

ANÁLISE ENERGÉTICA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DO BIODIGESTOR INDIANO NA BOVICULTURA LEITEIRA

¹Natan Felipe Silva; ¹e-mail: natanfelipesilva19@gmail.com; ¹oCentro Universitário de Formiga;

RESUMO: *Evidencia-se neste estudo a possibilidade de geração de energia elétrica através do tratamento de dejetos agropecuários especificamente do setor de bovinocultura do leite. O estudo demonstrou uma metodologia para dimensionar o biodigestor indiano levando em consideração a quantidade de animais presentes em cada propriedade que consequentemente tem relação com a quantidade de dejetos eliminado por dia. Também realizou uma análise de viabilidade econômica da produção de energia elétrica através do tratamento de dejetos, projetando-se os fluxos de caixa é utilizando como indicadores financeiros o VPL, TIR e o payback. A análise de viabilidade demonstrou que a implantação do biodigestor se faz viável em uma propriedade com mais de 76 vacas em lactação, apresentando uma produção de energia elétrica estimada em 43.920 KWh por ano, TIR de 15%, e payback de 5 anos. Salienta-se no estudo que dificilmente um investimento apresenta esta taxa de retorno, ou seja, além de mitigar os impactos ambientais causados pelos dejetos agropecuários e incentivar o uso de energias renováveis, a implementação do biodigestor apresentou-se como uma boa oportunidade de aumento de fonte de renda para o agricultor, ou mesmo, de um novo negócio para possíveis investidores.*

PALAVRAS-CHAVE: *biodigestor indiano; tratamento de dejetos agropecuários; análise de viabilidade.*

ABSTRACT: *This study highlights the possibility of generating electric energy through the treatment of agricultural wastes specifically from the dairy sector. The study demonstrated a methodology for dimensioning the Indian biodigester, taking into account the amount of animals present in each property, which consequently has a relation with the amount of waste eliminated per day. He also participated in an economic feasibility analysis of electricity production through the treatment of waste, projecting cash flows and using NPV, IRR and payback as financial indicators. A viability analysis showed that the implementation of the biodigester is viable on a farm with more than 76 lactating cows, producing electricity production valued at 43,920 KWh per year, IRR of 15%, and payback of 5 years. It is emphasized in the study that hardly an investment has this rate of return, that is, in addition to mitigating the impacts caused by agricultural wastes and incentives to the use of renewable energies, the implementation of the biodigester presents itself as a good opportunity to increase source of income for the farmer, or even a new business for possible investors.*

KEYWORDS: *Indian biodigester; treatment of agricultural wastes; feasibility analysis.*

1. Introdução

No Brasil e em diversos países do mundo à uma dependência da energia gerada por combustíveis fósseis e não renováveis como petróleo e gás natural que além de serem escassas tem causado um alto impacto ambiental, devido alta emissão de particulados e de gases tóxicos (FREITAS E DATHEIN, 2013). Goldemberg e Villanueva (2003) salientam que além das economias emergentes dependerem das fontes de energias não renováveis, houve um aumento do consumo de energia elétrica ao longo dos últimos anos, devido ao crescimento populacional e ao aumento das indústrias, agravando assim a preocupação dos líderes políticos com a segurança do suprimento energético.

Neste contexto, a busca por energias alternativas que tem um impacto ambiental reduzido e que

estejam amplamente disponíveis no ambiente tem aumentado, uma possível alternativa como energia renovável é a energia elétrica gerada pelo biogás. O biogás é um gás natural resultante da fermentação anaeróbica (com ausência de oxigênio), que pode ser gerado através de resíduos residencial, do lixo industrial, de resíduos vegetais e de dejetos de animais. O presente estudo limita-se a geração de energia elétrica através de dejetos de animais, especificamente dejetos agropecuários provenientes da bovinocultura leiteira, que muitas vezes pelo tratamento inadequado causam alto impacto ambiental.

