



VIABILIDADE FINANCEIRA PARA SUBSTITUIÇÃO DO SISTEMA DE BOMBEAMENTO DIESEL POR ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Fernando Augusto Rocha de Andrade⁽¹⁾, Bruna Aguiar de Albuquerque⁽¹⁾, Prof^a Dra. Paula Andréa de Oliveira e Silva Rezende⁽²⁾

⁽¹⁾Pós-Graduando do Programa de Pós-Graduação em Gestão com ênfase em Tecnologia e Inovação - Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus Bambuí e São João Evangelista.

⁽²⁾Doutora em Educação - Professora da Pós Graduação e da Graduação - IFMG - Campus Ribeirão das Neves

RESUMO

Este estudo de caso apresenta a substituição de um sistema de bombeamento de água potável de um poço artesiano movido a óleo diesel por um sistema movido a energia solar fotovoltaico. Além de substituir a energia fóssil por renovável, o estudo realizou a viabilidade financeira com relação ao retorno do investimento e o impacto no resultado financeiro da Fazenda Fortaleza.

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica. Bombeamento de água. Pannel Solar. Viabilidade Financeira. Poço artesiano.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade utiliza a energia elétrica de maneira intensiva, principalmente nos países mais desenvolvidos. Isso se deve ao avanço de tecnologias, bem como ao crescimento populacional e industrial e, também, aos padrões de consumo da sociedade.

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN), o Brasil possui como principal fonte a energia hidrelétrica. No período de 2017 a 2021 observou que a oferta hidráulica teve uma redução de 8,3%; a oferta de gás natural aumentou 2,3%; biomassa e nuclear reduziram 0,3%; energia eólica aumentou de 3,8%; a oferta de derivados do petróleo manteve igual; carvão aumentou 0,3%; e a energia solar aumentou 2,4% no período analisado.

Para tanto, é necessário o uso consciente da eletricidade, como forma de reduzir os efeitos negativos causados pelos seres humanos no planeta Terra.



Nesta perspectiva, a utilização de tecnologias mais limpas e eficientes, bem como a elaboração de planejamento de políticas energéticas tornam-se ferramentas importantes como forma de melhoria de qualidade de vida, principalmente, em países emergentes.

Com isso, constata-se que muitas são as fontes primárias de energia disponíveis, entretanto, vale enfatizar que, neste trabalho, será abordada a energia solar.

Ao se avaliar a implantação de geração solar de energia elétrica deve-se primeiramente selecionar a melhor tecnologia que reúna os melhores benefícios, entre os mais comuns é possível citar quatro tipos de tecnologias de geração de energia através do sol: sistemas de aquecimento solar de água, sistemas de concentrador solar, paredes solares e sistemas fotovoltaicos que será aplicado no estdo de caso.

1.1 Material e Métodos/Metodologia

O estudo de caso relatado abaixo abordará a substituição de um sistema de bombeamento de água potável de um poço artesiano que abastece o bebedouro utilizado para hidratação de um rebanho de bovinos para corte na Fazenda Fortaleza. O sistema atual trabalha com utilização de energia fóssil, óleo diesel e será substituído por um sistema movido a energia solar. Além disso foi calculado a viabilidade financeira da instalação do sistema de energia renovável.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fazenda Fortaleza está localizada no oeste do estado da Bahia, aproximadamente 700km de distância ao nordeste da cidade de Brasília. Trata-se de uma região que predomina o agronegócio e mais recentemente a geração de energia elétrica através do sistema solar fotovoltaica, região favorecida pela intensidade da irradiação solar.

Uma área de 100ha está dividida em quatro pastos e a energia utilizada é para extrair água potável de um poço artesiano para abastecer o bebedouro utilizado constantemente por aproximadamente 80 cabeças de gado, que ao longo do ano passam pelos quatro pastos, mas sempre utilizando o mesmo bebedouro.

