeitorias	
Investimento	Retífica ou compra de máquinas e equipamentos			
	Manutenção	Manutenção e reparo de benfeitorias e construções		
Manutenção		Manutenção e reparo de máquinas e equipamentos		
	Mão de obra	Capacitação mão de obra	Capacitação mão de obra	
Consultoria contábil ou administrativa			Consultoria administrativa	Encarregado Geral Gestor
		Encargos sociais	FGTS	
Encargos sociais			INSS	
		Mão de obra	Consultoria técnica	Agrônomo
Mão de obra específica	Assistência técnica			Veterinário
		Mão de obra específica	Assistência técnica	Zootecnista
Mão de obra específica	Assistência técnica			Assistência técnica
		Mão de obra específica	Assistência técnica	Climatização do curral
Mão de obra específica	Assistência técnica			Ferrageamento
		Mão de obra específica	Assistência técnica	Geneticista
Mão de obra específica	Assistência técnica			Inseminação
		Mão de obra específica	Assistência técnica	Laboratorista

Registro das bezerras	
	13º salário
	Correção da folha de pagamento de funcionários
Outros gastos com mão de obra permanente	Exames de funcionários
	Férias de funcionário
	Horas excedentes de Funcionário
	Recisão de funcionário
	Outros serviços de terceiros
	Salário de mão de obra permanente
	Serviços de empreitada
Plantação	Adubação de cobertura
	Adubação de plantio
	Adubação de reposição
	Análises laboratoriais
	Calcário
	Gastos com formação de pastagens
	Sementes
	Silagem
Receitas	Venda de bezerros
	Venda de leite
	Venda de novilhas
	Venda de outros produtos da atividade leiteira
	Venda de touro de descarte
	Venda de vacas de descarte
Sanidade	Exames em gerais
	Medicamentos para diarréia
	Medicamentos para ectoparasitas
	Medicamentos para endoparasitas
	Medicamentos para mastite
	Outros medicamentos
	Vacinas diversas