Com intuito de colaborar com o aprofundamento científico, o objetivo geral desse artigo é analisar a viabilidade econômica e financeira da geração de energia a partir dos resíduos agropecuários da bovinocultura leiteira e demonstrar uma metodologia para o dimensionamento do biodigestor. Pretende-se i) dimensionar o biodigestor com relação a demanda de dejetos agropecuários; ii) analisar a relação econômico-financeira da implantação de um biodigestor indiano nas propriedades de acordo com o número de animais; iii) demonstrar através de indicadores econômicos que a geração de energia elétrica com resíduos da bovinocultura leiteira, pode ser visto como um investimento rentável.

2 REFERENCIAL

2.2 Biodigestor

De acordo com Kunz e Oliveira (2006), os biodigestores são sistemas fechados de degradação anaeróbica (realizada com ausência de oxigênio), cujo os gases são armazenados em compartimentos fechados chamado gasômetro para uma posterior utilização que gera como subproduto o biogás que é utilizado para gerar energia e o biofertilizante. O dimensionamento do biodigestor deve ocorrer de acordo com as necessidades da propriedade levando em consideração quantidade de esterco produzida e o tempo de retenção (DIAS, 2006).

Segundo Rizzoni (2012), existem dois tipos de biodigestor os contínuos que é alimentado com dejetos regularmente e os descontínuos que são abastecidos periodicamente. O presente estudo, limita-se ao biodigestor contínuo pois é o mais indicado para bovinocultura do leite sendo que será produzida uma quantidade regular de dejetos dia que abastecerá o biodigestor. A figura 1 apresenta o modelo do biodigestor que será utilizado no estudo cujo o nome é biodigestor indiano.