O poço artesiano tem 80 metros de profundidade, com nível de água em torno de 70 metros e a altura dinâmica de 30 metros, ele está localizado a 36 metros de distância do

bebedouro que tem um reservatório conjugado com capacidade de armazenar 60.000 litros, conforme figura 1:

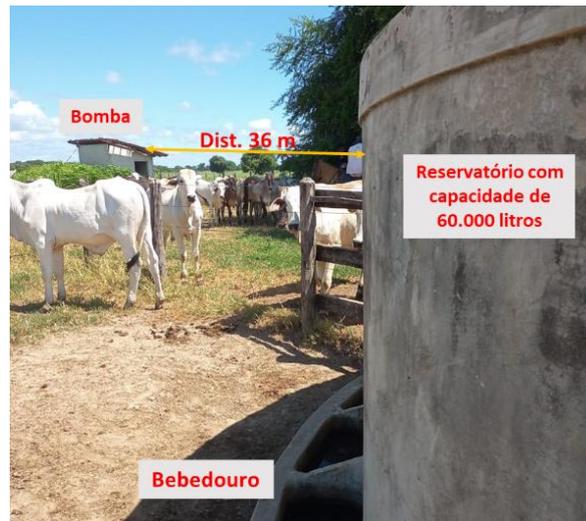


Figura 1 - Distância da Bomba e o Bebedouro

Fonte: Adaptado de Marinho, Everaldo (foto 2023)

De acordo com MARINO, Carolina T.; MEDEIROS, Sérgio R. de; GOMES, Rodrigo da C. (2017), as 80 cabeças na fase de terminação consomem em média 6.240 litros de água por dia, ou seja, a água armazenada no reservatório consegue manter o bebedouro abastecido por aproximadamente 10 dias, considerando o pior cenário, quando o lote de animais usuário do bebedouro está a fase de terminação.

Em acordo com a lei nº 14.300 de 06 de Janeiro de 2022, referente ao marco legal da micro geração e mineração distribuída, a Fazenda Fortaleza desenvolveu o projeto para a geração de energia através do sistema solar fotovoltaica *off grid* que alimentará a motobomba responsável pelo abastecimento de água potável do bebedouro mencionado acima.

O sistema promoverá de forma eficaz o abastecimento de água em áreas remotas que não possuem energia elétrica. O sistema de bomba solar será composto por cinco partes: painel solar com estrutura de fixação, bomba solar do tipo submersa corrente contínua, controlador, sensor de nível de água e cabos e conectores.

Usando como referência o Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaico, desenvolvido pelo Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito



(CRESESB) foi calculado e definido os requisitos técnicos conforme resultado apresentado no quadro 1:

Altura estática (he): 10	Vazão média (Qm): 2 m ³ /h
Altura dinâmica (hd): 30 m	Vazão máxima (Qmax): 3 m ³ /h
Altura do reservatório (hr): 2 m	Altura total equivalente (HTE): 36,2 m
Perda de carga da tubulação (ht): 0,12 m	Energia Hidraulica minima (EH): 714 Wh/dia
Perda de carga das conexões (hc): 5,34 m	Energia elétrica diária necessária (EEL): 2.646 Wh
Altura manométrica (hm): 32 m	Horas de Sol Pleno inverno (HSP): 5 h
Altura manométrica corrigida (hmc): 37,5 m	Potência do Gerador Fotovoltaico (PFV): 662 Wp
Demanda diária (Q): 7 m ³ /dia	

Quadro 1 – Requisitos Técnicos

Fonte: Autores

O investimento para instalar o novo sistema será R\$9.917,63 e o custo mensal da operação deverá reduzir de R\$887,30 para R\$85,00.

Para auxiliar na decisão foi calculado o *payback* do novo sistema, considerando dois cenários, o primeiro apenas a variação do custo operacional e o segundo onde considerou o custo operacional e o custo de oportunidade.

Na primeira análise o retorno do investimento deverá acontecer entre o decimo segundo e o decimo terceiro mês de operação. Na segunda análise foi acrescentado o Custo de Oportunidade, onde considerou que o investidor utilizou o dinheiro que estava aplicado em uma instituição financeira rendendo juros em conformidade a taxa básica de juros aprovada pelo Banco Central do Brasil em maio de 2023, taxa SELIC de 13,75% a.a., nesta segunda análise foi observado que o tempo para o retorno do investimento aumentou em torno de 2 meses.

Além do cálculo do *payback*, analisou a projeção do Demonstrativo de Resultado (DRE), conforme quadro 2, onde comparou a receita e custo do bombeamento a diesel em 2021 e bombeamento solar em 2022. Em adição, foi projetado o resultado de 2022 em valor futuro para os anos seguintes até 2026, a taxa SELIC de 13,75% foi aplicada como referência.



DRE (R\$)	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Receita Líquida	500,000	500,000	568,750	646,953	735,909	837,097
Custo	(60,000)	(60,000)	(68,250)	(77,634)	(88,309)	(100,452)
Lucro Bruto	440,000	440,000	500,500	569,319	647,600	736,645
Despesas Gerais	(400,000)	(400,000)	(455,000)	(517,563)	(588,727)	(669,677)
Despesa Motobomba	(10,648)	(1,020)	(1,160)	(1,320)	(1,501)	(1,708)
EBITDA	29,352	38,980	44,340	50,436	57,371	65,260
Depreciação	-	-	(912)	(912)	(912)	(912)
LAJIR	29,352	38,980	43,428	49,525	56,460	64,348
Impostos	(4,403)	(5,847)	(6,514)	(7,429)	(8,469)	(9,652)
Lucro Líquido	24,950	33,133	36,914	42,096	47,991	54,696
Margem Líquida	5.0%	6.6%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%
Investimentos	-	(9,918)	-	-	-	-
Fluxo de Caixa (R\$)						
Lucro Livre	24,950	23,215	36,914	42,096	47,991	54,696
Lucro Livre Acumulado	24,950	48,165	85,079	127,175	175,165	229,862

Quadro 2 – Comparação do DRE Antes e Após a Instalação do Novo Sistema

Fonte: Autores

A despesa operacional da motobomba é pequeno quando comparado com as despesas gerais, porém é possível identificar que apenas a redução da despesa em consequência a substituição da motobomba diesel pela motobomba solar proporcionou o crescimento da margem líquida de 5% para 6,5%, ou seja, o novo sistema de bombeamento viabilizou o crescimento em torno de 1,5% na margem líquida da Fazenda.

3 CONCLUSÃO

Para o cálculo de dimensionamento do novo sistema foi acatado como premissa o mínimo necessário para manter inalterada a oferta de água utilizada na hidratação do rebanho. Na sequência foi criado a lista de equipamentos, iniciou a pesquisa de preço para aquisição deles e a contratação do serviço de instalação.

No estudo de caso apresentado, a análise da viabilidade financeira concluiu que o projeto oferece vantagem financeira, com retorno rápido do investimento e contribuição para o lucro da Fazenda.

Por fim, a instalação do sistema de bombeamento fotovoltaico na Fazenda Fortaleza proporcionará benefício com relação ao meio ambiente, mão de obra para a operação do sistema e ao resultado financeiro.



REFERÊNCIAS

ABRACOPEL. O Disjuntor, Aquele que não Pode Falhar. Blog ABRACOPEL, 2021. Disponível em: <https://abracopel.org/blog/o-disjuntor-aquele-que-nao-pode-falhar/> . Acessado em: 21 Fev 2023.

ALVES, Marliana de Oliveira Lage. Energia Solar: Estudo da Geração de Energia Elétrica Através dos Sistemas Fotovoltaicos On-Grid e Off-Grid. 2019. Monografia do curso de Graduação Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Ouro Preto. João Monlevade, MG, 2019.

ANEEL. Energia Solar. [S.l.]. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acesso em: 02 Jan. 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Meta da Taxa Selic. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>. Acessado em: 28 Mai 2023.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 06 de Janeiro de 2022. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 2022, edição 5, p. 4, 7 jan. 2022. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>. Acesso em: 29 Dez. 2022.

CAVALCANTI, Fernando A de Melo Sá. Paredes Trombe no Brasil: Análise do potencial de utilização para aquecimento e refrigeração. Tese (Doutorado em Ciências da Arquitetura e Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-30042014-095503/pt-br.php>>. Acesso em 03 Jan 2023.

CEMIG. Alternativas Energéticas. [S.l.], 2012. Disponível em: http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/Alternativas%20Energeticas.Pdf. Acesso em 30 Dez. 2022.

CREDER, H. Instalações hidráulicas e sanitárias. 6. ed. LTC, 2006.