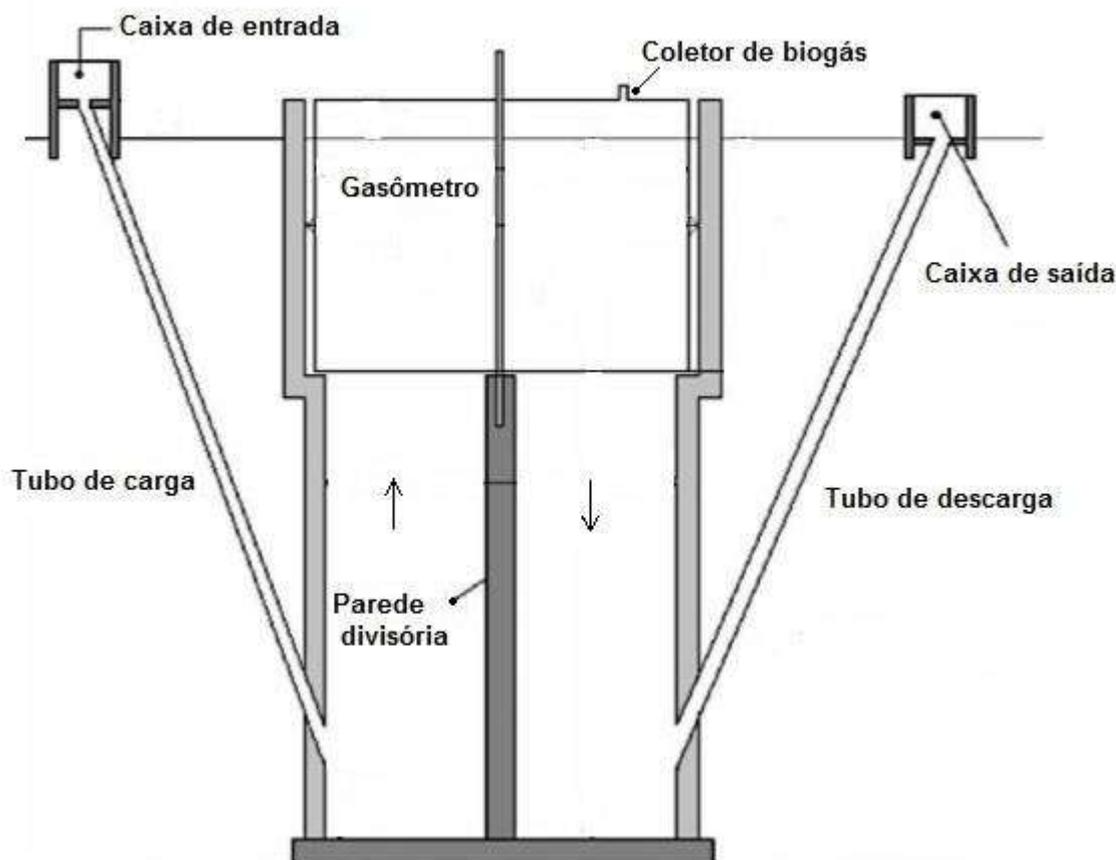


Figura 1: Biodigestor indiano. Fonte: Adaptado, Deganutti et al .2002.

Os principais componentes do biodigestor indiano podem ser vistos na Figura 1, os dejetos são inseridos na caixa de entrada, depois passam pela câmara onde acontece a fermentação, depois no cano de saída é liberado o biofertilizante e em cima do gasômetro é liberado o biogás que é o subproduto responsável pela geração de energia elétrica.

2.2 Biogás

O biogás é um subproduto da fermentação anaeróbica (com ausência do ar), resultante da matéria orgânica, dejetos de animais, ou mesmo, lixo industrial. (COLDEBELLA, 2006). Chernicharo (2007), estima que cerca de 50 a 80% de qualquer matéria orgânica pode ser convertida em biogás.

Segundo Muha et al (2012) a produção do biogás origina-se de vários produtos químicos e processos que ocorrem dentro do biodigestor. Kunz, Oliveira e Piccinin (2007) salienta que para fins de maior aproveitamento do potencial da matéria orgânica na geração de energia é

necessário conhecer a composição do biogás. A tabela 1 apresenta a composição do biogás segundo La Farge (1979):

Tabela 1: Composição típica do Biogás.

Gás	Símbolo	Composição no biogás (%)
Metano	CH ₄	50-80
Dióxido de Carbono	CH ₂	20-40
Nitrogênio	N ₂	1-3
Hidrogênio	H ₂	0,5-3
Gás sulfídrico e outros	H ₂ S, CO, NH ₃	1-5

Fonte: La Farga, 1979.

Conforme a tabela 1, percebe-se que maior parte do biogás é composto por Metano e dióxido de carbono, e uma pequena parte por outros gases. Considerando as condições necessárias para o desenvolvimento das bactérias o biogás pode ser gerado, a partir de qualquer matéria orgânica a tabela 2 apresenta o resumo da produção de biogás através de dejetos agropecuários.

Tabela 2: Produção do biogás a partir de resíduos pecuários

Espécie Pecuária	Unidade de referencia	Produção de biogás (m ³ /KG S)	Produção diária (m ³ /animal/dia)
Suínos	Porca reprodutora em ciclo fechado	0,45	0,866
	Porca reprodutora em criação de leitões	0,45	0,933
	Porca e exploração de engorda	0,45	0,799
Bovinos	Vaca leiteira	0,28	0,98
	Bezerro até 150 Kg	0,28	0,294
Galináceos	Bovinos de engorda entre 120 a 520 K	0,28	0,292
	Galinha poederia até 2kg	0,46-0,77	0,010-0,017
Equídeos	Frango de engorda até 1,5Kg	0,13-0,26	0,001-0,002
	Cavalo com 400 a 500 Kg	0,28	1,25

Fonte: Santos, 2000.

Vê-se na tabela 2 a quantidade estimada de produção do biogás através de dejetos agropecuários para diferentes espécies percebe-se que o a quantidade de biogás produzida leva em consideração o número de animais e sua respectiva espécie. O presente estudo limita-se a análise de viabilidade da implementação de biodigestores na bovicultura leiteira.

3 METODOLOGIA

A metodologia proposta busca dimensionar um biodigestor indiano de acordo com o número de animais de cada propriedade, também será realizado no estudo a análise de viabilidade da implantação do biodigestor com base no número de animais, verificando o mínimo de vacas leiteiras necessário para que seja financeiramente viável a produção do biogás.

3.1 Dimensionamento do biodigestor

Tendo em vista que o estudo se limita ao biodigestor indiano a primeira etapa do estudo foi dimensionar os tamanhos para a montagem do mesmo, utilizando a metodologia descrita por Moura et al (2017). A primeira etapa para o dimensionamento do biodigestor indiano é determinar a carga de dejetos diários, ou seja, quantidade de fezes e urina que é eliminada por dia por cada animal. A vaca leiteira elimina cerca de 25 Kg de esterco por dia sendo que em cada 1 Kg de esterco a 1 litro de água. Assim sendo a carga de dejetos pode ser calculada conforme equação 1:

$$\text{Carga diaria} = \text{dejetos} + \text{água} \quad (1)$$

Com o valor da equação 1, sabendo-se que o tempo de retenção no biodigestor para esterco bovino é de 30 dias é estabelecendo como valor de segurança 10%, pode-se calcular o volume do biodigestor conforme equação 2:

$$V = \frac{\text{Carga diaria} \times \text{tempo de retenção}}{1000} \times 1,10 \quad (2)$$

Após determinar o volume do biodigestor pode-se calcular suas dimensões conforme equação 3:

$$V = \frac{\pi \times \text{Diámetro}^2}{1000} \times \text{Altura} \quad (3)$$

Deve-se ressaltar que a relação ótima entre o diâmetro e altura do biodigestor para proporcionar uma maior eficiência no processo de fermentação é 1 (DÓ BU ARAUJO et al, 2015). A tabela 3 apresenta o resumo dos dados do dimensionamento do biodigestor:

Tabela 3 – Dimensionamento do biodigestor indiano.

Número de Vacas	Carga diária	Volume			Relação diâmetro e altura
		(m ³)	Diâmetro	Altura	
25	1250	41,25	3,75	3,73	1,00
50	1875	61,88	4,28	4,30	1,00
75	2500	82,50	4,72	4,71	1,00
100	3125	103,13	5,08	5,09	1,00
125	3750	123,75	5,40	5,40	1,00
150	4375	144,38	5,68	5,70	1,00
175	5000	165,00	5,95	5,93	1,00
200	5625	185,63	6,18	6,19	1,00
225	6250	206,25	6,40	6,41	1,00
250	6875	226,88	6,60	6,63	1,00
275	7500	247,50	6,80	6,82	1,00
300	8125	268,13	7,00	6,97	1,00

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Após dimensionar o biodigestor deve-se dimensionar o gasômetro. A primeira etapa é calcular o volume do gasômetro conforme equação 4.

$$\text{Volume gasometro} = \frac{\text{Volume biogas dia}}{2} \times 1,10 \quad (4)$$

Sabendo-se que o diâmetro do gasômetro é dado pelo diâmetro do biodigestor acrescido de 0,10 m, e que para o cálculo da altura do gasômetro considera-se o desnível da pressão e uma taxa de segurança, a altura do gasômetro pode ser calculada conforme a equação 5.

$$H. \text{ gasometro} = \frac{4 \times \text{Volume gasometro}}{\pi \times (\text{Diâmetro}^2 + 0,10)} + \text{Pressão} + \text{Taxa de segurança} \quad (5)$$

O próximo passo é dimensionar o cano de descarga que tem uma inclinação de 30 °, rente ao biodigestor e normalmente é colocado a uma altura de 30 cm. Sendo assim, considerando o triângulo retângulo formado pelo cano de descarga (hipotenusa), altura do biodigestor (cateto adjacente) e afastamento do biodigestor (cateto oposto) o comprimento do cano descarga pode ser calculado conforme equação 6:

$$\text{Comprimento cano descarga} = \sqrt{(\text{Altura} - 0,3)^2 + \text{Afastamento}^2} \quad (6)$$