CRESESB. Base de Dados de Radiação Solar Incidente (Irradiação Solar). Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>. Acessado em: 28 Jan. 2023.

DACHERY, Joiris M. Desmitificando as Fontes de Energia. Web Energês, 2020. Disponível em: [https://energes.com.br/fontes-de-energia/#:~:text=Fontes%20de%20Energia%20Prim%C3%A1rias&text=As%20fontes%20prim%C3%A1rias%20s%C3%A3o%20aquelas,ventos\)%20se%20transforma%20em%20eletricidade..](https://energes.com.br/fontes-de-energia/#:~:text=Fontes%20de%20Energia%20Prim%C3%A1rias&text=As%20fontes%20prim%C3%A1rias%20s%C3%A3o%20aquelas,ventos)%20se%20transforma%20em%20eletricidade..) Acesso em: 02 Jan. 2023.

DOMOND, Pierre R. Sistema de Bombeamento Fotovoltaico de Água Subterrânea com Armazenamento Hidráulico: Caso de Ecole Nationale de Lacroix-Jacmel-Haiti. Trabalho de Conclusão de Curso Submetido ao Programa de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/192202/TCC%20final%20pronto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acessado em: 20 Jan. 2023.

EBARA Corporation. Manual de Instruções e Termo de Garantia Modelo 3TSMci/ce Motobomba Solar Submersa. Disponível em: www.ebara.com.br/downloads . Acessado em: 23 Jan. 2023.

Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2022: ano base 2021. Rio de Janeiro – RJ, 2022.

Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2021: ano base 2020. Rio de Janeiro – RJ, 2021.

Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2019: ano base 2018. Rio de Janeiro – RJ, 2019.

Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2018: ano base 2017. Rio de Janeiro – RJ, 2018.

FADIGAS, E. A. F. A. Energia Solar Fotovoltaica : Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica. GEPEA - Grupo de Energia Escola Politécnica, 2012.

FIGUEROLA, V. Modulabi privilegia conceitos da arquitetura bioclimática. Disponível em <<http://content.construliga.com.br/conceitos-da-arquitetura-bioclimatica>>. Acesso em 29 Jun 2017.

FILHO, W. D. C. et al. Ações Emergenciais de Combate aos Efeitos das Secas: Noções Básicas Sobre Poços Tubulares. Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 1998. 22



p. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, p. 41. 1998.

FRAIDENRAICH, N. Abastecimento de água em áreas rurais mediante bombeo fotovoltaico – Projeto PIPVI.5 CITED. Recife, Brasil: VIII Seminário Ibero-Americano de Energia Solar: Abastecimento de Água em Áreas Rurais Mediante Bombeamento Fotovoltaico, 2002.

GONZALEZ, Vítor P. Dimensionamento e Análise de Viabilidade Econômica para Bombeamento de Água Utilizando Energia Solar Fotovoltaica. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/28148/1/TCC%20-%20Vitor%20Pedreira%20Gonzalez.pdf>>. Acessado em: 20 Jan. 2023.

HELIOTECK. Aquecedor Solar Compacto. Disponível em: <<https://www.heliotek.com.br/para-casa/aquecedor-solar-para-banho/compacto>>. Acesso em : 02 Jan. 2023.

IBGE. Atlas Geográfico Escolar. [S.l.], 2019. Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/a-terra/nosso-planeta-no-universo>. Acesso em: 02 Jan. 2023.

MARINHO, Everaldo S. Distância da Bomba e o Bebedouro. 2023.

MARINO, Carolina T.; MEDEIROS, Sérgio R. de; GOMES, Rodrigo da C. A importância da água na produtividade dos bovinos de corte. AG A Revista do Criador, edição 210, Setembro de 2017. Disponível em: <https://edcentaurus.com.br/ag/edicao/210/materia/8735>. Acessado em: 27 Jan. 2023.

MARTINS, Eliseu. Contabilidade de Custos. 11ª ed. São Paulo: GEN/Atlas, 2018.

MARTINS, Isadora B. V. Sistema Motobomba com Alimentação Fotovoltaica. Projeto de Graduação ao curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10021970.pdf>>. Acessado em: 20 Jan. 2023.