O tubo de carga e descarga tem aproximadamente o mesmo tamanho porem como a caixa de

carga está 0,60 m acima soma-se esse valor ao cano de descarga (MOURA et al 2017). A próxima etapa é dimensionar a caixa de carga e descarga do biodigestor que tem seu volume calculado através da relação entre o volume de dejetos diários, pelo tempo de retenção. O resultado deve ser acrescido de uma taxa de segurança de 10%, conforme Equação 7.

$$\text{Volume de caixais} = \frac{\text{Volume}}{\text{Tempo de retenção}} \times 1,10 \quad (7)$$

A altura recomendada para a caixa de descarga e carga segundo Lucas Junio (S.D) é de 0,6 m , sendo assim a medida dos lados da caixa (altura e comprimento) e dada pela equação 8.

$$\text{Medidas dos lados} = \sqrt{\frac{\text{Volume da caixa}}{\text{Altura da caixa}}} \quad (8)$$

Com todas as equações acima pode-se dimensionar o restante dos elementos do biodigestor. A tabela 4 apresenta os valores para a montagem do gasômetro.

Tabela 4- Dimensionamento do Biodigestor

Número de Vacas	Volume gasômetro	Altura gasômetro	Comprimento		Volume da caixa de carga e descarga	Comprimento e largura das caixas
			cano descarga	Comprimento cano carga		
25	12,5	0,84	3,79	4,39	1,51	1,59
50	25	1,37	4,31	4,91	2,27	1,94
75	37,5	1,76	4,70	5,30	3,03	2,25
100	50	2,07	5,05	5,65	3,78	2,51
125	62,5	2,34	5,35	5,95	4,54	2,75
150	75	2,57	5,63	6,23	5,29	2,97
175	87,5	2,76	5,86	6,46	6,05	3,18
200	100	2,95	6,10	6,70	6,81	3,37
225	112,5	3,12	6,32	6,92	7,56	3,55
250	125	3,28	6,53	7,13	8,32	3,72
275	137,5	3,42	6,71	7,31	9,08	3,89
300	150	3,54	6,86	7,46	9,83	4,05

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Vê-se na tabela 3 e 4 os dados necessários para dimensionar o biodigestor de acordo com o número de animais disponível e a quantidade de dejetos eliminada pelo mesmo. O próximo capítulo destina-se a análise de viabilidade da implantação do biodigestor de acordo com o número de animais.

4. RESULTADOS E DISCUSSOES

O objetivo deste capítulo é demonstrar a metodologia de análise de viabilidade econômica da implantação do biodigestor indiano perante o número de vacas em lactação. Para tanto, será realizado o cálculo dos indicadores econômicos VPL (valor presente líquido), TIR (taxa interna de retorno) e payback. O primeiro passo para análise de viabilidade é estimar a quantidade de energia produzida, que é produto do número de vacas leiteiras, pela quantidade de biogás que cada vaca é capaz de gerar, convertido em energia elétrica, pelo rendimento do conjunto de motor gerador. Sendo assim, considerando um gerador WEG modelo GTA162AI30 de 37,5 kVA, que tem rendimento de 25%, e que cada vaca em lactação produz aproximadamente 0,98 m³ de biogás ao dia, sendo que conforme Santos (2000) 1 m³ de biogás corresponde à 6,5 KW, temos a equação 9.

$$\text{Energia Eletrica} = \text{Quant. vacas} \times 0,98 \times 6,5 \times 0,25 \quad (9)$$

Sabendo-se que o valor do gerador será de R\$55.000,00 é que os custos com a construção do biodigestor dependem da quantidade de dejetos produzida na propriedade, com auxílio da equação 9 pode-se estimar a quantidade de energia gerada na propriedade e os custos de investimento inicial.