MAUAD, Frederico F; BOLLELI, Talyson de M. Aula 3 Perda de Carga. USP. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5626814/mod_resource/content/2/Aula%202%20%20%202808.pdf. Acessado em: 24 Jan. 2023.

MCKENNA, Phil. Melting to Keep Cool. Disponível em: <<http://www.pbs.org/wgbh/nova/next/tech/melting-to-keep-cool/>>. Acesso em 29 jun 2017.



NEOSOLAR. Controlador de Carga – Energia Solar. Disponível em: <
<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/controlador-de-carga-solar#o-que-e-controlador-carga-solar>>. Acessado em: 20 Fev. 2023.

NERIS, Alessandra. Saiba o que é um Gerador de Energia Solar Off Grid e as Novidades da Aldo. Disponível em: <https://www.aldo.com.br/blog/saiba-o-que-e-um-gerador-de-energia-solar-off-grid-e-as-novidades-da-aldo-para-o-mercado/>. Acessado em: 05 Jan. 2023.

PEREIRA, Bruno E. L. Análise de Viabilidade Econômica de Implantação de um Sistema de Geração de Energia Elétrica Através de Painéis Fotovoltaicos em Sítio Aeroportuário. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Novo Hamburgo - RS, 2017.

PEREIRA, Enio B.; MARTINS, Fernando R.; GONÇALVES, André R.; COSTA, Rodrigo S.; LIMA, Francisco J. P. de; RUTHER, Ricardo; ABREU, Samuel L. de; TIEPOLO, Gerson M.; PEREIRA, Silvia V.; SOUZA, Jefferson G. de. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2ª edição. São José dos Campos: INPE, 2017.

PEREIRA, Reuler C. Políticas Públicas para Expansão da Energia Solar Fotovoltaica: Um Estudo dos Principais Programas de Incentivos da Tecnologia no Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2019.

PINHO, J. T., GALDINO, M.A., Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro: Grupo de Trabalho de Energia Solar (GTES) - CEPEL – CRESESB, 2014. Disponível em:

http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf.

Acessado em: 25 Jan. 2023.

PIVA, R. B. Economia ambiental sustentável: Os combustíveis fósseis e as alternativas energéticas. [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26107/000755427.pdf>>. Acesso em: 30 Dez. 2022.

REZENDE, Paula A. de O. e S. Gestão de Custo e Formação de Preço. Campus Bambuí e Campus São João Evangelista – IFMG. Bambuí e São João Evangelista – Instituto Federal de Minas Gerais. 2023.



SANDIA - Sandia National Laboratories, Photovoltaic Design Assistance Center. Stand-alone photovoltaic systems - A handbook of recommended design practices. 1991.

SCHNEIDER, Manual de Instruções Motobomba, Disponível em: <http://www.kvm.com.br/attachments/article/37/MANUAL%20BOMBA%20SCHNEIDER.pdf>. Acessado em: 20 Mar. 2017 p. 60. 2017.

SEBASTIÁN, Eliseo. Concentrador solar para más energia. Disponível em <<http://eliseosebastian.com/sistemas-de-colector-cilindrico-parabolico>>. Acesso em 29 Jun. 2017.

SOARES, Thalita. Os Principais Conceito para Dimensionamento de Sistemas Fotovoltaicos. Instituto Solar. 2020. Disponível em: <https://institutosolar.com/dimensionamento-de-sistemas-fotovoltaicos/#:~:text=A%20Hora%20de%20Sol%20Pleno,que%20seria%20o%20valor%20pdr%C3%A3o..> Acessado em: 28 Jan. 2023.

SOLAR FONTE. On-Grid X Off-Grid. Disponível em: <http://solarfonte.com.br/blog/grid-x-grid>. Acesso em: 05 Jan. 2023.

SOLARGIS. Solar Resource Maps of Brazil. Disponível em: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/brazil>. Acesso em: 12 Jan. 2023.

TODÁGUA POÇOS ARTESIANOS. Conheça os Tipos de Bombas mais usados em Poços Artesianos! Disponível em <https://www.todagua.com.br/conheca-os-tipos-de-bombas-mais-usados-em-pocos-artesianos>. Acesso em: 11 Jan. 2023.