Tabela 5: Quantidade de energia gera e custos iniciais

Nº de vacas	Produção de Energia diaria (KWh)	Produção de Energia Mensal (KWh)	Produção Energia Anual (KWh)	Despesa construção (R\$)	Investimento Inicial (R\$)
25	40	1200	14400	5000	60000
50	80	2400	28800	7500	62500
75	120	3600	43200	10000	65000
100	160	4800	57600	12500	67500
125	200	6000	72000	15000	70000
150	239	7170	86040	17500	72500
175	279	8370	100440	20000	75000
200	319	9570	114840	22500	77500
225	359	10770	129240	25000	80000
250	399	11970	143640	27500	82500
275	438	13140	157680	30000	85000
300	478	14340	172080	32500	87500

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Vê-se na tabela 5, a quantidade de energia gerada, a despesa de construção e o investimento inicial que varia de acordo com o número de animais da propriedade. A produção de energia diária é calculada pela equação 9, a despesa de construção foi estimada de acordo com os gastos de materiais que tomaram base a quantidade de dejetos eliminada dia, e o investimento inicial é a soma da despesa gasta com construção e do custo de aquisição do gerador.

A próxima etapa na análise de investimento é projetar os fluxos de caixa para os próximos 5

anos. Considerando que toda energia será vendida, e que a tarifa paga pela energia no ano 1 será R\$0,47, sendo este valor reajustado em 6,9% conforme a inflação acumulada que toma como base a taxa Selic (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2020). Do valor recebido será descontado os custos de manutenção que são estimados em 4% do valor de investimento inicial, e custos com impostos (PIS, COFINS, ICMS, Contribuição Sindical, Imposto de renda) que são estimados em 31,23 % do valor recebido. A tabela 6 apresenta os fluxos de caixa projetados.

Tabela 6: Fluxo de caixa projetados

Nº de vacas	Ano 0 (R\$)	Ano 1 (R\$)	Ano 2 (R\$)	Ano 3 (R\$)	Ano 4 (R\$)	Ano 5 (R\$)
25	-65000,00	-60488,00	-55663,32	-50337,97	-44464,92	-38006,23
50	-70000,00	-58676,00	-46567,25	-33446,11	-19229,58	-3841,77
75	-75000,00	-56864,00	-37471,18	-16554,25	6005,75	30322,70
100	-80000,00	-55052,00	-28375,10	337,61	31241,09	64487,16
125	-85000,00	-53240,00	-19279,03	17229,47	56476,43	98651,63
150	-90000,00	-51600,80	-10540,54	33566,18	80945,34	131823,75
175	-95000,00	-49788,80	-1444,46	50458,03	106180,68	165988,22
200	-100000,00	-47976,80	7651,61	67349,89	131416,02	200152,68
225	-105000,00	-46164,80	16747,68	84241,75	156651,36	234317,15
250	-110000,00	-44352,80	25843,75	101133,61	181886,70	268481,61
275	-115000,00	-42713,60	34582,25	117470,32	206355,61	301653,73
300	-120000,00	-40901,60	43678,32	134362,18	231590,95	335818,20

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Observa-se na tabela 6, os fluxos de caixa projetado para os próximos 5 anos, onde na coluna ano o valor representa os valores recebidos pela venda de energia elétrica, menos o custo com manutenção é imposto. O valor gasto com investimento inicial também foi descontado no primeiro ano. Percebe-se que quanto maior o número de animais mais rápido o fluxo de caixa fica positivo no decorrer dos anos.

4.1 Indicadores econômicos

A próxima etapa na análise de viabilidade é mensurar o VPL (valor presente líquido), que segundo Casarotto e Kopittike (2010), o VPL é uma técnica de análise de investimentos em que os valores de caixa são descontados do valor presente com base em uma taxa mínima de atratividade. Na análise VPL, conforme descrito por Samanez (2002), quando o resultado for “positivo”, significa que o projeto é viável pois a redução do custo é maior que a do investimento, caso o resultado seja “negativo” significa que o projeto é inviável pois os custos

superaram o investimento, assim sendo o VPL pode ser calculado conforme equação 10.

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_n}{(1 + K)^n} - I_0 \quad (10)$$

Onde:

FC= Fluxo de caixa previsto em cada período do projeto;

K=taxa de rentabilidade aplicada no período;

I₀=Investimento inicial;

O próximo indicador econômico a ser mensurado é a TIR (taxa interna de retorno) que de acordo com Kreuz et al (2008), compara o retorno do projeto com outros investimentos, que neste estudo será comparado em relação a taxa Selic. A TIR pode ser calculada conforme equação 11.

$$\sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1 + k)^t} = I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1 + k)^t} \quad (11)$$

Onde:

I₀=montante de investimento no início do projeto;

I_t= montante de investimento em cada momento subsequente;

K= taxa de rentabilidade periódica;

FC= Fluxo previstos em cada período do projeto.

Por fim o último indicador econômico a ser encontrado e o payback, ou mesmo, tempo de retorno de investimento. Através deste indicador será levantando o tempo necessário para que o investimento necessário no início retorne para o caixa. A tabela 7 apresenta o cálculo dos indicadores econômicos que foram apresentados no presente capítulo.

Tabela 7: Indicadores econômicos

Nº de vacas	VPL	TIR	Payback (Anos)
25	-R\$366.149,15	Inviável	11
50	-R\$184.709,74	Inviável	7
75	-R\$3.270,34	Inviável	5
100	R\$178.169,06	32%	4
125	R\$359.608,47	48%	3
150	R\$535.916,68	63%	3
175	R\$717.356,09	79%	3
200	R\$898.795,49	96%	3
225	R\$1.080.234,90	114%	2
250	R\$1.261.674,30	134%	2
275	R\$1.437.982,52	156%	2
300	R\$1.619.421,92	181%	2

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Observa-se na tabela 7, os indicadores econômicos que foram calculados com base nos próximos 10 anos. Pode-se perceber, que para propriedades com mais de 100 animais apresentaram TIR superior a 30% o que, torna o investimento bem atrativo perante outros que o mercado oferece.

Através da análise dos indicadores econômicos chegou-se a conclusão que as propriedades que tiveram mais de 76 animais tiveram a implantação do biodigestor indiano considerada viável do ponto de vista econômico. Sendo que, com 76 animais a propriedade apresenta uma produção de energia elétrica estimada em 43.920 kwh por ano, o que geraria um payback de 5 anos, apresentando uma TIR de 15%.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo relatou sobre a análise de viabilidade de implementação de um biodigestor indiano e seu dimensionamento em propriedades da bovicultura do leite. O intuito do estudo foi dimensionar o biodigestor com relação a produção de dejetos é analisar do ponto de vista econômico a quantidade mínima de animais que um produtor deve ter e manter na propriedade para implementar o biodigestor indiano.

A metodologia do estudo descreveu todo procedimento para dimensionamento do biodigestor indiano e forneceu os parâmetros para montagem do biodigestor considerando uma propriedade menor com 25 vacas, a uma propriedade maior com 300 vacas. O estudo também descreveu a análise de viabilidade econômica para esta situação, onde foram utilizados os indicadores econômicos VPL, TIR e payback. O estudo demonstrou que a implantação do biodigestor indiano se faz viável em propriedades que possuem mais de 53 vacas em lactação.

Conclui-se que o estudo atingiu o objetivo principal, onde foi diagnosticado que a implantação do biodigestor indiano além de economicamente viável contribuirá para a mitigação dos impactos ambientais. Deve-se salientar que dificilmente um investimento apresenta esta taxa de retorno tão representativa, ou seja, além de mitigar os impactos ambientais causados pelos dejetos agropecuários e incentivar o uso de energias alternativas, a implementação do biodigestor apresentou-se como uma boa oportunidade de aumento de fonte de renda para o agricultor, ou mesmo, de um novo negócio para possíveis investidores.

5.1 Sugestão de Trabalhos Futuros

Apesar do estudo ter atingido o objetivo, entende-se que a temática acerca do tema tratado ainda não esgotou as oportunidades de melhoria, portanto sugere-se como possíveis estudos futuros: realizar estudos de caso in loco aplicando a metodologia de dimensionamento do biodigestor indiano, e analisando a viabilidade econômica com modelo proposto no presente estudo. Avaliar a mitigação dos impactos ambientais com a implantação do biodigestor indiano para o tratamento dos dejetos, e o reaproveitamento do biofertilizante, na adubação orgânica. E por fim sugere-se como estudo futuro, desenvolver um software para dimensionar e analisar a viabilidade de implantação do biodigestor.

6. REFERÊNCIAS

- BANCO CENTRAL. São Paulo. **Apresenta valor da taxa SELIC**. Disponível em <<http://www3.bcb.gov.br/selic/consulta/taxaSelic.do?method=listarTaxaMensal>>. Acesso em: 05 de agosto, 2020.
- CASAROTTO F. N.; KOPITTKKE, B. H. **Análise de Investimentos**. Sao Paulo: Atlas, 2010.
- CHERNICHARO, C.A.L. **REATORES ANAEROBICOS**. 2 ed, Belo Horizonte, UFMG, 2007.
- COLDEBELLA, A., Viabilidade **do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigações em propriedades rurais**. UNIOESTE, Centro de ciências exatas e tecnológicas, Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola. Paraná, 2006.
- DEGANUTTI, R. et al.; **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada**; UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, SP; An. 4. Enc. Energ. Meio Rural 2002.
- DIAZ, G. O.; **Análise de sistemas para o resfriamento de leite em fazendas leiteiras com o uso do biogás gerados em projetos de MDL**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.
- DO BU ARAUJO, Maria Isabel et al. Dimensionamento de Biodigestores Indiano para a cidade de Campina Grande. **Blucher Chemistry Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 1059-1068, 2015.
- GOLDEMBERG, J; Villanueva. L.D. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. Edusp, São Paulo, 2a. ed. 2003.
- FREITAS, G.C.; DATHEIN, R. As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. **Revista Nexos Econômicos**, v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013.

La Farge, B. **Le Biogaz – Procèdes de Fermentation Méthanique**. Paris, Masson, 1979.

LUCAS JUNIOR, Jorge de. Construção e Operação de Biodigestores. Vicosã: **Universidade Online de Vicosã-UOV**. [s. d.] Disponível em: <<https://www.uov.com.br/cursos-onlineenergia-alternativa/construcao-e-operacao-de-biodigestores>>. Acesso em: 10 julho de 2020.

MOURA, Renan Souza et al. Análise da viabilidade do uso de biodigestores em propriedades rurais. **ForScience**: revista científica do IFMG, Formiga, v. 5 , n. 3 , jul./dez. 2017.

MUHA, I.;GRILLO, A.; HEISING, M. SCHOBERG, M.; LINKE, B.; WITTUM, G. *Mathematical modeling of process liquid flow and acetoclastic methanogenesis under mesophilic conditiona in a two-phase biogás reactor*. **Bioresource Technology**, V.106,p. 1-9, 2012.

KREUZ C.L. et al. Custos de produção, expectativas de retorno e de riscos do agronegócio mel no planalto norte da Santa Catarina. **Custos e @gronegócio on line**. 2008

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V.; Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. **Revista de Política Agrícola**. Ano XV – Nº 3 – Jul./Ago./Set. 2006.

KUNZ, Airton; OLIVEIRA, Léo de; PICCININ, Luciana Sonza. **Manual de Análise do RIZZONI, L. B.** Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 9, n. 18, p. 1-20, 2012.

RIZZONI, Leandro Becalet et al. Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 9, n. 18, p. 1-20, 2012.

SAMANEZ, C.P; **Matemática financeira: aplicações à análise de investimentos**; 3ª ed.; Prentice-Hall; São Paulo; 2002.

Santos, P. **Guia Técnico de Biogás**. CCE – Centro para a Conservação de Energia, Portugal, 2000.